

Научный журнал

Экосистемы, их оптимизация и охрана

**Флора
и фауна**

**Биоценология
и биология
видов**

Геоэкология

**Охрана
природы**

**Юбилеи
и даты**

**Выпуск 10 (29)
2014**



Таврический национальный университет
имени В. И. Вернадского

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ТАВРИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

Научный журнал

Основан в 1979 году

**ЭКОСИСТЕМЫ,
ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ И ОХРАНА**

Выпуск 10 (29)

Симферополь – 2014

ISSN 2078-967X

Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: ТНУ, 2014. – Вып. 10. – 240 стр.

Екосистеми, їх оптимізація та охорона. – Сімферополь: ТНУ, 2014. – Вип. 10. – 240 стр.

Optimization and Protection of Ecosystems. – Simferopol: TNU, 2014. – Iss. 10. – 240 pp.

В научном журнале «Экосистемы, их оптимизация и охрана» публикуются материалы комплексных исследований по изучению флоры, фауны, фито- и зооценологии, экологии и биологии видов, геоэкологии и охране растительного и животного мира.

Редакционная коллегия журнала

Иванов С. П., доктор биологических наук, профессор – главный редактор

Олиферов А. Н., доктор географических наук, профессор – заместитель главного редактора

Котов С. Ф., кандидат биологических наук – заместитель главного редактора

Симагина Н. О., кандидат биологических наук – ответственный секретарь

Фатерыга А. В., кандидат биологических наук – технический редактор

Редакционный совет

Белокобыльский С. А., доктор биологических наук (Россия)

Боков В. А., доктор географических наук, профессор

Вахрушев Б. А., доктор географических наук, профессор

Георгиев Г. Л., доктор географических наук, профессор (Болгария)

Ена А. В., доктор биологических наук

Ивашов А. В., доктор биологических наук, профессор

Коба В.П., доктор биологических наук, профессор

Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

Коренюк И. И., доктор биологических наук, профессор

Корженевский В. В., доктор биологических наук, профессор

Никитина М. Г., доктор географических наук, профессор

Позаченюк Е. А., доктор географических наук, профессор

Симчук А. П., доктор биологических наук

Адрес редакции: Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, кафедра ботаники и физиологии растений и биотехнологии, пр. Академика Вернадского 4, Симферополь, 95007

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://ekosistems.crimea.edu/>

Печатается по решению ученого совета Таврического национального университета имени В. И. Вернадского от 20.05.2014 (протокол № 4)

Регистрационное свидетельство КВ № 15719-4190Р от 04.09.2009

Оригинал-макет – Ончуrows М. В.

УДК 582.232/.275–155.7+597.6/599+12:59.006

К ИССЛЕДОВАНИЮ АЛЬГОФЛОРЫ МАЛОГО УТРИША

Гольдин Е. Б.

Крымский агротехнологический университет, Симферополь, Evgeny_goldin@mail.ru

Изучена микроскопическая альгофлора среды содержания черноморских афалин и их кожных покровов в дельфинарии на Малом Утрише. Выявлены таксономическая структура, динамика состава сообществ, экологические особенности распределения микроводорослей в озере, бассейнах и прилегающей морской акватории, определено влияние микроводорослей на санитарно-гигиеническую ситуацию в антропогенных водных микроэкосистемах и их значение в патологии морских млекопитающих при содержании в неволе.

Ключевые слова: альгофлора, диатомовые водоросли, обрастания, эпибионты, морские млекопитающие, Черное море, дельфинарий, Малый Утриш.

ВВЕДЕНИЕ

Мыс Малый Утриш получил широкую известность после организации на его территории дельфинария в 1983 г. Ранее этот уникальный район был мало исследован, несмотря на реликтовый характер его ландшафтов. Мыс и его окрестности входят в Северо-Черноморскую провинцию Большого Кавказа, для которой характерны средиземноморский климатический режим, ксерофитная флора и растительные сообщества, сходные по составу с восточно-средиземноморскими. Несколько тысяч гектаров реликтового леса, окружающего дельфинарий, называют «оазисом из древнего Средиземноморья» или «осколком древней Понтиды», отмечая близость между природными комплексами Утриша и Южного берега Крыма [12, 33]. Озеро, превращенное в бассейн для животных, занимает 30000 м² при максимальной глубине 7,0 м. Оно окружено с севера и востока гористыми берегами, покрытыми лесом, и отделено от моря непрочной галечной косой (баром). Вероятно, озеро на Малом Утрише, как и близлежащие пресные озера Сладкое и Лиманчик, имеет сейсмо-гравитационное происхождение. По некоторым данным, можно предположить, что не так давно и это озеро было пресноводной лагуной, питающейся за счет родников: сегодня, например, озеро Лиманчик наполняется донными источниками, не исключено, что и здесь происходили аналогичные процессы. В 1983 г. замкнутое озеро стало открытым после разрушения естественной дамбы, отделявшей его от моря и превращения в т. н. «Дельфинье озеро» для использования в качестве коммерческого дельфинария. После этого неровное дно озера покрылось илом, слой которого ныне достигает трех метров [11]. Разрушение перемычки привело к изменению солёности и прозрачности; этого оказалось достаточным для полной замены озерной альгофлоры на морскую [26].

Исследование альгофлоры в нарушенной водной экосистеме (таксономический состав, экологическое значение, роль в межвидовых отношениях, в частности в обрастаниях дельфинов-афалин, содержащихся в дельфинарии), представляет собой основную цель представленной работы. Для ее реализации были поставлены задачи выявления структуры альгологических сообществ в озере-дельфинарии, бассейнах и прилегающей морской акватории; динамики их пространственного и сезонного распределения в трансформированной экосистеме; изучения состава обрастателей, их влияния на биотические и абиотические компоненты окружающей среды; значения альгофлоры как биоиндикаторов состояния здоровья животных и оценки ситуации в водных биотопах.

Таким образом, результаты комплексного мониторинга могут способствовать формированию индикационной альгологической шкалы и разработке новых приемов для диагностики состояния окружающей среды в экосистемах, подвергшихся антропогенному воздействию, и в местах содержания морских млекопитающих [4–9, 24, 25, 27, 28].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы на Малом Утрише проводили на протяжении 1989–1991 гг. в период с июня по сентябрь. Объем собранного альгологического материала составил 105 проб и включал образцы планктона (20), бентоса (20), мазки и соскобы от дельфинов (40). Кроме того, были изучены соскобы со стенок бассейнов, погруженных в воду деревянных и металлических конструкций и гальки в озере-дельфинарии и литоральной зоне морской акватории близ дамбы (25).

Пробы фиксировали 70%-ным этанолом (или слабым 2,0–4,0% раствором формалина), или высевали на среду Гольдберга, после чего идентифицировали. Для просмотра клеток использовали световой микроскоп "Биолам Л-212" при увеличении $\times 250$ – $\times 1000$ в трех-пяти повторностях. Водоросли идентифицировали в прижизненном состоянии, фиксированном виде и в постоянных препаратах [15, 16]. Видовой состав части материала был определен и проконсультирован в Институте биологии южных морей Л. И. Рябушко (лаборатория экологии шельфа) и О. А. Паниной (лаборатория фитопланктона).

Фактические данные представлены в работе по системе Р. Уиттекера [42] – на трех уровнях исследования биологического разнообразия – таксономическом, ценолитическом и биогеографическом (α , β и γ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический уровень биоразнообразия (α -diversity): видовой состав и локализация. Нами впервые исследовано сформировавшееся сообщество водорослей в новом местообитании с повышенным градиентом солености. Из планктонных и бентосных проб и из соскобов с поверхности кожи дельфинов были выделены и идентифицированы 37 видов водорослей, относящихся к Bacillariophyta (33), Dinophyta, Chlorophyta и Rhodophyta (по одному) (табл. 1). Из 18 родов диатомовых, зарегистрированных в бассейнах дельфинария, озере и прилегающей морской акватории, роды *Amphora* Ehrenberg ex Kützinger, 1844 и *Navicula* Bory de St.-Vincent, 1822 (по четыре вида), *Achnantes* Bory de St.-Vincent, 1822 (три вида), *Grammatophora* Ehrenberg, 1840, *Nitzschia* Hassall, 1845, *Melosira* C. Agardh, 1824, *Licmophora* C. Agardh, 1827 и *Pleurosigma* W. Smith, 1852 (по два вида) характеризуются наиболее широким распространением и видовым разнообразием. Отмечены также представители *Carinasigma* G. Reid, 2012 (= *Donkinia* Ralfs et Pritchard, 1861 emend. E. J. Cox, 1983), *Hyalodiscus* Ehrenberg, 1845, *Pseudosolenia* Sündstrom, 1986, *Skeletonema* Greville, 1865, *Striatella* C. Agardh, 1832, *Thalassionema* Grunov ex Mereschkowsky (по одному виду) и т. д.

Таблица 1

Альгофлора озера на Малом Утрише (классификация приведена по [31, 40])

Видовой состав	Локализация и фенология	Экологические группы	Географическое распространение
1	2	3	4
Отдел BACILLARIOPHYTA			
Класс Coscinodiscophyceae			
Подкласс Thalassiosirophyceae			
Порядок Thalassiosirales Glezer et Makarova, 1986			
Сем. Skeletonemaceae M. Lebour, 1930			
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) P. T. Cleve, 1878	pla, plb, 6, 9.	mc	к
Подкласс Coscinodiscophycidae			
Порядок Melosirales R. M. Crawford, 1990			
Сем. Melosiraceae Kützinger, 1844			
<i>Melosira moniliformis</i> (O. F. Müll.) C. Agardh, 1824	df, 6; plb, 9	mc	аб/к
<i>Melosira</i> sp.	plb, 9	н	н

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Сем. Hyalodiscaceae R. M. Crawford, 1990			
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kützing) Grunow, 1879	plb, 9.	мс	аб
Подкласс Rhizosoleniophycidae			
Порядок Rhizosoleniales Silva, 1962			
Сем. Rhizosoleniaceae De Toni, 1890			
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schulze) Sündstrom, 1986	pw, plb, 9	м	бт
Класс Fragilariophyceae			
Подкласс Fragilariophycidae			
Порядок Fragilariales Silva, 1962			
Сем. Fragilariaceae Greville, 1833			
<i>Tabularia tabulata</i> (C.A. Agardh) Snoeijs, 1992 (= <i>Synedra</i> (<i>Fragilaria</i>) <i>tabulata</i> (C. Agardh) Kützing, 1844)	lp, 6	см	к
<i>Fragilaria</i> sp.	plb, 6, 9	н	н
Порядок Licmophorales Round, 1990			
Сем. Licmophoraceae Kützing, 1844			
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow ex V.H., 1881	df, ab, lp, plb, 6, 9	м	аб-к
<i>Licmophora</i> sp.	df, fl, 6, 9	н	н
Порядок Thalassionematales Round, 1990			
Сем. Thalassionemataceae Round, 1990			
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	plb, 9	э	ба-к
Порядок Striatellales Round, 1990			
Сем. Striatellaceae Kützing, 1844			
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C. Agardh, 1832	ab, df, pla, plb, 6, 9	м	к
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844	lp, fl, 6; pla, plb, 9	мс	к
Класс Bacillariophyceae			
Подкласс Bacillariophycidae			
Порядок Achnantales Silva, 1962			
Сем. Achnantaceae Kützing, 1844			
<i>Achnanthes brevipes</i> C. A. Agardh, 1824	df, plb, 6	мс	к
<i>A. longipes</i> C. A. Agardh, 1824	df, plb, 6	м	к
<i>Achnanthes</i> sp.	df, plb, 6	м	н
Порядок Naviculales Bessey, 1907			
Сем. Naviculaceae Kützing, 1844			
<i>Navicula cancellata</i> Donkin, 1871	lp, 6	м	к
<i>Navicula grevillei</i> (C. Agardh) Heiberg, 1863 (= <i>Navicula grevillei</i> (C. Agardh) Cleve, 1894)	df, 6	мс	аб
<i>N. pennata</i> var. <i>pontica</i> Mereschkowsky, 1902	df, fp (l), fl, plb, 6 pw, 9	с	б/+
<i>Navicula</i> sp.	plb, 6	н	н
Сем. Pleurosigmaceae Mereschkowsky, 1903			
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith, 1852	plb, 9	м	к
<i>P. rigidum</i> W. Smith, 1853	lp, 6; plb, 9.	М	бт
<i>Carinasigma rectum</i> (Donkin) G. Reid, 2012 (= <i>Donkinia recta</i> (Donkin) Grunow 1883)	plb, 6	м	н

1	2	3	4
Порядок Thalassiophysales D. G. Mann, 1990			
Сем. Catenulaceae Mereschkowsky, 1902			
<i>Amphora angusta</i> Gregory, 1857	plb, 6	см	к
<i>A. hyalina</i> Kützing, 1844	df, ab, plb 6, 9	м	бт
<i>A. wisei</i> (M. Salah) R. Simonsen, 1962 (= <i>A. turgida</i> Gregory, 1857)	fl, 6	м	к
<i>Amphora</i> sp.	plb, 6, 9; pw, 9	м	н
Порядок Bacillariales Hendey, 1937			
Сем. Bacillariaceae Ehrenberg, 1831			
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mereschkowsky, 1901	pla, plb, 6	с	б/+
<i>Nitzschia</i> sp.	plb, 6; pw, 9	н	н
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reiman et Lewin, 1964 (= <i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg) W. Smith, 1853)	ab, lp, 6; plb, 9	см	к
Порядок Surirellales D.G. Mann, 1990			
Сем. Entomoneidaceae Reimer in Patrick et Reimer, 1975			
<i>Entomoneis paludosa</i> (W. Smith) Reimer, 1975 (= <i>Amphiprora paludosa</i> W. Smith, 1853)	plb, 9	с	аб/к
Отдел DINOPHYTA			
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld, 1901) J. D. Dodge, 1975	plb, 9	мс	б
Отдел CHLOROPHYTA			
<i>Ulothrix</i> sp.	lp, fp (l), 6	п	н
Отдел PHAEOPHYTA			
<i>Sphacelaria cirrhosa</i> (Roth.) C. Agardh, 1824	plb, 9	м	аб
Отдел RHODOPHYTA			
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J. E. Smith, 1812) Lyngbye, 1819	plb, 9	м	б

Примечание к таблице. Локализация: df – спинной плавник; ab – брюхо; fl – хвостовые лопасти; fp (l) и fp (r) – левый и правый плавники; tr – хвостовой стебель; drs – дорзальная часть тела; lp – латеральные части тела; pw – стенки бассейнов; pla – планктон в литоральной зоне; plb – планктон в озере и бассейнах. Фенология: 6, 9 – время обнаружения и выделения (месяц); * – период массового развития. Экология и распространение: м – морской, мс – морской и солоноватоводный, см – солоноватоводно-морской, с – солоноватоводный, п – пресноводный, э – эвригалинный, н – вид с неустановленной галообностью или распространенностью, к – космополит, аб – арктическо-бореальный, ба – бореально-арктический, б – бореальный, бт – бореально-тропический, + – понтический (понто-каспийский) эндемик.

По сравнению с прилегающей морской акваторией, альгофлора озера и бассейнов дельфинария значительно беднее, что обусловлено замкнутостью водного пространства и постоянным антропогенным воздействием. Тем не менее, резких контрастов в таксономическом составе не выявлено.

Ценотический уровень биоразнообразия (β -diversity): сезонная динамика сообществ. Отмечены основные черты сезонной динамики микроскопической альгофлоры в бентосе. В летний период доминируют *Amphora angusta*, *Achnantes longipes* и *Striatella unipunctata*. Кроме того, в обрастаниях присутствуют *Amphora hyalina*, *Licmophora ehrenbergii* и *Carinasigma rectum*.

В сентябре на первое место в альгоценозах выходят *Amphora hyalina*, *Amphora* sp. и *Melosira moniliformis*, к которым примешиваются *L. ehrenbergii*, *Pleurosigma elongatum*, *Fragilaria* sp., *Nitzschia* sp. и *Pseudosolenia calcar-avis*.

В настоящее время альгофлора озера на Малом Утрише не отличается существенно от сообществ Суджукской лагуны, лагуны Большого Утриша или Новороссийской бухты [13, 14, 19, 21].

Биогеографический уровень биоразнообразия (γ -diversity). Эколого-фитогеографический анализ структуры альгоценозов озера свидетельствует о своеобразии их формирования, доказывая, в частности, воздействие антропогенного фактора на этот процесс (табл. 1). В сообществах водорослей доминируют морские виды (17) по сравнению с обитателями солоноватых вод (3) и смешанными формами (10) – морскими-солоноватоводными (7) и солоноватоводно-морскими (3), что свидетельствует о прогрессирующей смене альгофлоры.

Фитогеографическая картина альгоценоза складывается в пользу заметного преобладания космополитических видов (11) по сравнению с арктическо-бореальными (6), бореально-арктическими (1), бореальными (4) и бореально-тропическими (3). Например, в озере зарегистрированы всего лишь два понто-каспийских эндемика, *Navicula pennata* var. *pontica* и *Nitzschia tenuirostris*, что служит доказательством вытеснения автохтонных видов и формирования вторичной альгофлоры в результате аллогенной сукцессии.

Функциональная роль альгологического биоразнообразия в формировании микроэкосистемы. Микроскопическая альгофлора, постоянно присутствующая в составе планктона и бентоса, тесно связана с различными биотическими и абиотическими компонентами микроэкосистемы озера и бассейнов дельфинария. В качестве основных показателей для формирования экологических групп приняты местообитание, отношение к солености, температуре и освещению, особенности годового цикла развития. В собранном материале выделены две группы обрастателей – эпизои́ты, заселяющие поверхности тела дельфинов и эпифиты/эпилиты, обитающие на макрофитах или на стенках бассейнов и конструкциях, погруженных в воду, и одна группа планктонных видов, встречающихся в толще воды на различных глубинах. Определен набор видов-эпизитов, выделенных из соскобов и мазков с поверхности кожи афалин и постоянно присутствующих в их местообитаниях (табл. 2). В соскобах с поверхности кожи дельфинов были идентифицированы 16 диатомей и *Ulothrix* sp. В то же время свободноживущие афалины в прилегающей акватории оказались свободны от микроводорослей-эпизитов, как выяснилось при отлове животных близ Темрюка. Таким образом, в ограниченной акватории озера-дельфинария четко прослеживается влияние условий среды на развитие альгофлоры эпизитов.

Таблица 2

Сравнительная структура некоторых альгообрастаний в зависимости от сезона и субстрата

Виды водорослей	Обрастания субстрата	Обрастания поверхности кожи дельфинов
<i>Achnanthes brevipes</i> C. A. Agardh, 1824	-	июнь
<i>A. longipes</i> C. A. Agardh, 1824	июнь	июнь
<i>Amphora angusta</i> Gregory, 1857	июнь	-
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844	-	июнь, сентябрь
<i>Licmophora</i> sp.	-	июнь, сентябрь
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow ex V. H., 1881	-	июнь
<i>Navicula pennata</i> var. <i>pontica</i> Mereschkowsky, 1902	-	июнь
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C. Agardh, 1832	июнь	июнь
<i>Tabularia tabulata</i> (C. A. Agardh) Snoeijs, 1992 (= <i>Synedra (Fragilaria) tabulata</i> (C. Agardh) Kützing, 1844)	-	июнь

Анализ эпизойтной альгофлоры, подтверждает выводы, сделанные в предыдущих работах [4–9, 24, 25, 27, 28]: в условиях неволи больные и ослабленные животные с пониженной активностью

заселяются видами-обрастателями, использующими любой субстрат. Это предположение подтверждается присутствием одних и тех же видов в соскобах со стенок бассейнов и с поверхности кожи. Похожее мнение высказывают авторы, исследовавшие состав диатомей-эпифитов, обитающих на макрофитах и их роль как биоиндикаторов [36]. С другой стороны, нужно отметить, что круг водорослей-обрастателей, встречающихся в озере и в бассейнах, шире, чем состав эпизоитов, и это позволяет говорить об определенной специфичности набора диатомей, заселяющих кожу китообразных (примерно 30–40 видов). Среди них отмечены представители родов *Licmophora*, *Navicula*, *Melosira*, *Synedra*, обнаруженные и у черноморских дельфинов, как и вид *Cylindrotheca closterium*. Выявление таких видов представляет интерес и в связи с отмеченными совпадениями появления обрастаний и максимального разнообразия альгофлоры с периодами ухудшения здоровья животных, на что указывают бактериологические показатели [4–8]. К эпизоидам следует также отнести *Navicula grevillei* – вид, обнаруженный на северном морском слоне [23].

Эпифитный компонент альгоценозов включает обширную группу диатомей – *A. brevipes*, *A. longipes*, *G. marina*, *M. moniliformis*, *T. tabulata*, *S. unipunctata* и другие виды [2, 3, 37 и др.]. В нашей работе они зарегистрированы как эпилиты, за редким исключением (обрастания бурой водоросли *Sphacelaria cirrosa* (Roth) C. Agardh, 1824).

Роль в питании морских организмов. Ряд видов, обитающих в дельфинарии, в природе служит кормом для гидробионтов, включая промысловые виды, причем у морских беспозвоночных отмечена избирательность в выборе объектов питания: *M. moniliformis* в большей степени привлекает моллюсков и ракообразных, чем другие виды [32]. В марикультуре для разведения брюхоногих моллюсков используют различные виды навикул, при этом также отмечено избирательное питание моллюсков, предпочитающих именно эти виды [44]. В качестве корма для моллюсков также используют *G. marina* [22], ракообразных – *T. tabulata* [41]. Среди пищевых объектов мидии зарегистрирован *Hyalodiscus scoticus* [10].

Ранее в кишечнике ряда амфипод были обнаружены и идентифицированы виды диатомей, выделенных из озера: у *Dexamine spinosa* Montagu, 1813 – *Navicula pennata* var. *pontica*, *N. closterium*, *Achnanthes longipes*, *Licmophora ehrenbergii* и *Grammatophora marina*; у *Amphithoe vaillanti* Lukas, 1846 – *Tabularia* (*Synedra*) *tabulata*, *Achnanthes brevipes*, *Hyalodiscus scoticus*, *Grammatophora marina*, *Melosira moniliformis*; у *Gammarus locusta* Linnaeus, 1758 – *Hyalodiscus scoticus*, *Grammatophora marina*, *Melosira moniliformis* и *Achnanthes brevipes*; а у *Gammarellus carinatus* Rathke, 1843 – *Hyalodiscus scoticus*, *Achnanthes brevipes*, *Licmophora ehrenbergii*, *Grammatophora marina* и *Melosira moniliformis* [29].

Некоторые авторы отмечают значение *Melosira moniliformis* для питания бычков и кефали: в 70–80% образцов, отобранных из желудков рыб, идентифицирован этот вид [34].

Массовое развитие микроводорослей и продуцирование токсинов. Наблюдения в озере и бассейнах дельфинария не выявили явлений, напоминающих «цветение» или «красный прилив». Однако были зарегистрированы виды, у которых в различных акваториях описаны вспышки массового размножения: *Skeletonema costatum* и *Pseudosolenia calcar-avis* [18], *Cylindrotheca closterium* [43] и *Nitzschia tenuirostris* [35]. Необычное массовое размножение *Striatella unipunctata* совпало с повышением уровня токсичности в бухте Портленда, причины остались невыясненными [38]. Вид *C. closterium* известен как возбудитель “цветения” в северной Адриатике, причина “грязного моря”, но ASP не обнаружен [31]. Динофлагеллята *Prorocentrum cordatum* (= *Prorocentrum minimum* (Pavillard, 1916) Schiller, 1933), зарегистрированная в бассейнах, способна вызывать «красные приливы», которые стимулируются сточными водами, насыщенными азотом и фосфором, и продуцировать токсичное вещество venegupin (известны случаи отравления людей в Японии), но его химическая структура и свойства не были выявлены [31].

Биологическая индикация. В озере и бассейнах, а также в прилегающей морской акватории, отмечены виды, которые регистрировались в экстремальных по солености условиях Тилигульского лимана – *Pleurosigma elongatum*, *Cylindrotheca closterium*, *Navicula pennata* var. *pontica* [17]. Среди видов, служащих индикаторами сильного техногенного загрязнения, названы *Tabularia tabulata* и *Melosira moniliformis* [39], а органического загрязнения – *Nitzschia tenuirostris*

и *Cylindrotheca closterium* [1] и *Prorocentrum cordatum*, присутствующие в бассейнах дельфинария. К видам-индикаторам хозяйственно-бытового загрязнения относится макрофит *Callithamnion corymbosum* [20]. Все это свидетельствует об ухудшении качества воды и указывает на необходимость проведения постоянного мониторинга и санитарно-гигиенических мероприятий.

ВЫВОДЫ

1. Впервые проведенное исследование альгологического сообщества, сформировавшегося в новом местообитании с повышенным градиентом солености, позволило выделить и идентифицировать из планктонных и бентосных проб, а также из соскобов с поверхности кожи дельфинов (всего 105 образцов), 37 видов водорослей, относящихся к Bacillariophyta (33), Dinophyta, Chlorophyta и Rhodophyta (по одному).

2. Альгофлора озера и бассейнов дельфинария значительно беднее, по сравнению с прилегающей морской акваторией, что обусловлено ограниченностью водного пространства и постоянным антропогенным воздействием.

3. Наиболее широким распространением и видовым разнообразием из 18 родов диатомовых, зарегистрированных в бассейнах дельфинария, озере и прилегающей морской акватории, характеризуются роды *Amphora* и *Navicula* (по четыре вида), *Achnantes* (три вида), *Grammatophora*, *Nitzschia*, *Melosira*, *Licmophora* и *Pleurosigma* (по два вида). Отмечены также представители *Carinasigma* (= *Donkinia*), *Hyalodiscus*, *Pseudosolenia*, *Skeletonema*, *Striatella*, *Thalassionema* (по одному виду).

4. Отмечены основные черты сезонной динамики микроскопической альгофлоры в бентосе и выделены доминирующие виды.

5. Эколого-фитогеографический анализ структуры альгоценозов указывает на доминирование морских видов (17); морская и солоноватоводная (7), солоноватоводно-морская (3) и солоноватоводная (3) альгофлоры представлены в меньшем количестве; преобладают космополиты (11) и бореальные (4) виды, присутствуют также бореально-тропические (3), бореально-арктические (1) и арктическо-бореальные (6) представители. В озере зарегистрированы всего лишь два понто-каспийских эндемика, *Navicula pennata* var. *pontica* и *Nitzschia tenuirostris*, что служит доказательством вытеснения автохтонных видов и формирования вторичной альгофлоры в результате аллогенной сукцессии.

6. Обозначена функциональная роль альгологического биоразнообразия в формировании природно-антропогенной микроэкосистемы дельфинария и ее основные аспекты: 17 видов способны образовывать колонии на поверхности тела дельфинов; выделены основные экологические группы микроводорослей (эпизоиты, эпилиты/эпифиты); подчеркнуто значение альгологического фактора в питании гидробионтов и продуцировании биологически активных веществ.

Благодарности. Всем специалистам, принимавшим участие в данной работе, автор выражает глубокую благодарность и признательность: В. С. Плебанскому – за участие в сборе альгологического материала, Л. И. Рябушко и О. А. Паниной – за определение видового состава альгологических проб.

Список литературы

1. Бегун А. А. Микроводоросли перифитона прибрежных вод г. Владивостока в условиях антропогенного загрязнения / А. А. Бегун // Территориальные исследования: цели, результаты и перспективы: матер. IV региональной школы-конф. молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Биробиджан, 13–15 ноября 2007 г. – С. 13.
2. Бегун А. А. Диатомовые водоросли эпифитона бурой водоросли *Sargassum pallidum* (Turner) C. Agardh в бухте Тихая Заводь (залив Восток, Японское море) / А. А. Бегун, С. И. Масленников, А. Б. Крючкова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – 2011. – Т. 24. «Ихтиология. Экология». – С. 13–19.
3. Георгиев А. А. Эпифитные диатомовые водоросли макрофитов пролива Великая Салма (Кандалакшский залив, Белое море): автореферат дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук / А. А. Георгиев; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М., 2010. – 23 с.

4. Гольдин Е. Б. Биоиндикация антропогенного загрязнения дельфинариев на основе альгологической характеристики / Е. Б. Гольдин // 1 з'їзд Гідроекол. тов-ства України. – К., 1993. – С. 16.
5. Гольдин Е. Б. Микроскопические водоросли как биоиндикаторы состояния окружающей среды в местах содержания морских млекопитающих / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 1 (20). – С. 105–113.
6. Гольдин Е. Б. Эпибионтная альгофлора афалин в черноморских дельфинариях / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 2 (21). – С. 105–113.
7. Гольдин Е. Б. Микроскопическая альгофлора Карадагского дельфинария / Е. Б. Гольдин // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6 (25). – С. 76–95.
8. Гольдин Е. Б. Альгологические исследования обрастаний черноморских дельфинов / Е. Б. Гольдин, В. С. Плебанский // Тр. Междунар. симп. «Проблемы патологии и охраны здоровья диких животных: Экологическое взаимодействие и болезни диких и с.-х. животных». – М., 1992. – С. 14–16.
9. Гольдин Е. Б. К изучению альгофлоры мест содержания морских млекопитающих / Е. Б. Гольдин, В. С. Плебанский, О. А. Панина // 10 Всесоюз. совещание по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих: тез. докл. – М.: ВНИЭРХ, 1990. – С. 74–75.
10. Данилова М. М. Соотношение растительных и животных объектов пищевого спектра мидии из разных районов Черного моря / М. М. Данилова // Екологічні проблеми Чорного моря: Міжнародна наук. – практ. конф. (Одеса, 31 травня – 1 червня, 2007 р.). – Одеса, 2007. – С. 77–81.
11. Ефремов Ю. В. В стране горных озер / Ю. В. Ефремов. – Краснодар: Краснодар книж. изд-во, 1991. – 192 с.
12. Иноземцев А. А. Сохранить осколок древней Понтиды / А. А. Иноземцев, С. Л. Перешкольник // Природа. – 1987. – № 8. – С. 38–49.
13. Кузьмина И. А. Сезонные изменения фитопланктона в Новороссийской бухте / И. А. Кузьмина // Рыбохозяйственные исследования планктона. – М.: ВНИРО, 1991. – Ч. 1. – С. 81–87.
14. Михайловская З. Н. Фитопланктон Новороссийской бухты и его вертикальное распределение / З. Н. Михайловская // Тр. Новороссийской биол. станции им. В. М. Арнольди. – 1936. – Т. 2, вып. 1. – С. 37–54.
15. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря / А. И. Прошкина-Лавренко. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 222 с.
16. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря / А. И. Прошкина-Лавренко. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – 241 с.
17. Теренько Л. М. Планктонные микроводоросли Тилигульского лимана / Л. М. Теренько // Экол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплекс. використ. ресурс. шельфу. – 2005. – Вып. 12. – С. 622–631.
18. Теренько Г. В. Современное состояние фитопланктонного сообщества украинского сектора Азовского моря в декабре 2009 г. / Г. В. Теренько, М. А. Грандова // Наук. зап. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія [редкол.: М. М. Барна, В. В. Грубінко, В. З. Курант та ін.]. – Тернопіль, 2010. – Вып. 3 (44). – Спец. вип. : Гідроекологія. – С. 275–277.
19. Химица В. А. Влияние гидрохимических условий на величину продукции фитопланктона в лагуне мыса Большой Утриш (Черное море) / В. А. Химица, Л. А. Мысовская, Г. Ф. Ковальчук // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море: сб. науч. трудов. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 113–119.
20. Шахматова О. А. Отклик гидробионтов на стрессовые факторы морских экосистем / О. А. Шахматова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 7 (26). – С. 98–113.
21. Ясакова О. Н. Сезонная динамика фитопланктона Новороссийской бухты в 2007 году / О. Н. Ясакова // Морський екологічний журнал. – 2013. – Т. XII, № 1. – С. 92–102.
22. Affan A. Growth characteristics, bio-chemical composition and antioxidant activity of benthic diatom *Grammatophora marina* from Jeju coast, Korea / A. Affan, R. Karawita, Y. J. Jeon, B. Y. Kim, J. B. Lee // Algae. – 2006. – Vol. 21. – P. 141–148.
23. Baldrige A. The barnacle *Lepas pacifica* and the alga *Navicula grevillei* on northern elephant seals, *Mirounga angustirostris* / A. Baldrige // J. Mammal. – 1977. – Vol. 58. – P. 428–429.
24. Goldin E. B. The algal investigations for water pollution determination in marine mammals capture sites / E. B. Gol'din // European Research on Cetaceans – 8: Proc. 8-th Annual Conf. ECS, Montpellier, France, 4–6 March 1994 [Ed. P. G. H. Evans]. – Lugano, 1994. – P. 235–236.
25. Gol'din E. B. The distribution of microalgae overgrowing the skin of cetaceans in the Black Sea dolphinaria / E. B. Gol'din // European research on cetaceans – 9: Proc 9th Annu Conf.: ECS, Lugano, Switzerland, 9–11 February 1995 [Ed. P. G. H. Evans]. – Kiel, Germany, 1996. – P. 227–228.
26. Gol'din E. B. Algae and man-made alteration of salinity in the Black Sea coastal lakes / E. B. Gol'din // IOPB VIIth Internat. Symp. “Plant Evolution in Man-made Habitats”, August 10–15, 1998, Amsterdam, The Netherlands. – IOPB Newsletter Special Issue [N. Werker & G. B. A. van Reenen, guest eds.]. – P. 21.
27. Gol'din E. B. Microphytic algae-vegetation of Little Utrish dolphinarium / E. B. Gol'din // European research on cetaceans – 13: Proc. 13-th Annu Conf.: ECS: Valencia, 5–8 April 1999 [Eds. P. G. H. Evans, J. Cruz and J. A. Raga]. – Valencia, Spain, 1999. – P. 427.
28. Gol'din E. B. The seasonal dynamics of algal vegetation in Karadag dolphinarium / E. B. Gol'din // European research on cetaceans – 11: Proceedings of 11-th Annual Conference: European Cetacean Society: Stralsund, Germany, 9–11 March 1997 [Ed. P. G. H. Evans]. – Kiel, Germany, 1997. – P. 270–274.
29. Greze I. I. Feeding habits and food requirements of some amphipods in the Black Sea / I. I. Greze // Marine Biol. – 1968. – Vol. 1. – P. 316–321.

30. Guiry M. D. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from AlgaeBase with permission of M. D. Guiry) / M. D. Guiry, G. M. Guiry // Accessed through: World Register of Marine Species. [Электронный ресурс]. – 2014. Режим доступа: <http://www.algaebase.org>.
31. Hallegraeff G. M., Anderson D. M., Cembella A. D. (Eds). Manual on Harmful Marine Microalgae [G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson, A. D. Cembella, eds]. – UNESCO: Paris, 2004. – 793 p.
32. Hillebrand H. Marine microbenthic community structure regulated by nitrogen loading and grazing pressure / H. Hillebrand, B. Worm., H. Lotze // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 2000. – Vol. 204. – P. 27–38.
33. Leontyeva O. A. The creation of Utrish Reserve at Abrau Peninsula as the method to protect the nature of north western Caucasus of the Black Sea Coast / O. A. Leontyeva, S. L. Pereshkolnik // Proc. First Internat. Conf. Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 93, November 2–5, 1993 [Ed. E. Özhan]. – MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 1993. – P. 447–457.
34. Matthew L. J. Why sweat the small stuff: the importance of microalgae in Hawaiian stream ecosystems / L. J. Matthew // Biology of Hawaiian Streams and Estuaries: Bishop Museum Bulletin in Cultural and Environmental Studies [Eds. N. L. Evenhuis et J. M. Fitzsimons]. – 2007. – 3. – P. 183–193.
35. Moncheva S. Phytoplankton Blooms in Black Sea and Mediterranean Coastal Ecosystems Subjected to Anthropogenic Eutrophication: Similarities and Differences / S. Moncheva, O. Gotsis-Skretas, K. Pago, A. Krastev // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2001. – 53. – P. 281–295.
36. Morales E. A., Rivera S. F. Choice of macrophytes substrate in the use of diatoms as indicators of pond water quality assessment: preliminary data in the case of Alalay Pond (Cochabamba, Bolivia) / E. A. Morales, S. F. Rivera // Lakes, reservoirs and ponds. – 2012. – Vol. 6 (1). – P. 20–42.
37. Munda I. M. Seasonal fouling by diatoms on artificial substrata at different depths near Piran (Gulf of Trieste, Northern Adriatic) / I. M. Munda // Acta Adriat. – 2005. – 46 (2). – P. 137–157.
38. Parry G. D. Exotic marine pests in Portland harbour and environs / G. D. Parry, D. R. Currie and D. P. Crookes // Technical Report No. 1. – Marine and Freshwater Resources Institute, 1997. – 43 p.
39. Petrov A. N., Nevrova E. L. Database on Black Sea benthic diatoms (Bacillariophyta): its use for a comparative study of diversity peculiarities under technogenic pollution impacts / A. N. Petrov, E. L. Nevrova // Proc. Ocean Biodiversity Informatics: Internat. Conf. Marine Biodiversity Data Management (Hamburg, Germany, November 2004): IOC Workshop Report, VLIZ Special Publication, 2007. – 202 (37). – P. 153–165.
40. Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G. The Diatoms. Biology and morphology of the genera / F. E. Round, R. M. Crawford., D. G. Mann. – Cambridge Univ. Press, 1990. – 747 p.
41. Sommer U. Selectivity of *Idothea chelipes* (Crustacea: Isopoda) grazing on benthic microalgae / U. Sommer // Limnol. Oceanogr. – 1997. – 42 (7). – P. 1622–1628.
42. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity / R.H. Whittaker // Taxon. – 1972. – Vol. 21. – N 2/3. – P. 213–251.
43. Xhulaj S. Phytoplankton abundance and composition in the Viluni Lagoon (Albanian Northern Coast) / S. Xhulaj // Natura Montenegrina, Podgorica. – 2011. – 10 (3). – P. 215–225.
44. Zhang Y. Diatom diet selectivity by early post-larval abalone *Haliotis diversicolor supertexta* under hatchery conditions / Zhang Yuyu, Gao Yahui, Liang Junrong, Chen Changping Zhao Donghai, Li Xuesong, Li Yang, Wu Wenzhong // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. – 2010. – Vol. 28, N 6. – P. 1187–1194.

Гольдін Є. Б. До вивчення альгофлори Малого Утришу // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 3–11.

Досліджено мікроскопічної альгофлори середовища утримання чорноморських афалін та їх шкіряних покривів в дельфінарії на Малому Утришу. Виявлені таксономічна структура, динаміка складу альгологічних спільнот, екологічні особливості розповсюдження мікроводоростей в озері, басейнах та прилеглої морської акваторії, визначено впливу мікроводоростей на санітарно-гігієнічну ситуацію в антропогенних водних мікроекосистемах та їх значення в патології морських ссавців при утриманні у неволі.

Ключові слова: альгофлора, діатомові водорості, обростання, епібіонти, морські ссавці, Чорне море, дельфінарій, Малий Утриш.

Gol'din E. B. To the research of algae-vegetation in Little Utrish // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 3–11.

Microphytic algae-vegetation of habitat and skin coverings of bottlenose dolphins was investigated in the lake and basins of Little Utrish dolphinarium. The taxonomic structure, dynamics of microalgal communities structure, ecological characteristics of microalgal localization and distribution in the lake, closed basins and adjoining sea area, their influence to the sanitary and hygienic situation in anthropogenic water microecosystems, and the importance of microalgae in captured marine mammal's pathology were revealed.

Key words: algae vegetation, diatoms, fouling, epibionts, marine mammals, the Black Sea, dolphinarium, Little Utrish.

Поступила в редакцію 03.02.2014 з.

УДК 595.782 (477.75)

ЧЕТВЕРТОЕ ДОПОЛНЕНИЕ ПО ФАУНЕ И БИОЛОГИИ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA) КРЫМА

Будашкин Ю. И.

Карадагский природный заповедник, Феодосия, budashkin@ukr.net

Приводятся результаты оригинальных исследований фауны и биологии крымских чешуекрылых 1991–2014 годов: 2 новых для Крыма вида, из которых 1 (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000) является новым для фауны Украины. Из списка крымской фауны чешуекрылых исключен *Udea fulvalis* (Hübner, [1809]), как результат неверного определения в прошлом экземпляров *Udea languidalis* (Eversmann, 1842). Для 16 видов чешуекрылых приводятся новые кормовые растения, причем для 3 из них (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000, *Ancylosoma substratellum* (Christoph, 1877), *Udea languidalis* (Eversmann, 1842)) таковые выявлены впервые. Для 12 видов приводятся ранее неизвестные особенности их жизненных циклов по оригинальным данным.

Ключевые слова: Lepidoptera, Крым, новые фаунистические находки, новые кормовые растения, годовые циклы развития.

ВВЕДЕНИЕ

В данном сообщении продолжается начатая автором в последние годы работа по дополнению и корректировке фаунистического перечня чешуекрылых (Lepidoptera) Крымского полуострова, а также по выявлению биологических особенностей различных, в первую очередь, малоизвестных представителей крымской лепидоптерофауны в этом регионе [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Ниже предлагаются наиболее существенные результаты такой работы, проведенной в 2013 году.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основным материалом настоящего сообщения послужили собранные автором в 1991–2014 годах в процессе экспедиционных обследований различных пунктов горного и равнинного Крыма и стационарных наблюдений в Карадагском природном заповеднике принципиально новые фаунистические и биологические сведения по чешуекрылым полуострова.

Работа проводилась по стандартным энтомологическим методикам. Основными методами получения фаунистической информации выступили сборы чешуекрылых в ночное время на светоловушку (лампа ДРЛ-250), а также дневные и вечерние сборы (с помощью энтомологического сачка). Сборы проводились в основном в различных относительно не затронутых хозяйственной деятельностью человека природных местообитаниях. Для получения биологической информации в природе собирались в основном живые взрослые гусеницы чешуекрылых. Затем они выкармливались до имаго в условиях, приближенных к природным, в результате чего накапливались подробные данные по характеру питания, этологическим особенностям и циклам развития выведенных видов. Определение материала проводилось по фондовой коллекции Карадагского природного заповедника НАН Украины и соответствующим литературным источникам, в необходимых случаях с привлечением строения копулятивного аппарата обоих полов (в том числе и типовых экземпляров). Система и номенклатура в приводимом ниже видовом перечне соответствует современным представлениям [8, 9, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Семейство ADELIDAE

Nemophora istrianea (Heydenreich, 1851)

Сведения по биологии. Моновольтинный вид, принадлежащий к среднелетней фенологической группе (лет бабочек в середине июня – июле). Биотопически приурочен к скальным выходам (нагорно-ксерофитным стадиям), где встречается практически везде в местах произрастания кормового растения – головчатки жесткой (*Cephalaria coriacea* (Willd.) Steud.).

Бабочки постоянно держатся у куртин этого растения, днем могут быть часто встречены питающимися на его цветах.

***Cauchas rufifrontella* (Treitschke, 1833)**

Сведения по биологии. Моновольтинный вид, принадлежащий к поздневесенне- раннелетней фенологической группе (лет бабочек во второй декаде апреля – мае). Экологически пластичен, встречается во многих степных и остепненных биотопах, в том числе и антропогенно преобразованных (разнотравно-степных, галофитно-степных, залежах, пустырях и пр., в том числе и в пределах населенных пунктов). 23.04.2014 в галофитно-степных сообществах Южного Присивашья в окрестностях п. Львово отмечена беспрецедентно высокая плотность популяции данного вида (многие сотни экземпляров). Бабочки концентрировались на цветах клоповника пронзеннолистного (*Lepidium perfoliatum* L.), вне всякого сомнения, одного из кормовых растений его гусеницы.

Семейство SCYTHRIDIDAE

***Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000**

Материал. Крым, Чауда, ex larva с *Limonium meyeri* (Boiss.) O. Kuntze, 17–24.06.2003 (Будашкин) – 2 самца, 4 самки.

Распространение. Россия (Южный Урал) [11, 12]. Новый вид для фауны Украины.

Сведения по биологии. По-видимому, тривольтинный вид, лет бабочек которого почти непрерывно продолжается с мая до сентября включительно. Зимующая фаза не установлена, вероятно, это куколка. Биотопически приурочен к различным типам галофитных сообществ (солончаковые местообитания, галофитные степи, растительные ассоциации по берегам морей), где встречается, по всей видимости, в Крыму повсеместно (Севастополь, окрестности Евпатории и Сак, Меганом, Лисья бухта, Карадаг, Бараколь, Тихая бухта, Двужорная долина, окрестности Приморского, Яснополянского, Львово, Арабатская стрелка, Мысовое, Казантип, Караларская степь, различные пункты Керченского полуострова и пр.). Взрослые гусеницы с третьей декады мая до середины июня, в июле – начале августа и в октябре многократно наблюдались на кермеке Мейера (*Limonium meyeri* (Boiss.) O. Kuntze). Очень подвижные и пугливые личинки оливково-коричневатого цвета живут строго поодиночке под легкой шелковинной «накидкой» на листьях кормового растения. При малейшей опасности они мгновенно покидают убежище (чаще всего двигаясь задом наперед) и спрыгивают с листа в подстилку, где быстро прячутся в трещины почвы или другие укрытия. Питание путем выгрызания беспорядочных дыр в листовой пластинке до нижней кожицы (фактически путем своеобразного скелетирования листа). Окукливание вне места питания в подстилке в средней плотности беловатом коконе или свободно без кокона (из таких «свободных» куколок выводились самцы). Фаза предкуколки продолжается 1–3 дня, куколка развивается 10–14 дней. Пищевые связи и жизненный цикл данного вида установлены впервые.

Семейство COLEOPHORIDAE

***Cepurga hemerobiella* (Scopoli, 1763)**

Сведения по биологии. 16.05.2014 в лесостепных биотопах северо-западного склона возвышенности у источника Лягушка (Карадагский природный заповедник) обнаружена одна взрослая гусеница на боярышнике однопестичном (*Crataegus monogyna* Jacq.). Питание путем минирования молодых листьев.

***Orthographis serratulella* (Herrich-Schäffer, 1855)**

Сведения по биологии. По-видимому, бивольтинный вид, лет бабочек которого зафиксирован во второй половине мая (очень полетанный экземпляр) и в третьей декаде июля (свежая бабочка). Зимует, или молодая, или средневозрастная гусеница. Весной уже пустые чехлики гусениц обнаруживались 3.06.2007, 19 и 24.05.2011, а с взрослыми гусеницами – 24.05.2007. По-видимому, основной период личиночного развития первого поколения приходится на весенний – начало раннелетнего фенологические периоды (апрель – май). Гусеница второго поколения развивается в конце раннелетнего – начале среднелетнего фенологические периоды (июнь – середина июля). Кукольная диапауза отсутствует. Биотопически приурочен к петрофитно-степным и, отчасти, к нагорно-ксерофитным стадиям, где встречается довольно локально и редко только в местах

произрастания кормового растения – наголоватки узколистной (*Jurinea stoechadifolia* (Bieb.) DC). В настоящее время выявлено всего три локалитета обитания данного вида в Крыму: Карадагский заповедник, привершинные участки южных склонов хр. Беш-Таш; Узун-Сырт, подножье южного склона; Казантипский заповедник, привершинные участки Восточной гряды. Гусеница облигатный филлофаг, минирует листья кормового растения. По литературным сведениям в Западной Европе личиночное развитие может осуществляться также на большеголовнике васильковидном (*Stemmacantha centauroides* (L.) Holub) и наголоватке низкой (*Jurinea humilis* Desf. (DC)) [13], серпухе (*Serratula* L.) и наголоватке (*Jurinea* Cass.) [14, 15, 16], причем питание на серпухе (*Serratula* L.) на наш взгляд требует подтверждения. Таким образом, классифицируем данный вид как относительно узкого олигофага сложноцветных.

***Casignetella directella* (Zeller, 1849)**

Сведения по биологии. В дополнение к ранее приведенным данным [17] отмечаем, что 8.05.2014 нами обнаружен еще один локалитет обитания данного вида в нагорно-ксерофитных стациях южных склонов хр. Узун-Сырт. Взрослые гусеницы отмечены на том же кормовом растении, что и ранее, но в дополнение к питанию путем минирования листьев зафиксировано питание путем протачивания завязей (незрелых цветочных головок).

Семейство TORTRICIDAE

***Cnephasia chrysanthæana* (Duponchel, 1843)**

Материал. Крым, Тепе-Оба, ex larva с *Cerinth minor* L., 3.06.2013 (Будашкин) – 1 самка.

Сведения по биологии. 15.05.2013 в лугово-степных ассоциациях склонов восточной экспозиции возвышенности Тепе-Оба собрано три взрослые гусеницы на восковнике малом (*Cerinth minor* L.). Личинки обитают в небольших комковидно скрученных гнездах из нескольких листьев кормового растения. Питание листьями кормового растения. Окукливание вне места обитания в подстилке в легком полупрозрачном коконе через несколько дней после сбора. Выведение имаго (1-ой самки) 3.06.2013 (куколка развивается без диапаузы).

***Philedone gerningana* ([Denis & Schiffermüller], 1775)**

Материал. Крым, Карадаг, источник Лягушка, ex larva с *Plantago lanceolata* L., 26.05.2013 (Будашкин) – 1 самка.

Сведения по биологии. 14.05.2013 в лугово-степных ассоциациях склонов северо-западной экспозиции возвышенности у источника Лягушка (Карадагский природный заповедник) собрана одна взрослая гусеница на подорожнике ланцетолистном (*Plantago lanceolata* L.). Личинка найдена в приплетенных друг к другу и скрученных трубковидно двух листьях кормового растения. Питание листьями кормового растения путем выгрызания беспорядочных дыр в них. Окукливание вне места обитания в подстилке в легком полупрозрачном коконе 17–18.05 (стадия предкуколки продолжается одни сутки). Выведение имаго (1-ой самки) 26.05.2013 (куколка развивается восемь дней).

***Cacoecimorpha pronubana* (Hübner, [1796–1799])**

Материал. Крым, Коктебель, живая изгородь у поселкового отделения милиции, ex pupa с *Ligustrum vulgare* L., 8.05.2013 (Будашкин) – 1 самка. Крым, Карадаг, парк биостанции, ex pupa с *Bupleurum fruticosum* L., 16.05.2013 (Будашкин) – 4 самца.

Сведения по биологии. Куколки найдены 7 и 14.05.2013 в поселковых зеленых насаждениях п. Коктебель и в парковых насаждениях Карадагской биостанции на бирючине обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) и володушке кустарниковой (*Bupleurum fruticosum* L.) соответственно. Личинки обитают в сплетенных в основном лодочкообразно листьях кормовых растений, питаются листьями. Окукливание в месте обитания личинки в легком полупрозрачном коконе. Куколка развивается без диапаузы.

***Aphelia stigmatana* (Eversmann, 1844)**

Сведения по биологии. Во второй декаде мая 2014 в степных биотопах южных склонов хр. Узун-Сырт наблюдались взрослые гусеницы в сплетенных шелковиной соцветиях шалфея поникающего (*Salvia nutans* L.). Питание как вегетативными, так и генеративными частями соцветия. Окукливание вне места питания.

***Pelatea klugiana* (Freyer, 1836)**

Материал. Крым, Ю склон хр. Узун-Сырт, вечерний лов, 17.05.2011 (Будашкин) – 1 самец. Крым, хр. Узун-Сырт, верхнее плато, ex larva с *Paemonia tenuifolia* L., 9–14.05.2013 (Будашкин) – 31 самец, 15 самок.

Распространение. Горы Средней и Южная Европа, Россия (Среднее и Нижнее Поволжье) [18, 19, 20, 21]. В Украине был известен из Карпат (под вопросом) и Луганской области [18, 19, 22]. Новый вид для фауны Крыма.

Сведения по биологии. Моновольтинный вид, принадлежащий к раннелетней фенологической группе (лет бабочек в мае). В жизненном цикле, по-видимому, имеется многомесячная летне-зимняя диапауза молодой гусеницы. Биотопически приурочен к петрофитно-степным и некоторым другим вариантам остепненных сообществ (в том числе, и яйлам), где встречается локально в местах произрастания кормового растения гусеницы – пиона узколистного (*Paemonia tenuifolia* L.). По-видимому, в Крыму распространен везде, где имеется его кормовое растение. Личиночное развитие проходит в весенний период (апрель). Гусеницы обитают в комковидно скрепленных шелковиной гнездах из листьев на верхушечных, реже боковых побегах кормового растения. Питание листьями, молодой нарастающей частью побега и генеративными частями (завязями). Окукливание чаще всего в месте обитания, реже в подстилке в довольно плотном беловатом коконе в конце поздневесеннего периода. Куколка развивается без диапаузы.

Таксономические замечания. Недавно по материалу из Среднего Поволжья был описан новый подвид рассматриваемого вида *Pelatea klugiana verucha* (Nedoshivina & Zolotuhin, 2005) [20]. Основными отличиями этого подвида от номинативной формы согласно первоописания выступали более мелкие размеры бабочек, более узкие их передние крылья, более светлая окраска последних, а также некоторые отличия в строении гениталий обоих полов: более узкий кукуллус, двулопастной ункус, несколько иное строение эдеагуса, иная форма антрума и др. Внешне нами изученные крымские экземпляры идентичны западноевропейским бабочкам. А по строению гениталий обоих полов, насколько это можно судить по литературным изображениям, ближе к поволжским, но имеют не полный набор отличий, которые послужили диагностическими при описании нового подвида. Так, например, ункус у крымских экземпляров явно двулопастной, кукуллус немного шире, чем у поволжских экземпляров, но уже, чем у западноевропейских, строение эдеагуса ближе к западноевропейским, а антрума – к поволжским. Изученная единственная самка из Луганской области из серии, использованной З. Ф. Ключко для своей публикации [22], с этикеткой «Стрельц[овская] степь, выв[едена] 23–24.05.2007» (Зоомузей Киевского университета), практически идентична крымскому материалу. К сожалению, мы не знакомы в натуре ни с поволжским, ни с западноевропейским материалом по рассматриваемому виду, поэтому более определенное мнение по поводу таксономического статуса крымских представителей *P. klugiana* высказать пока не представляется возможным.

***Grapholita lunulana* ([Denis & Schiffermüller], 1775)**

Сведения по биологии. 23.04.2014 в галофитно-степных сообществах Южного Присивашья в окрестностях п. Львово отмечено около десятка бабочек, которые были строго приурочены к растениям горошка узколистного (*Vicia angustifolia* Reichard), вне всякого сомнения, одного из кормовых растений гусеницы этого вида.

Семейство PHYCITIDAE

***Acrobasis glaucella* Staudinger, 1859**

Материал. Крым, Карадаг, Ю склон хр. Беш-Таш, С склон хр. Карагач, ex larva с *Quercus pubescens* Willd., 13–23.06.2013 (Будашкин) – 3 самца, 2 самки.

Сведения по биологии. 14 и 16 мая 2013 в пушистодубово-фисташковых редколесьях нижних участков южных склонов хр. Беш-Таш и лесостепных биотопах нижних участков северного склона хр. Карагач соответственно (Карадагский природный заповедник) на подросте дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) собрано двенадцать взрослых гусениц. Зарегистрировано также около десятка средневозрастных гусениц, которые в лабораторные условия не помещались (оставлены в местах обитания). Личинки поодиночке живут в трубках из плотной грязно-белой шелковины, покрытых сверху экскрементами, которые вплетены в скрученные листья или

приплетены к небольшим веточками кормового растения. Питание путем скелетирования листьев за пределами убежища. Окукливание в месте обитания (в трубочке из шелковины, покрытой экскрементами) примерно в течение недели-двух после сбора. Выведение имаго (3 самца и 2 самки) 13, 15–16, 17, 21, 22–23.06.2013 (куполка развивается практически без диапаузы).

***Gymnancyla hornigi* (Lederer, 1852)**

Сведения по биологии. Осенью 2013 (октябрь – ноябрь) в различных пунктах Восточного Крыма (Коктебель, Бараколь, Двукорная бухта, окрестности п. Львово) в галофитно-степных и солончаковых местообитаниях многократно наблюдались разновозрастные гусеницы на галимине бородавчатой (*Halimione verrucifera* (Bieb.) Aell.). Личинки обитают среди оплетенных легкой шелковиной плодов на плодоносах кормового растения. Питание плодами и незрелыми семенами. Уход на окукливание в подстилку, окукливание в легком сетчатом коконе. Зарегистрирована восьми-девятимесячная зимне-летняя диапауза куколки.

***Ancylsoma substratellum* (Christoph, 1877)**

Сведения по биологии. В течение двух последних десятилетий личинки данного вида практически ежегодно наблюдаются в различных типах галофитных биотопов (солончаковые местообитания, галофитные степи, растительные ассоциации по берегам морей) в разных пунктах Крыма (Севастополь, окрестности Евпатории и Сак, Меганом, Лисья бухта, Карадаг, Бараколь, Тихая бухта, Двукорная долина, окрестности Приморского, Яснополянского, Львово, Арабатская стрелка, Мысовое, Казантип, Караларская степь). Взрослые гусеницы в середине июня – июле и в конце августа – октябре регистрируются на кермеке Мейера (*Limonium meyeri* (Boiss.) O. Kuntze). На протяжении всего личиночного развития данный вид является облигатным минером листьев, гусеницы поодиночке, редко по две-три обитают в крупных пятновидных минах, питаются паренхимой листа. Извлеченная из мины гусеница по нашим многократным наблюдениям не способна к новому внедрению в лист и, как правило, погибает (если только извлечение случайно не совпало с окончанием ее развития). Окукливание вне места питания в подстилке в сероватом коконе, куполка развивается без диапаузы. Зимует, по-видимому, взрослая гусеница, ушедшая на окукливание в подстилку. В течение года развивается две генерации, лет бабочек наблюдается в середине мая – июне и в июле – сентябре. Пищевые связи и жизненный цикл данного вида установлены впервые.

Семейство PYRAUSTIDAE

***Cynaeda dentalis* ([Denis & Schiffermüller], 1775)**

Сведения по биологии. В дополнение к ранее приведенным данным [23] отмечаем, что основное время личиночного развития данный вид проводит как минер розеточных листьев кормового растения – синяка Биберштейна (*Echium biebersteinii* Lacaita). Минирование всегда начинается на вершине листа и следует в базальном направлении. При этом, паренхима, начиная с верхних частей листа, выедается полностью, в результате чего поврежденный лист в месте отсутствия мякоти чернеет и постепенно сворачивается к основанию. При благоприятных условиях личинка полностью выедает лист и только после этого внедряется в стебель, где и заканчивает свое развитие. По-видимому, возможно и нарушение такой схемы развития – вероятно для внедрения в стебель гусенице не обязательно полностью выесть лист, а возможно это сделать после минирования половины или даже трети листовой пластинки. В пользу такой версии свидетельствует большое количество находимых пустыми частично минированных листьев при отсутствии в них следов гибели гусениц и при наличии при этом гусениц в стеблях этого же экземпляра кормового растения. Также весьма интересен и неоднозначен характер имагинальной активности данного вида. Ф. Сламка [24] для Западной Европы, как мы в своих наблюдениях в Карадагском заповеднике [23], отмечаем два основных периода лета бабочек этого вида: май – июнь и третья декада июля – октябрь включительно. На первый взгляд такой рисунок фенологии говорит о наличии двух генераций в год, что и принимается словацким исследователем для южных районов Европы [24]. Однако, вновь полученные наши данные противоречат такому утверждению. Мины молодых гусениц на розеточных листьях кормового растения наблюдаются как осенью, так и весной, что свидетельствует о том, что в них зимуют гусеницы первых

возрастов. По-видимому, кроме этого могут зимовать и полностью выкормившиеся гусеницы в сухих прошлогодних стеблях кормового растения, которые по какой-то причине не выводятся во второй половине лета или осенью, а впадают в длительную диапаузу и именно они после окукливания весной продуцируют бабочек, которые летают в мае – июне. То есть, другими словами, у этого вида наблюдается сложная схема годичного цикла развития. Параллельно существуют как бы две линии развития. Первая: зимует гусеница первых возрастов, дальнейшее ее развитие в мае – июне, затем эстивация выкормившейся гусеницы (разной продолжительности, но не многомесячная), затем окукливание (куколка развивается примерно в течение двух недель), затем выход бабочек во второй половине лета – середине осени, яйцекладка на вторично вегетирующее в виде розеточных листьев кормовое растение, затем внедрение молодой гусеницы в вершину листа кормового растения, начало ее развития и зимовка в этом состоянии. Вторая линия: длительная летне-зимняя диапауза взрослой гусеницы в сухом прошлогоднем стебле кормового растения, затем окукливание весной следующего года (куколка развивается без диапаузы), затем выведение имаго в мае – июне, яйцекладка на молодые розеточные листья кормового растения, затем выведение гусеницы и внедрение ее в вершину листа кормового растения, затем ее дальнейшее развитие (почти в те же сроки, как и у первой линии, но, видимо, все же с небольшим смещением – условно говоря, в середине мая – середине июля), затем многомесячная летне-зимняя диапауза выкормившейся гусеницы. Морфологически как в Крыму, так и в южной Европе раннелетние и позднелетне-осенние бабочки идентичны, что позволяет относить их к одному виду и трактовать его годичный цикл развития именно так, как предложено нами выше. Вместе с тем, не исключено, что при более глубоких (например, генетических) исследованиях обе указанные линии развития рассматриваемого вида могут уже иметь отдельный таксономический статус, в том числе, и видового уровня.

***Udea languidalis* (Eversmann, 1842)**

Материал. Крым, Тепе-Оба, ex larva с *Cerinth minor* L., 1–2.06.2013 (Будашкин) – 2 самки.

Сведения по биологии. Моновольтинный вид, принадлежащий к среднелетней фенологической группе (лет бабочек в июне – августе). В жизненном цикле, по-видимому, имеется многомесячная летне-зимняя диапауза молодой гусеницы. 15.05.2013 в лугово-степных ассоциациях склонов восточной экспозиции возвышенности Тепе-Оба собрано около 10 взрослых гусениц на восковнике малом (*Cerinth minor* L.). Личинки обитают в комковидно скрученных и непрочно скрепленных шелковиной гнездах из нескольких листьев кормового растения. Внутри гнездо выстлано беловатой шелковиной. Питание листьями кормового растения (преимущественно путем выгрызания дыр в листьях на периферии и за пределами убежища). Окукливание вне места обитания в подстилке в чрезвычайно легком прозрачном ажурном коконе из шелковины через несколько дней после сбора. Выведение имаго (2-х самок) 1 и 2.06.2013 (куколка развивается без диапаузы). Пищевые связи и особенности жизненного цикла данного вида установлены впервые [25].

Примечание. Ранее [4] полетанный материал по этому виду, собранный также на Тепе-Оба, был неверно детерминирован нами как *Udea fulvalis* (Hübner, [1809]). В свете переопределения последний вид надлежит исключить из фаунистического перечня чешуекрылых полуострова.

***Udea institalis* (Hübner, [1819])**

Сведения по биологии. В течение трех последних десятилетий личинки данного вида практически ежегодно наблюдаются в разных степных и остепненных стациях (пушистодубово-фисташковые редколесья на южных склонах гор, разнотравно-степные сообщества, петрофитно-степные ассоциации) в различных пунктах Восточного Крыма (Меганом, Эчкидаг, Лисья бухта, Карадаг, Бараколь, Тихая бухта, Двужорная долина, Тепе-Оба, Казантип, Караларская степь). Взрослые гусеницы во второй декаде мая – середине июня поодиночке или небольшими сообществами (до пяти штук) обитают в крупных сигарообразно скрученных гнездах (до 10 см в длину и более) из листьев синеголовника полевого (*Eryngium campestre* L.). Питание путем выгрызания дыр в листьях и надгрызания листьев. Окукливание вне места обитания в подстилке в беловатом коконе, куколка развивается без диапаузы (лет имаго во второй декаде июня – середине июля).

***Loxostege clathralis* (Hübner, [1813])**

Сведения по биологии. В последние годы осенью (сентябрь – октябрь) в устье Арабатской стрелки на присивашских ракушечных пляжах с разреженной галофитной растительностью регулярно (каждый год) наблюдались десятки гусениц средних и старших возрастов на полыни Лерхе (*Artemisia lerchiana* Web. ex Stechm.). Личинки обитают в трубках из плотной сероватой шелковины, густо оплетенных листьями и небольшими веточками кормового растения, располагающихся в основном в верхней части стеблей кормового растения (в том числе, и на цветоносах). Питание за пределами убежища различными вегетативными и генеративными частями растения (листья, бутоны, цветы, плоды, незрелые семена). После окончания развития наблюдается уход в почву и сооружение в ней длинных шелковинных трубок [7], где, по-видимому, происходит зимняя диапауза взрослой гусеницы. Окукливание в конце апреля – мае следующего года. Куколка развивается без диапаузы (лет бабочек во второй половине мая – июне).

Семейство LYMANTRIIDAE

***Teia dubia* (Tauscher, 1806)**

Сведения по биологии. 26 и 31.05.2013, а также 14.05.2014 в солончаковых местообитаниях устья Арабатской стрелки наблюдались многие сотни гусениц разных возрастов на горце (*Polygonum* L.), галимионе бородавчатой (*Halimione verrucifera* (Bieb.) Aell.), бассии волосистой (*Bassia hirsuta* (L.) Aschers.), свезде запутанной (*Suaeda confusa* Iljin), свезде стелющейся (*S. prostrata* Pall.), сарсазане шишковатом (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.), кермеке Мейера (*Limonium meyeri* (Boiss.) O. Kuntze), кермеке каспийском (*L. caspium* (Willd.) Gams.), полыни Лерхе (*Artemisia lerchiana* Web. ex Stechm.). Питание в основном зелеными листьями и ассимилирующими побегами кормовых растений, в предпоследних двух случаях (на кермеках) также цветами. Окукливание в коконах грязно-серого цвета, у будущих самок коконы в два раза крупнее, чем у самцов и располагаются преимущественно на верхушках высоких (в основном сухих прошлогодних) стеблей различных растений, очевидно для облегчения самцам поиска партнерши для копуляции. Коконны будущих самцов, напротив, располагаются, по-видимому, в основном в подстилке или скрытно среди травостоя, в связи с чем обнаруживаются весьма редко. 31.05.2013 зафиксирован один самец, активно летающий примерно в 12 часов дня в ясную солнечную погоду (в прежние годы, несмотря на длительные многократные поиски при наличии большого количества личинок и коконов, ни одного активного самца нами в соответствующих местообитаниях обнаружено не было).

Семейство PAPILIONIDAE

***Papilio machaon* (Linnaeus, 1758)**

Сведения по биологии. 8.05.2014 в нагорно-ксерофитных стациях южных склонов хр. Узун-Сырт отмечена средневозрастная гусеница на цельнолистнике душистом (*Haplophyllum suaveolens* (DC) G. Don fil.). Питание путем объедания листьев кормового растения.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенных исследований в список чешуекрылых Крыма добавлено 2 вида, из которых 1 впервые найден на территории Украины. Кроме того, из списка крымской фауны чешуекрылых исключен *Udea fulvalis* (Hübner, [1809]), как результат неверного определения в прошлом экземпляров *Udea languidalis* (Eversmann, 1842). Для 16 видов чешуекрылых приведены ранее не отмеченные для них кормовые растения и характер питания гусениц на них, причем для трех из них (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000, *Ancylsoma substratellum* (Christoph, 1877), *Udea languidalis* (Eversmann, 1842)) трофические связи гусениц выявлены впервые. Для 12 видов Lepidoptera приведены ранее неизвестные особенности их жизненных циклов.

Благодарности. За помощь в определении некоторых кормовых растений автор признателен И. Л. Потапенко (Карадаг) и А. В. Фатерыге (Карадаг), за помощь в получении сравнительного материала из коллекции Зоологического музея Киевского национального университета имени Тараса Шевченко – А. В. Бидзиле (Киев).

Список литературы

1. Будашкин Ю. И. Новые находки чешуекрылых (Lepidoptera) в Крыму / Ю. И. Будашкин, Д. В. Пузанов, С. П. Иванов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2007. – Вып. 17. – С. 33–40.
2. Будашкин Ю. И. Новые данные по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2008. – Вып. 18. – С. 3–11.
3. Будашкин Ю. И. Новые сведения по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук, Д. В. Пузанов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2009. – Вып. 19. – С. 33–45.
4. Будашкин Ю. И. Новые материалы по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2010. – Вып. 2. – С. 42–57.
5. Будашкин Ю. И. Дополнения по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2010. – Вып. 3. – С. 50–68.
6. Будашкин Ю. И. Второе дополнение по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2012. – Вып. 6. – С. 31–49.
7. Будашкин Ю. И. Третье дополнение по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма / Ю. И. Будашкин, В. В. Савчук // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2013. – Вып. 8. – С. 47–60.
8. The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist / [ed. O. Karsholt & J. Razowski]. – Stenstrup: Apollo Books, 1996. – 380 p.
9. Кузнецов В. И. Новые подходы к системе чешуекрылых мировой фауны (на основе функциональной морфологии брошка) / В. И. Кузнецов, А. А. Стекольников. – СПб: Наука, 2001. – 462 с.
10. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / [ред. С. Ю. Синев]. – СПб.–М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 424 с.
11. Nupponen K. The scythridid fauna of the southern Ural Mountains, with description of fourteen new species (Lepidoptera: Scythrididae) / K. Nupponen, B. Å. Bengtsson, J-P. Kaitila, T. Nupponen, J. Junnilainen, V. Olschwang // Entomol. Fennica. – 2000. – V. 11. – P. 5–34.
12. Синев С. Ю. Scythrididae / С. Ю. Синев // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. – СПб.–М.: КМК, 2008. – С. 62–65.
13. Nel J. Atlas des genitalia ♂ et ♀ des Lepidopteres Coleophoridae de France / J. Nel // Revue de l'Association Roussillonnaise d'Entomologie. – Elne: Gibou Arts Graphiques, 2001. – Suppl. T. 10. – 34 S. – 165 pl.
14. Toll S. Rodzina Eupistidae Polski / S. Toll. – Krakow: PAU, 1953. – 293 S., 38 tab.
15. Razowski J. Coleophoridae / J. Razowski // Motyle (Lepidoptera) Polski. – Warszawa-Kraków: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1990. – T. 18. – Cz. 16. – 270 S., 1 tab.
16. Фалькович М. И. Пищевые связи чехлоносков (Lepidoptera, Coleophoridae). I / М. И. Фалькович // Энтомологическое обозрение. – 1996. – Т. 75, вып. 4. – С. 732–755.
17. Будашкин Ю. И. Новые материалы по фауне и биологии молей-чехлоносков (Lepidoptera, Coleophoridae) Крыма / Ю. И. Будашкин, О. Г. Гидерашко // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2009. – Вып. 1. – С. 3–13.
18. Кузнецов В. И. 21. Сем. Tortricidae (Olethreutidae, Cochylidae) – листовертки / В. И. Кузнецов // Определитель насекомых европейской части СССР. Чешуекрылые. – Л.: Наука, 1978. – Т. 4. – Ч. 1. – С. 193–680.
19. Razowski J. Tortricidae (Lepidoptera) of Europe / J. Razowski. – Bratislava: Slamka, 2003. – V. 2. – 301 p.
20. Nedoshivina S. V. A new subspecies of *Pelatea klugiana* (Freyer, 1836) from the Middle Volga Region of Russia with notes on its morphology and life history (Tortricidae) / S. V. Nedoshivina, V. V. Zolotuhin // Nota lepid. – 2005. – V. 28, № 1. – P. 3–9.
21. Синев С. Ю. Tortricidae / С. Ю. Синев, С. В. Недошивина // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. – СПб.–М.: Товарищество научных зданий КМК, 2008. – С. 114–148.
22. Ключко З. Ф. Первая находка листовертки *Pelatea klugiana* (Lepidoptera, Tortricidae) в Украине / З. Ф. Ключко // Вестн. зоологии. – 2007. – Т. 41 (4). – С. 326.
23. Будашкин Ю. И. Вогнівки (Lepidoptera, Pyraloidea) Карадазького заповідника (Крим) / Ю. И. Будашкин // Проблеми загальної та молекулярної біології (міжвідомчий науковий збірник). – К.: Либідь, 1992. – Вип. 10. – С. 23–33.
24. Slamka F. Pyraloidea (Lepidoptera) of Europe. Pyralinae, Galleriinae, Epipaschiinae, Cathariinae & Odontiinae / F. Slamka. – Bratislava: Slamka, 2006. – V. 1. – 138 p.
25. Slamka F. Pyraloidea (Lepidoptera) of Europe. Pyraustinae & Spilomelinae / F. Slamka. – Bratislava: Slamka, 2013. – V. 3. – 357 p.

Будашкін Ю. І. Четвертий додаток до фауни та біології лускокрилих (Lepidoptera) Криму // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 12–20.

Наведено результати оригінальних досліджень фауни та біології кримських лускокрилих 1991–2014 років: 2 нових для фауни Криму видів, з яких 1 (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000) є новим для фауни України. Зі списку кримської фауни лускокрилих вилучено *Udea fulvalis* (Hübner, [1809]), як результат невірного визначення в минулому особин *Udea languidalis* (Eversmann, 1842). Для 16 видів лускокрилих наводяться нові кормові рослини, при цьому для 3 з них (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000, *Ancylosoma substratellum* (Christoph, 1877), *Udea languidalis* (Eversmann, 1842)) трофічні зв'язки виявлено вперше. Для 12 видів наведено раніш невідомі особливості їх річних циклів розвитку за оригінальними даними.

Ключові слова: Lepidoptera, Крим, нові фауністичні знахідки, нові кормові рослини, річні цикли розвитку.

Budashkin Yu. I. The fourth addition to fauna and bionomy of the Crimean Lepidoptera // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 12–20.

The results of 1991–2014 original investigations of Crimean Lepidoptera fauna and bionomy are presented: 2 species are new for the Crimea, 1 species (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000) is new for Ukraine. *Udea fulvalis* (Hübner, [1809]) is excepted from Crimean Lepidoptera faunal list, as a result *Udea languidalis* (Eversmann, 1842) early misidentification. For 16 species of Lepidoptera the new host plants are given, for three from them (*Scythris aegrella* K. Nupponen & Junnilainen, 2000, *Ancylosoma substratellum* (Christoph, 1877), *Udea languidalis* (Eversmann, 1842)) – for the first time. For 12 species of Lepidoptera the early unknown annual development cycle peculiarity are given.

Key words: Lepidoptera, Crimea, new faunal finds, new host plants, annual development cycle.

Поступила в редакцію 26.01.2014 г.

UDC 663.131:663.252.41:663.262

BIODIVERSITY OF YEAST CULTURES ISOLATED FROM LITTORAL AREAS OF THE REGIONAL LANDSCAPE PARK «TILIGULSKIY»

Bayraktar V. N.

Odessa Mechnikov National University, Odessa, vogadro2007@rambler.ru

The identification of yeast cultures was done by polymerase chain reaction (PCR), using universal yeast primers. Following this, the morphology of each yeast culture was examined. The biochemical properties of each of these yeast cultures were determined during fermentation to carbohydrates (forming acid and gas), with the formation of hydrogen sulphide (H₂S) gas and sulphur dioxide (SO₂). Each yeast culture was identified according to its fermentation to the following carbohydrates: glucose, fructose, sucrose, maltose, lactose, galactose, sorbitol, mannitol, and xylose. The yeast cultures that were predominantly isolated from the Tiligul Estuary (benthic soils) littoral waters included: *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Rhodotorula rubra*, *Saccharomyces cerevisiae*. The yeast cultures that were predominantly isolated and identified by PCR from the different grape varieties growing in the Tiligul estuary coastal area, following fermentation, included: *Metschnikowia* aff. *fructicola*, *Pichia barkeri*, *Pichia guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii*, *Pichia* sp., *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*. Yeast populations were collected from the surface of grape cultivars during harvesting season. Grapes were collected from Tiligul estuary coastal areas that included: the «Koblevo» and «Leninka» vineyards, and around the Chernvono-Ukrainka villages. Subsequently, a wide biodiversity of yeast species were shown to exist on the surfaces of ripe grapes obtained during harvesting season in coastal areas of the «Tiligulskiy» landscape park. Some of the isolated and identified yeast strains had the potential for biotechnological use in the wine industry. These included: *Saccharomyces cerevisiae*, and *Schizosaccharomyces pombe*. These yeast strains are currently in use in the wine industry, and are authorised for use in the food industry. Other yeast strains had potential for use as reference yeast strains, which could be used for testing sensitivity to anti-fungal agents, including: anti-fungal antibiotics and «azole» group agents.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, biodiversity of yeast, biotechnology of yeast, landscape park.

INTRODUCTION

The biodiversity of yeast plays an important in nature role by supporting the biological balance between bacteria and fungi. Further, most yeasts ferment sugar in grape must, and have the potential for biotechnological use in the wine and alcohol industries [1]. The phylogenetic diversity of yeasts is shown by their assignment to two taxonomic classes of fungi: the ascomycetes and the basidiomycetes. Subdivision of taxa within their respective taxonomic classes is usually made comparing morphological and physiological features, whose genetic basis is often unknown [5, 8].

In protected areas, the issue of the biodiversity of yeast species remains as relevant as ever. The selection of yeast cultures and their detailed study make a significant contribution to the protection and conservation of wildlife. The biodiversity of yeast is of particular interest in yeast taxonomy, ecology, and biotechnology [2]. The role yeast plays in the ecology of estuaries and coastal areas is an important one in the ecosystems of waters and soils in these areas [4, 6].

A significant number of micro-organisms present on the surface of grapes and their crests are also present in pressed grape juice following processing. These micro-organisms represent a variety of genera and species of yeast, bacteria and fungi [12].

Strict biological selection takes place under the action of free acids, osmotic pressure and sugar solution contained within the grape juice. Microorganisms present that cannot tolerate the high acidity and high sugar concentration discontinue their growth and development, with some of them dying completely (i.e. bacteria and fungi) [10]. Acid-resistant micro-organisms engage in a struggle for dominance of the medium. As a result, spirituous fermentation manifests associated with the accumulation of ethanol.

Oxygen concentration in the fermented media decreases. Initially, this halts the activity of aerobic micro-organisms. Then, species and strains of yeast join the fray. These have differing ethanol-forming abilities and differing resistance to particular ethanol concentrations.

Asporogenous yeast, belonging to five genera and including eight species, participate in the fermentation process. In addition, six genera and 20 species of sporogenous yeast also participate [7].

During fermentation, yeast changes take place sequentially. Grape must fermentation often results in the presence of low-fermenting, but strongly budding yeasts, including *Hanseniaspora apiculata* and *Torulopsis bacillaris*. *Hanseniaspora apiculata* is primarily present during red grape fermentation, and is able to form 4 % to 5 % volume fraction of ethanol. *Torulopsis bacillaris* is a more stable yeast, and is able to form up to 10,7 % volume fraction of ethanol. These yeast species are, however, increasingly unstable in the presence of sulphur dioxide action. *Hanseniaspora apiculata* and *Torulopsis bacillaris* activity, therefore, decreases in sulphited musts.

In sulphited musts, *Saccharomyces cerevisiae*, which is more sulphite resistant and inhibits *Hanseniaspora apiculata* and *Torulopsis*, is able to multiply rapidly and completely. In addition, *Saccharomyces cerevisiae*, depending on yeast species and strain being used, is quite resistant to ethanol. They survive ethanol concentrations of between 8 % and 16 % volume fraction.

Other yeasts, including such species as: *Brettanomyces*, *Kluyveromyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora*, and *Zygosaccharomyces*, may also be present during fermentation and can persist in the resultant wine. It is apparent, therefore, that spontaneous grape must fermentation encourages the presence of numerous yeast flora.

In the majority of cases, *Saccharomyces cerevisiae* yeasts have high ethanol resistance and are capable of fermenting residual sugar. Furthermore, they may be stored in a viable state for between months and several years [9].

Features relating to yeast distribution have been of great interest since the processes involved in traditional winemaking started. A question remains, however, regarding the sources and acquisition of wild yeast in fermenting substrates [3].

Saccharomyces cerevisiae are found in grapes. Also prevalent, however, are different yeast types that do not participate in subsequent grape juice fermentation. More rarely, *Saccharomyces cerevisiae* is encountered in the surrounding substrates; particularly so, in the soil underlying vineyards. Yeasts are also found on the soil surface, and up to a soil depth of between 20 and 30 centimetres throughout all seasons. As grapes ripen, a particularly large amount of yeasts are present [13].

Soil is not a media where active growth of yeast cultures is possible. For yeast, soil acts as a «trap» where yeast can be stored for a certain amount of time in a viable state. Thereafter, soil acts as a source of spores that infect grapes arising from new crops. Therein exists the cycle of yeast cultures in nature.

This study aims to identify and illustrate yeast biodiversity in grapes and in soils in the regional landscape park, «Tiligulskiy», in the Nikolaev region of Ukraine. In order to achieve this goal, the author led the cultivation and isolation of yeast cultures on selective yeast media following fermentation completion, and the identification of the isolated yeast cultures using PCR (Polymerase Chain Reaction) analysis. These measures aimed to establish the composition of yeast species, encouraging further debate and discussion around the biodiversity of yeast cultures occurring in the wild.

MATERIALS AND METHODS

Samples of several grape varieties that grow around the Tiligul estuary coastal area vineyards during the vintage season were obtained from vineyards of the «Koblevo» Agricultural Company in the Nikolaev region of Ukraine. Soil samples from different vineyards and littoral waters were obtained from the Tiligul estuary in the «Tiligulskiy» regional landscape park. A variety of industrial grapes were also selected for investigation.

The different grape cultivars, derived from the coastal territories of the «Tiligulskiy» regional landscape park, were put into sterile glass flasks up to approximately half of the 450 ml flask volumes. The flasks were carefully sealed with a rubber stoppers that were pierced by hollow needles to allow for the release of carbon dioxide, which is formed as a result of active anaerobic fermentation processes in the grape must.

Following grape must fermentation, pure yeast cultures were isolated using traditional microbiological methods (i.e. sample inoculation on Petri dishes with minor modifications of nutrient

selective agar for yeast isolation and cultivation). Primary yeast isolation was done using Inhibitory Mold Agar (IMA) medium, produced by the Becton Dickinson Company, USA.

Following primary yeast culture isolation, yeast morphological properties were analysed. Identification of yeasts was done using polymerase chain reaction (PCR) with universal yeast primers. Following yeast culture identification, yeast cultures were cultivated on Wort Agar medium, produced by the Becton Dickinson Company, USA. Each isolated and identified yeast culture was deposited, thereafter, in the NRRL Microbial Culture Collection (National Regional Research Laboratory, ARS, Peoria, USA), in the British National Collection of Yeast Culture (NCYC) in the Food Research Institute, Norwich, UK, and in Genebank of Japan in the Agrobiological Research Institute (NIAS), the MAFF (Ministry of Agriculture, Forest, and Fisheries) microbial culture collection, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

Yeast isolate identification was carried out by amplification of ITS1-5.8S – ITS1-2b and D1 – D2 26S genome locus fragments that code ribosomal RNA with the next direct sequencing of received DNA fragments. The amplification of yeast cultures was done with the assistance of the Laboratory of Pharmacogenomics, the Research Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine, Novosibirsk, Russian Federation.

Yeast isolate morphological, physiological and biochemical properties were determined [11]. Each yeast isolate was tested for several biotechnological characteristics, including: growth resistance at high temperature (+42°C) and low temperature (+6 to +8°C); growth in the presence of 5, 10 and 15 % ethanol (ethanol resistance); and growth in the presence of a high potassium bisulphite concentration (bisulphite resistance). Yeast isolate hydrogen sulphide (H₂S) gas synthesis was also studied.

The process of anaerobic fermentation commences following thorough mixing of the grape musts and stabilisation over a 24-hour period. Three days following initiation of the fermentation process, it is necessary to add 1.0 g diammonium phosphate to every 10 kgs of grape must as a nitrogen supplement for the yeast. Four days following fermentation initiation it is necessary to add another amino acid nutrient supplement for the yeast at a concentration of 2.0g for every 10 kgs of grape must.

Fermentation bio-processing continues over a period of 10 days. Following completion of fermentation, yeast cultures are then isolated on selective Inhibitory Mold Agar (IMA). The isolated yeast cultures are then grown in Wort Agar.

RESULTS AND DISCUSSION

Following fermentation, PCR was used to identify yeast cultures isolated from a variety of grape cultivars growing in Tiligul estuary coastal territory areas (see example in fig. 1). 82 yeast cultures were identified in this study. All were deposited in the aforementioned international microbial collections.

Following fermentation, the yeast cultures most frequently isolated from the grape musts studied included the following species: *Saccharomyces cerevisiae* (Meyen ex E. C. Hansen, 1883); *Schizosaccharomyces pombe* (Linder P., 1893); *Dekkera bruxellensis* (Van der Walt, 1964); *Candida tropicalis* (Berkhout, 1923); *Pichia kudriavzevii* (Kudriavzev, 1954); *Metschnikowia* aff. *fructicola* (T. Kamienski); *Pichia guilliermondii* (Wick, 1966); and *Pichia* sp., *Pichia barkeri*, and *Candida albicans* (Robin C. P., Berkhout, 1923).

The morphologies of yeast species isolated from different grape cultivars are shown in fig. 2 to fig. 9.

All of the isolated yeast cultures were deposited in the following, well-recognised, international collections:

The National Collection of Yeast Cultures (NCYC) in the Institute of Food research is the premier British yeast culture collection. The NCYC holds over 40,000 yeast strains collected over a period of around 65 years. The collection also has large collections of brewing yeasts, genetically-defined yeasts (used in many applications, including cancer research), yeasts associated with food spoilage, and yeasts of medical and industrial importance. The NCYC collects and preserves a wide variety of yeast cultures with applications in industry and academia. Research at NCYC has shed new light on yeast evolution and genetic inter-relationships, and resulted in novel tools for identifying and characterising yeasts. The NCYC makes yeast cultures in a variety of forms and tools NCYC has developed as services available to researchers. NCYC aims to grow both their collection and the know-how associated with it in order to

provide the most comprehensive representation and understanding of yeast biodiversity available, and to supply such materials and knowledge to industry and academia in an equitable and efficient way.

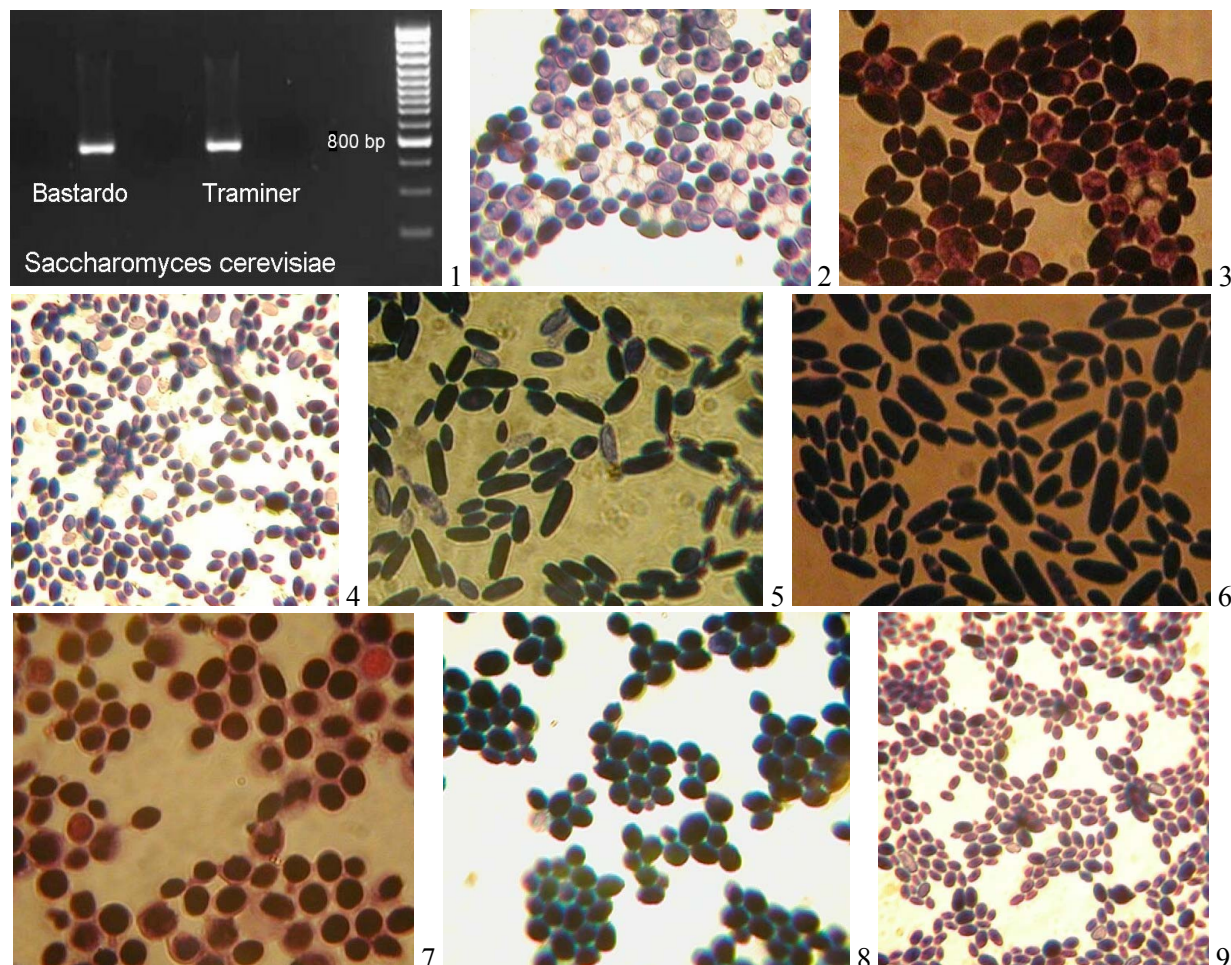


Fig. 1–9. Electrophoregram for identification of yeast cultures using PCR analysis with universal yeast primers (1) and the morphologies of yeast species isolated from different grape cultivars (2–9)

2 – morphology of *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture isolated from red grape variety «Bastardo». MAFF-230125; NRRL Y-63641; USRCB Y-3486. Gram stained; Magnification $\times 720$; 3 – morphology of *Dekkera bruxellensis* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230063; USRCB Y-3341. Gram stained. Magnification $\times 720$; 4 – morphology of *Pichia barkeri* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230064; USRCB Y-3345. Gram stained. Magnification $\times 720$; 5 – morphology of *Pichia sp.* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230068; USRCB Y-3355. Gram stained. Magnification $\times 720$; 6 – morphology of *Metschnikowia aff. fructicola* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230070; USRCB Y-3357. Gram stained. Magnification $\times 720$; 7 – morphology of *Pichia guilliermondii* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230071; USRCB Y-3360. Gram stained. Magnification $\times 720$; 8 – morphology of *Candida tropicalis* yeast culture isolated from grape variety «Aligote». MAFF-23073; USRCB Y-3362. Gram stained. Magnification $\times 720$; 9 – morphology of *Pichia kudriavzevii* yeast culture isolated from grapes. MAFF-230067; USRCB Y-3347. Gram stained. Magnification $\times 720$.

The ARS Culture Collection (also known as the NRRL Collection) is one of the largest public collections of micro-organisms in the world. It currently contains approximately 96,000 strains of actinomycetes, bacteria, moulds and yeasts. The NRRL collection is housed in the Bacterial Food-borne Pathogens and Mycology Research Unit in the National Center for Agricultural Utilization Research in Peoria, Illinois, USA. The mission of the Bacterial Food-borne Pathogens and Mycology Research Unit is to enhance food safety and crop production in the USA and around the world. Researchers in this unit

integrate information from genetics, microbiology, chemistry and plant biology to develop novel approaches to limit mycotoxin contamination, control food-borne diseases and improve crop production.

Genebank of Japan is the central coordinating institute in Japan for conservation of plants, microorganisms, animals and DNA materials related to agriculture. The NIAS Genebank coordinates this activity in collaboration with a network of institutes throughout Japan. The NIAS Genebank actively participates in collaborative activities with other countries in relation to surveys and research related to agricultural related genetic resources. In all activities related to conservation of genetic resources the NIAS Genebank follows the international community norms and national regulations. Plant and microorganism germplasm within the NIAS Genebank system collected in Japan is available for research purposes. The micro-organism collection in Genebank of Japan is known as the MAFF collection.

Saccharomyces cerevisiae yeast cultures participate in the biodegradation of algal biomass, which contains enough carbohydrate for the fermentation process. This is especially the case over the summer period in the littoral waters of the Tiligul estuary. Yeast cultures, therefore, play an important role in the ecological support of littoral waters of the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park.

Yeast cultures isolated from littoral soils of the Tiligul estuary degrade red and green macrophyte species, deposited by estuary waves on the shore, well. This aids the recovery of coastal waters from putrescent algal biomass and promotes self-purification of coastal waters in the Tiligul estuary.

The «Koblevo» winery is located on the coast of the Tiligul estuary on the shore of a village called «Leninka». The winery works in a closed cycle, processing grapes from vineyards growing on the coastal areas of the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park. The close vicinity of the vineyards, the «Koblevo» winery and the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park does not adversely disturb the environmental balance.

Indeed, the presence of the vineyards makes it possible to isolate wild yeast cultures with novel, regional properties. These may be of use to the wine industry; allowing for the production of regional, high-quality wines with specific tastes, aromas and bouquets.

Table 1

Cultures of yeast *Saccharomyces cerevisiae* isolated from industrial grape cultivars of Agricultural Company «Koblevo», Nikolaev region of Ukraine, growing in the coastal area of the «Tiligulsky» Landscape Park

Grape Cultivar Name	Taxonomy (identified species)	Numbers deposited in the international microbial collections		
		NRRL	USRCB	MAFF
Aligote	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	Y-3479	230118
Bastardo	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63641	Y-3486	230125
Chardonnay	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63636	Y-3480	230119
Cabernet Sauvignon	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63642	Y-3487	230126
Isabella	<i>S. cerevisiae</i>	-	Y-3489	230128
Irshai Oliver	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63643	Y-3488	230127
Merlot	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63644	Y-3490	230129
Muscat Hamburg	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63647	Y-3493	230132
Muscat Ottonel	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63645	Y-3491	230130
Odessa Black	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63646	Y-3492	230131
Rkatsiteli	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63638	Y-3482	230121
Rhein Riesling	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63637	Y-3481	230120
Sauvignon	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63639	Y-3483	230122
Traminer	<i>S. cerevisiae</i>	Y-63640	Y-3484	230123

Note to the table: MAFF - Collection of microorganisms, Genebank of Japan. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Tsukuba, Ibaraki, Japan; NRRL – National Regional Research Laboratory, ARS, Peoria, USA; USRCB – local yeast collection.

Some of these yeasts are subject to plant protection law. In such cases, it is necessary to get permission to isolate them and use them from the applicable plant pathogen governmental authorities. Yeasts that require this sort of permission include: *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida*

parapsilosis, *Candida tropicalis*, *Metschnikowia fructicola*, *Pichia barkeri*, *Pichia guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii*, *Pichia sp.* This regulation applies as these yeasts are all phytopathogenic.

In addition to this list of phytopathogenic yeasts, other yeast species that are not phytopathogenic and have been isolated from these grapes include: *Dekkera bruxellensis*, *Hanseniaspora apiculata*, *Torulopsis bacillaris*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Schizosaccharomyces pombe*.

The following yeast species were isolated and identified in the Tiligul estuary littoral benthic soils: *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Komagataea pratensis*, *Rhodotorula rubra*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Williopsis saturnus*.

The following yeast species were isolated and identified in the soils underlying the vineyards: *Hanseniaspora apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulopsis bacillaris*, and *Rhodotorula rubra*. The presence of these species is typical for black-coloured soils containing a high percentage of humus of between 7 and 15 %.

The yeast species most commonly isolated from grape musts, following fermentation, is *Saccharomyces cerevisiae* (wine yeast). The permitted use of *Saccharomyces cerevisiae* strains is of much importance to the food industry. The use of other less beneficial yeast strains, however, are forbidden in the food industry. These include: *Candida tropicalis*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, and *Candida parapsilosis*, among others.

Table 2

Biodiversity of yeast culture isolated from grape cultivars from around the coastal area of «Tiligulskiy» Landscape Park

Taxonomy (identified species)	MAFF	USRCB
<i>Candida albicans</i>	-	Y-3354
<i>Candida tropicalis</i>	-	Y-3350
<i>Candida tropicalis</i>	-	Y-3351
<i>Metschnikowia aff. fructicola</i>	230069	Y-3356
<i>Metschnikowia aff. fructicola</i>	230070	Y-3357
<i>Pichia barkeri</i>	230064	Y-3345
<i>Pichia kudriavzevii</i>	230067	Y-3347
<i>Pichia sp.</i>	230080	Y-3377
<i>Pichia guilliermondii</i>	230071	Y-3360
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	230072	Y-3361

The vines growing around the Tiligul estuary in the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park are predominantly of French and Georgian varieties. Ukrainian, German and Hungarian varieties, however, also take part in maintaining the ecological balance and yeast biodiversity in «Tiligulskiy». It matters little from which country grape cultivars were introduced. Of most importance is that the grape cultivars thrive and grow over the years, give a good grape harvest, and actively participate in maintaining the ecological balance of the area on which they grow.

Of forty well-known and well-described species of yeast described in the scientific literature, twenty of these actively ferment carbohydrate in grape must.

Yeast cells of the *Saccharomyces* genus are of varying shape, including: round, oval, elongated or filamentary. They undergo vegetative reproduction, and exhibit multi-lateral budding. They can form pseudomycelium. Isogamous or heterogamic conjugation may or may not precede the formation of asci. *Saccharomyces* genus spores are generally rounded or oval, containing between one and four asci. A common feature of yeasts is that they rapidly ferment glucose and, often, other sugars. They are not assimilated nitrates. *Saccharomyces* yeasts are general agents of alcohol fermentation.

Yeast cells of the *Schizosaccharomyces* genus are of rod shape and vary in size from 3 to 4 microns in diameter and 7 to 14 micrometres in length. These cells grow only along their longitudinal axis and split in two. Their shape is, thereby, maintained. Classical wine yeasts are known to ferment malic acid, converting it into ethanol and carbon dioxide, without promoting volatile acidity. This process uses up between 16 and 37 % of the malic acid that had originally been present. In the same conditions, but in the

presence of various *Schizosaccharomyces* species, however, this process uses up between 65 and 80 of the malic acid in the grape must (i.e. the amount of malic acid can be reduced by up to 5 g/L). Of the *Schizosaccharomyces* species, *Schizosaccharomyces pombe* reduces the greatest amount of malic acid. Grape must with a total acidity of 9 g/L may decrease in wine acidity by up to 5 g/L.

The majority of studies cited on yeast interactions with their physico-chemical environment have highlighted interactions between yeast populations in the soils of the Tiligul estuary littoral waters, those in the soils of vineyards around the Tiligul estuary, and those in grape cultivars, as opposed to interactions between individual species or strains in this habitat. These studies have provided insight into the intrinsic abilities of particular species, and were essential in the rapid development of yeast biotechnology. Furthermore, these studies have shown the diversity of yeast species occurring in nature.

CONCLUSIONS

A variety of yeast species were isolated in cultures from benthic soils, vineyard soils, and grape musts following fermentation from the littoral waters of the Tiligul estuary in the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park in the Nikolaev region of Ukraine.

The species of yeast isolated and identified in the Tiligul estuary benthic soils included: *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Komagataea prattensis*, *Rhodotorula rubra*, *Saccharomyces cerevisiae*, and *Williopsis saturnus*.

The species of yeast isolated and identified in the Tiligul estuary vineyards included: *Hanseniaspora apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulopsis bacillaris*, *Rhodotorula rubra*.

The species of yeast isolated and identified in the Tiligul estuary grapes musts following fermentation included: *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Dekkera bruxellensis*, *Hanseniaspora apiculata*, *Metschnikowia fructicola*, *Pichia barkeri*, *Pichia guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii*, *Pichia sp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, and *Torulopsis bacillaris*.

The taxonomic composition of yeast microbiota was studied in the soils and grapes from the Tiligul estuary coastal lands and in the benthic soils in the Tiligul estuary coastal waters. These studies allowed for the identification of 19 species of yeast. The greatest abundance and taxonomic diversity of yeast was found in the Tiligul estuary vineyards and the soils and grapes around the «Koblevo» winery in harvesting season. This study showed that there existed a wide biodiversity of yeast species across the «Tiligulskiy» Regional Landscape Park territories.

All of the yeast strains isolated were deposited in the aforementioned international collections. These can be used for further wider research, and for research into possible yeast strains that could be utilised in wine biotechnology.

Clearly, the most important task is to preserve the abundant biodiversity of yeast species in nature. This role predominantly lies with the state and regional landscape/national parks.

The author wishes to thank: Vasiliy Cheban, Chief Agronomist of the Agricultural Company «Koblevo», Nikolaev region, for his help with the different varieties of grape samples; Ludmila Gerus, senior researcher the Department of Genetics and Selection, Tairov Research Institute of Viticulture and Oenology, Odessa region, for her information, help and material support during the preparation of this article; Ivan Azhder, Chief Agronomist of the Nursing Company cultivation of vine «Predunabian», Reni, Odessa region, for his information, help and materials; Alexander Baritsky, Chief Agronomist of the Experimental Company of the viticulture and winemaking «Tairovskoe», Odessa region, for his information and help; Maxim Filipenko, Laboratory of Pharmacogenomics, Research Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine, Novosibirsk, R.F, for his help with PCR identification of the isolated yeast cultures; Mr.Chris Bond, Collection Manager of British National Collection of Yeast Cultures (NCYC), Institute of Food Research, for depositing the isolated yeast cultures in the NCYC open collection; Mr.James Swezey, Collection Manager of the American National Regional Research Collection of Microorganisms (NRRL) for depositing isolated cultures in the NRRL open collection; and Mr.Nagai Toshiro, Genetic Resources Center, National Institute of Agrobiological Sciences (NITE), Genebank of Japan, for depositing isolated yeast cultures in Genebank of Japan.

References

1. Bayraktar V. N. Magnetic field effect on yeast *Saccharomyces cerevisiae* activity at grape must fermentation / V. N. Bayraktar // *Biotechnologia Acta*. – 2013. – Vol. 6, N 1. – P. 125–137.
2. Barjeva I. Yeast Resources in Natural Habitats at Polar Circle Latitude / I. Barjeva, I. Reshetova // *Food technol. biotechnol.* – 1998. – Vol. 36, N 1. – P. 1–5.
3. Diaz C. Characterization and Dynamic Behavior of Wild Yeast during Spontaneous Wine Fermentation in Steel Tanks and Amphorae / C. Diaz, A. M. Molina, J. Nahring // *BioMed Research International*. – Vol. 2013. – Article ID 540465.
4. Kurtzman C. P. Molecular taxonomy of the yeast / C. P. Kurtzman // *Yeast*. – 1994. – Vol. 10, Iss. 13. – P. 1727–1740.
5. Kurtzman C. P. Phylogenetic relationships among species of *Pichia*, *Issatchenkia* and *Williopsis* determined from multigene sequence analysis, and the proposal of *Barnettozyma* gen. nov., 48 *Lindnera* gen. nov. and *Wickerhamomyces* gen. nov. / C. P. Kurtzman, C. J. Robnett, E. Basehoar-Powers // *FEMS Yeast Research*. – 2008. – N 8. – P. 939–954.
6. Milanovic V. Study of microbial diversity and yeast interactions using molecular methods / V. Milanovic // *Dissertation theses*. Polytechnic University delle Marche. The Faculty of Life Science. – 2011. – 228 pp.
7. Motaung T. E. Identification and Potential Biotechnological Application of Yeast Isolates in the UNESCO-MIRCEN Biotechnological Yeast Culture Collection of the University of the Free State / T. E. Motaung // *University of the Free State Bloemfontein*. South Africa. – 2011. – 135 pp.
8. Peterson S. W. Phylogenetic relationships among species of the genus *Issatchenkia* Kudriavzev. Antonie van Leeuwenhoek / S. W. Peterson, C. P. Kurtzman // 1990. – Vol. 58. – P. 235–240.
9. Sharma A. K. Comparison of Commercial and Locally Identified Yeast Strains in Relation to Young Wine Quality of Cabernet Sauvignon / A. K. Sharma, S. D. Savant, P. G. Adsule et al. // *S. Afr. J. Enol. Vitic.* – 2009 – Vol. 30, N 2. – P. 148–150.
10. Tikka C. Isolation and characterization of ethanol tolerant yeast strains / [C. Tikka, H. P. Osuru, N. Atluri et al.] // *Bioinformation*. – 2013. – Vol. 9, N 8. – P. 421–425.
11. Yamada, Y. The phylogenetic relationships of hatshaped ascospore-forming, nitrate assimilating *Pichia* species / Y. Yamada, K. Maeda, K. Mikata // *Biotechnology and Agrochemistry*. – 1994. – Vol. 58. – P. 1245–1257.
12. Zahavi T. Characterization of the yeast flora on the surface of grape berries in Israel / [T. Zahavi, S. Droby, L. Cohen et al.] // *Vitis*. – 2002. – Vol. 41, N 4. – P. 203–208.
13. Warnasurya D., Liyanage A. W., Weerawansa G. G. et al. Isolation and characterisation of yeasts of some fruits and fruit products of Sri Lanka / [D. Warnasurya, A. W. Liyanage, G. G. Weerawansa et al.] // *J. Nat. Sci. Coun. Sri Lanka*. – 1985. – Vol. 13, N 1. – P. 71–75.

Байрактар В. М. Біорізноманиття дріжджових культур, виділених з прибережної території Тилігульського регіонального ландшафтного парку // *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 21–29.

Були ідентифіковані дріжджові культури за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) з використанням універсальних дріжджових праймерів. Була вивчена морфологія кожної культури дріжджів. Біохімічні властивості кожної культури дріжджів визначали по анаеробному бродінню вуглеводів (утворення кислоти і газу), утворенню сірководню (H₂S), формуванню діоксиду сірки (SO₂). Кожна дріжджова культура була досліджена по наступним вуглеводам: глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза, галактоза, сорбіт, маніт, ксиліт. Встановлено, що з різних сортів винограду виділені переважно види дріжджів виділених з прибережних ділянок Тилігульського лиману: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Dekkera bruxellensis*, *Candida tropicalis*. По завершенню ферментації культури дріжджів були виділені і ідентифіковані методом ПЛР такі види дріжджів як: *Pichia kudriavzevii*, *Metschnikowia aff. fructicola*, *Pichia guilliermondii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia* sp., *Pichia barkeri*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*. Популяція дріжджів була отримана з поверхні ягід винограду в сезон збору врожаю і включало прибережну територію Тилігульського лиману протягом виноградників у сіл: Коблево, Ленінка і до Червоно-Українки. Дослідження показало, що існує широке біорізноманиття видів дріжджів на поверхні зрілого винограду, отриманого в сезон збору врожаю на прибережній території де розташований ландшафтний регіональний парк «Тилігульський». Деякі виділені і ідентифіковані штами дріжджів можуть бути запропоновані для біотехнологічного використання за для виноробної промисловості, це переважно такі види, як *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*. які дозволено використовувати в харчовій промисловості. Інші штами можуть бути використані в якості типових культур дріжджів, як еталонні (референс) штами для вивчення чутливості до протигрибкових препаратів, включаючи протигрибкові антибіотики та препарати групи азолів.

Ключові слова: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, біорізноманиття дріжджів, біотехнологія дріжджів, ландшафтний парк.

Байрактар В. Н. Биоразнообразие дрожжевых культур, выделенных на прибрежной территории Тилигульского регионального ландшафтного парка // *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. Симферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 21–29.

Были идентифицированы дрожжевые культуры с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием универсальных дрожжевых праймеров. Была изучена морфология каждой дрожжевой культуры. Биохимические свойства каждой культуры дрожжей определяли в процессе анаэробного брожения к различным углеводам (образование кислоты и газа), образование сероводорода (H₂S), образование диоксида серы (SO₂). Каждая дрожжевая культура была исследована к следующим углеводам: глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза, галактоза, сорбит, манит, ксилит. Было установлено, что от различных сортов винограда выделены преимущественно

культуры следующих видов дрожжей выделенных из прибрежных участков Тилигульского лимана: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Dekkera bruxellensis*, *Candida tropicalis*. По завершении ферментации культуры дрожжей были выделены и идентифицированы методом ПЦР такие виды дрожжей как: *Pichia kudriavzevii*, *Metschnikowia aff. fructicola*, *Pichia guilliermondii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia* sp., *Pichia barkeri*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*. Популяция дрожжей была получена с поверхности ягод винограда в сезон сбора урожая и включало прибрежную территорию Тилигульского лимана на протяжении виноградников у сел: Коблево, Ленинка и до Червоно-Украинки. Исследование показало, что существует широкое биоразнообразие видов дрожжей на поверхности спелого винограда, полученного в сезон сбора урожая на прибрежной территории где расположен ландшафтный региональный парк «Тилигульский». Некоторые выделенные и идентифицированные штаммы дрожжей могут быть предложены для биотехнологического использования в винодельческой промышленности, это преимущественно: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, которые разрешено использовать в пищевой промышленности. Другие штаммы могут быть использованы как типовые культуры дрожжей, как эталонные (референс) штаммы дрожжей для изучения чувствительности к противогрибковым препаратам, включая противогрибковые антибиотики и препараты группы азолов.

Ключевые слова: *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, биоразнообразие дрожжей, биотехнология дрожжей, ландшафтный парк.

Поступила в редакцию 11.02.2014 г.

УДК 581.543+57.08+581.14+581.115+581.116.1

ХРОМАТО-АУКСАНОМЕТРИЯ І ХРОМАТО-МАС-АУКСАНОМЕТРИЯ У ФЕНОЛОГІЧНОМУ СТАДІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ПОРІД НА ОСНОВІ ФЛЕЙВО- ТА ГАЗОХІМІЧНИХ ПРИНЦИПІВ З АВТОМАТИЧНОЮ ДИНАМІЧНОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЄЮ ПАТЕРНІВ (ТАКСОНОМІЧНИХ, МЕТЕОРОЛОГО-КЛІМАТИЧНИХ І ФЕНОСПЕКТРАЛЬНИХ)

Градов О. В.^{1,2}

¹ИНЕПХФ РАН, Москва, Россия, o.v.gradov@gmail.com

²SIAM Activity Group on Life Sciences, USA

Die uns vertrauten grünen Gewächse zeigen im allgemeinen dem flüchtigen Blicke so wenig Beweglichkeit, daß man schon genauer hinsehen muß, um sich von ihrem Vorhandensein zu überzeugen. Still und geräuschlos geht da alles vor sich, ohne Lärm, ohne Zappeln, Hasten und Fliehen. Aber man nehme sich nur die Zeit in warmen Frühlingstagen etwa eine Roßkastanie zu beobachten, wie sie ihre Knospen, entfaltet. Welch eine Fülle von Veränderungen, die da in kurzer Zeit sich folgen!

E. G. Pringsheim «Das pflanzliche Bewegungsvermögen»

(Die Reizbewegungen der Pflanzen), 1912.

Запропонована ауксанометрична система, яка: I) дозволяє спостерігати за первинним ростом лісових порід у контексті розвитку за рахунок того, що індикатором динаміки є не кількісний (як у звичайній ауксанометрії, де єдиним критерієм росту є видовження проростка), а комплексно-якісний критерій, котрий складається із взаємно однозначного зіставлення результатів аналітико-хімічного аналізу молекулярної емісії рослин і варіацій характеристик середовища, що дозволяє аналізувати зворотні зв'язки росту / розвитку рослини і деформації параметрики зовнішнього середовища, II) у ході роботи у різних режимах шляхом навчання розпізнавати образи із поповненням бази даних дозволяє досліджувати і моделювати не тільки один патерн розвитку рослини, властивий для деякого стандартного простору ознак, але й досліджувати експериментальний відгук екологічної структури ознак на зміну параметрів середовища. Тобто переходити до фенологічного, модельно-біогеографічного, біометеорологічного, біокліматологічного, еколого-фізіологічного підходу в міру дослідницької необхідності (якщо таке дозволяють параметри біотрона, кліматичної камери, оранжереї, де відбувається вигонка проростків лісових порід), заносючи спектральні і хроматографічні дані у вигляді кореляційних патернів у бази даних для наступного порівняння, III) під час феноспектральної експериментальної вигонки дозволяє програмувати і за допомогою зворотного зв'язку регулювати температуру, чітко прогнозувати подібним чином початок вегетації шляхом сумування ефективних температур або виявлення їхнього тренду, котрий дозволяє реконструювати послідовність сходів або вегетації окремих рослинних форм у кореляції з характеристичними параметрами штучного клімату (якщо відомо, що для клена (*Acer*) сума ефективних температур – 156,2 °C, а для липи (*Tilia*) – 739 °C, то очевидно, що у ранжуванні бази даних липа буде стояти пізніше від клена), IV) автоматично класифікувати за комплексом характеристик на феноритмотипи або фенологічні групи деревні рослини у модельних фітоугрупованнях по більш шкальованій градації, ніж у застарілій системі Морозової, де виділялося лише два феноритмотипи деревних рослин (вічнозелені та листопадні), V) дозволяє працювати в режимі регуляції параметрики кліматичної камери шляхом реєстрації зворотного зв'язку за рахунок використання детекторів і датчиків їх молекулярної емісії у контрольованому фізичному оточенні, тобто, самі параметри, які реєструються детектуючою частиною установки, можуть бути сигналом для зміни режиму її функціонування. Дана стаття описує не метод (оскільки розглядувана технологія базується на відомій техніці – такій як хроматографія і спектроскопія), а підхід, застосування котрого не обмежується окремими моделями або типами обладнання і системною складністю умов середовища.

Ключові слова: феноритмотипи деревних рослин, ауксанометрична система, феноспектральної вигонки техніці, сума ефективних температур, спектральні і хроматографічні дані.

ВСТУП

Як відомо, класичним і стандартним принципом вимірювання росту проростків деревних порід є ауксанометрія з використанням різноманітних ауксанометрів або їх аналогів з автоматичним записом – ауксанографів¹. Найпростіші реєструючі ауксанометри були розроблені в

¹ Тим не менш, методи реєстрації із застосуванням ауксанографів теж називають ауксанометрією, а не ауксанографією, оскільки ауксанографією у біології називають біохімічні методи в мікробіології, пов'язані з використанням ауксотрофних мутантів під час визначення дії різноманітних препаратів або виявлення оптимального середовища для культивування мікроорганізмів.

кінці XIX століття [1–4] і вперше вдосконалені в першій чверті XX століття [5, 7]. Найновіші в ті часи конструкції вже мали чутливість порядку мікрона і допускали використання для кореляційних вимірювань ростових характеристик у зіставленні із змінами складу атмосфери. Впродовж вказаного періоду, починаючи з 1884 року, журнал «Österreichische botanische Zeitschrift» неодноразово публікував звіти, де згадувалось про використання подібних приладів у конкретних організаціях чи публікаціях [8–11]. Зокрема, високотехнологічну за мірками початку XX століття модель хронографічного ауксанометра можна побачити у другому томі класичної «Фізіології рослин» («The Physiology of Plants») Пфеффера 1903 року видання (див. рис. 1а). Дана конструкція, обладнана самописцем і циферблатом, збереглася практично незмінною до 1950-х рр., коли в Європі та США почав набирати силу тренд на автоматизацію лабораторного обладнання.

Проте у вітчизняній практиці цей тренд з'явився значно пізніше. На рис. 2б для порівняння наведено приклад зовнішнього вигляду ауксанометра з третього тому Великої радянської енциклопедії (ВРЕ) 1950 року. Як видно, він практично еквівалентний або й навіть спрощений стосовно апарата Пфеффера. Однак точно така ж конструкція була відтворена незмінною і в пізнішому виданні – у другому томі ВРЕ за 1970 рік, оскільки конструкція ауксанометрів, що застосовувалися у вітчизняній практиці, до останньої чверті XX століття фактично не відрізнялась від зарубіжних прототипів початку століття. Якщо ще у кінці XIX століття, коли подібні прилади у Росії називалися авксанометрами, завезені або сконструйовані по аналогії прилади оснащувалися циферблатами або метричними шкалами (приклад такого пристрою нижньою циферблатною шкалою, взятий із 1-го тому Енциклопедичного словника Брокгауза і Єфрона за 1890 рік, подано на рис. 1в), то в подальшому більшість з описаних у вітчизняних роботах апаратів не дотягувало за рівнем механізації та прецизійності до багатьох застарілих зарубіжних приладів [6, 7], часто будучи не ауксанографами, як називали препарати зображені на рис. 1в, а модифікованими рутинними ауксанометрами. І якщо до деяких перших мікрометричних ауксанометрів прилаштовувався горизонтально розташований мікроскоп, то у спрощених модифікаціях його застосування не було метрологічно доцільним, оскільки точність графічної реєстрації динаміки росту на дузі диска чи барабана з папером для запису, яка досягалася використанням ауксанометричного важеля, схожого до важільця Енгельмана, котрий нерідко до сих пір використовується у поширених у вітчизняній практиці кімографах, непорівнянна із точністю мікрометричних вимірювань. Проте численні вітчизняні дослідники того часу пропонували модифікації ауксанометрів і конструювали ауксанометричні прилади на альтернативних принципах. Так, у 1920-х рр., російський емігрант В.В.Лепьошкін описав можливість застосування ауксанометрії до Thallophytes в «Lehrbuch der Pflanzenphysiologie Auf Physikalisch-Chemischer Grundlage» [12], а радянський біолог і засновник фітогормональної теорії тропізмів М.Г.Холодний розробив тип ауксанометра для аналізу ролі води (тобто ролі тургору, гутації і транспірації) для росту і тропізмів вищих рослин, названий ним мікропотометром [13] (цей прилад застосовувався в ключових експериментах М.Г.Холодного з виявлення впливу рослинних гормонів на тропізми). Згодом Вент – другий творець фітогормональної теорії тропізмів, котра сьогодні відома за кордоном як теорія Вента – Холодного, також апелював до ауксанометрії у своїй більш пізній статті 1933 року [14].

Слід зазначити, що пізніше конструкції гідрометричних ауксанометрів неодноразово використовувались в іригаційно-лісівницьких і прикладних ботанічних роботах [15–18], пов'язаних із гідратацією/дегідратацією і гутацією рослинних форм у природі, проте, як правило, за рідкісним винятком, посилання на першу статтю Холодного у них не трапляються. Іноді як середовищний контроль у польовій ауксанометрії у подібних роботах використовувалися лізиметри, що давало право говорити про «кореляційну ауксанометрію», тобто про перехід від виявлення цитофізіологічних механізмів росту окремої рослини до еколого-кліматичних і фенологічних методів моніторингу в масштабних польових умовах, однак, цей підхід був занадто трудомісткий для часу, коли ще не були впроваджені комп'ютерні мережі збору даних, і тому в практику не увійшов. У зв'язку з цим часові масштаби ауксанометричних вимірювань до кінця XX століття були теж відносно малі, і давали можливість спостерігати за ростом, але не розвитком рослин, а також їх не можна було використати для аналізу періодизації вегетації, фенологічних фаз і стадій росту у кореляції з умовами зовнішнього середовища.

Попри це, починаючи з 1970-х рр., у роботах, котрі апелювали до ауксанометрії, постійно наростає фізіолого-екологічний тренд на виявлення реактивності росту до даних умов середовища. Це було пов'язано з появою розширених можливостей для вимірювання у цьому середовищі завдяки появі доступних датчиків і приладів реєстрації фізичних і хімічних параметрів. Так, у роботі [19] було поставлено питання про заміщення (часткове) функції ауксинів стимуляцією іонами водню (pH) і вуглекислим газом, концентрація якого, як і (pH), характеризує редокс-баланс в геобіологічних системах. У роботі [20] проведено аналіз механічної реактивності і адаптивної компенсації трибологічного впливу на ріст проростка; виявлений механізм отримав назву «thigmomorphogenesis». У роботі [21] проведено порівняльний аналіз безпосереднього впливу розчину кислоти і синтетичного агента – фузікокцину, котрий індукуює закислення плазми клітини (за рахунок гіперсекреції H^+), та який дає т.зв. FC-індуковане видовження. Згодом з'явилися додаткові дані на користь гіпотези про вплив гормон-індукованої модифікації pH біля клітинної стінки на кінетику росту [22]. Пізніше ці результати було скорельовано з даними про функцію електрогенних іонних pomp [23]; тим самим у цілому було доведено єдність процесів проведення електричного сигналу (біоелектрогенезу) і росту/морфогенезу рослин. Оскільки застосування цейтраферної реєстрації [24] з тайм-кодом дозволяло взаємно однозначно зіставити кожен стан росту або тропізму проростка зі станом того чи іншого фізико-хімічного параметра, можна було скласти комплексну картину мультипараметричної кінетики росту для кожного виду, сорту чи породи деревних рослин, проте через відсутність доступної комп'ютерної техніки в ті часи цього не було зроблено.

У 1990-х рр. на зміну ауксанометрам застарілих конструкцій прийшли електронні системи з високою часовою роздільною здатністю – відеодигітайзери [25] на базі ПЗЗ-камер [26, 27] і прецизійні механоелектричні вимірювачі із використанням кутових перетворювачів [28]. На кінець 1990-х – початок 2000-х припадає і розвиток надзвичайно прогресивного методу – лазерної інтерференційної ауксанометрії [29, 30] (вперше дуплексна лазерна оптична система в ауксанометрії за різних параметрів pH і питомої електропровідності середовища, котра осмотично впливає на клітини, була використана у 1979 році [31]). Вже у 1990-х рр. цільова спрямованість установок і систем автоматизованої ауксанометрії змістилася до вимірювання росту в кореляції з умовами середовища [32, 33]. Новий ренесанс ауксанометрії із застосуванням розширеного комп'ютерного аналізу зображень [34] дозволяє взаємно однозначно зіставити (т.зв. one-to-one mapping) зони реактивності до різних факторів і зони різної інтенсивності росту в присутності цих факторів, створюючи тим самим мультимодальний підхід до аналізу ростових даних. Зокрема можна проводити спектрозональні колориметричні вимірювання поверхні рослин, аналізувати фур'є-спектри зображень на наявність анізотропії, картувати поглинання випромінювання по ізофотах та з допомогою картування градієнта або ASCII-перетворення піксельних даних, будувати векторні поля динаміки рослин за технологією motion compensation.

Таким чином, новий потужний інструмент частково здатен замінити біохімічні принципи аналізу ростових властивостей, поширені у 1980-х – 1990-х [35–37], методами «неруйнівного контролю», функціональними і для моніторингу в режимі реального часу *in vivo* чи *in situ*. Проте перекрити необхідний критичний діапазон засобів біохімічного аналізу цифрова фотографія, навіть за умов розширення її динамічного діапазону і спектрального діапазону до рівня ультрафіолетової та інфрачервоної областей, не в стані. У результаті виникає небезпека одностороннього аналізу і односторонньої же інтерпретації фізіолого-біохімічних / біофізичних даних, детермінованих браком джерел вихідної інформації.

Відхилившись від теми, слід зазначити, що особливо страждають унімодальністю, і, як наслідок, низькою репрезентативністю вітчизняні і пострадянські роботи з нових методів ауксанометрії. Не зважаючи на появу перших російськомовних статей з електронної ауксанометрії у другій половині 2000-х рр. [38], вони все ще віддалені від європейських та північноамериканських розробок початку 1990-х рр. Не допомагає при цьому т. зв. «модернізація» або «реконструкція» ранніх ауксанометричних апаратів (наприклад, «Ауксанометр КТП» Лабораторії експериментальної ботаніки Новгородського університету), оскільки фізичні принципи залишаються попередніми і часто змінюється лише форма реєстрації без конструктивної переробки і впровадження в його конструкцію нових датчиків. Навіть про банальне об'єднання

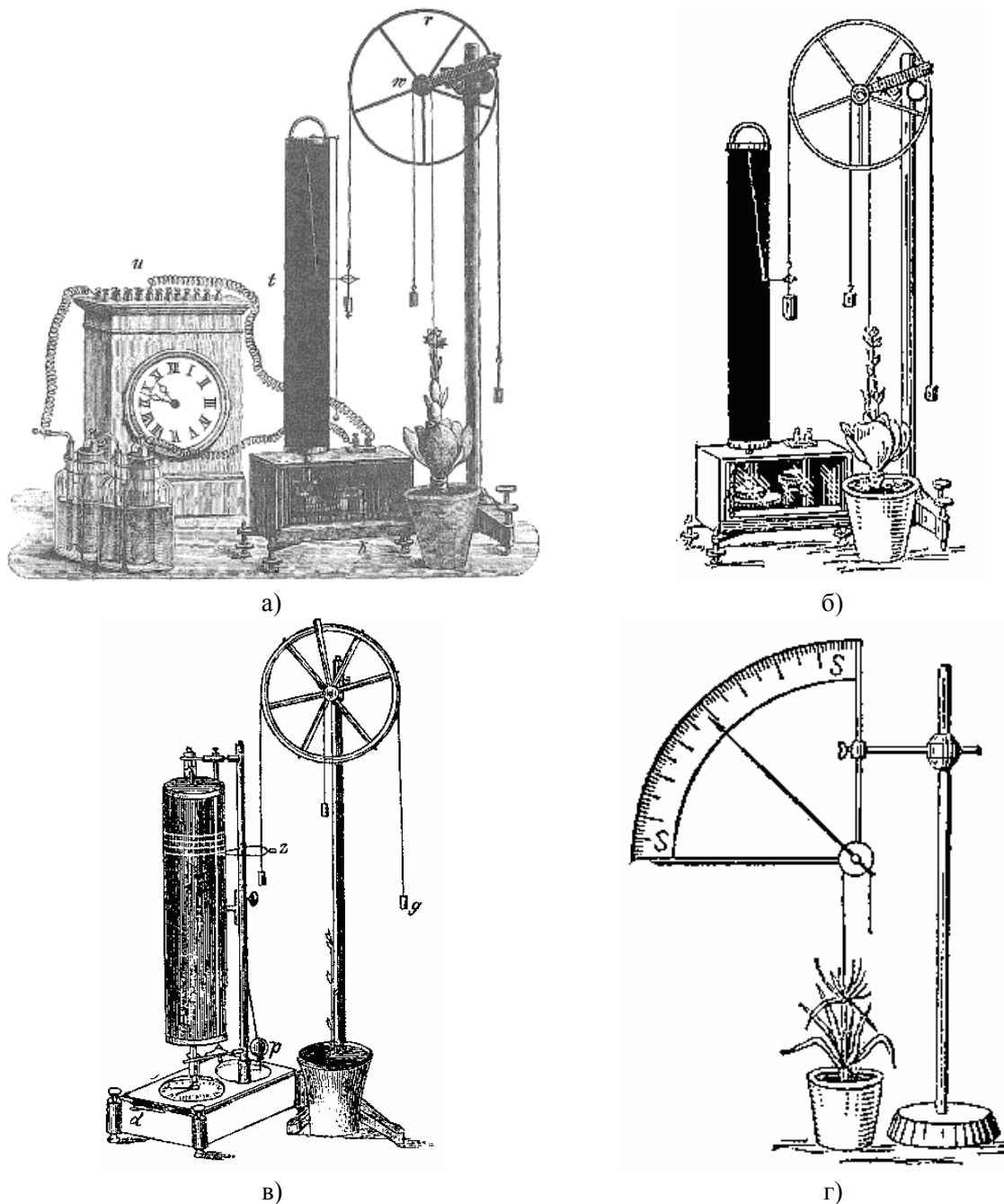


Рис. 1. Застарілі системи ауксанометрів

принципів цейтраферної зйомки з аналізом кінетики і механізмів сигналізації та зі застосуванням в подальшому методів молекулярної біології (що властиво для зарубіжних робіт цього ж періоду) у вітчизняних публікаціях мова не йде. Фактично розмито межу між навчальними ауксанометрами, котрих достатньо для студентського практикуму чи шкільної практики в класі з біологічним ухилом, і серйозних аналітичних установок, причому здійснюється ухил в сторону спрощення дослідницької техніки, а не синтезу нових прогресивних конструкцій, котрі запроваджуються у вузи і школи, на базі прецизійної аналітичної техніки. Інакше кажучи, як було написано у першій половині XX століття про одну із засновниць загальнодоступної експериментальної ботаніки Ліліан Кларк [40], «a time when science was still the Cinderella of the curriculum» (дослівно: «час, коли наука є Попелюшкою для освіти») [41]. Ця ситуація потребує категоріальної зміни. В іншому

випадку неминуча поява спрощених, неповних за репрезентативністю характеристичних критеріїв моделей у статтях, котрі апелюють до ауксанометрії як до верифікаційних даних [42].

ПРИНЦИПИ НОВОГО АУКСАНОМЕТРИЧНОГО ПІДХОДУ

Із викладеного вище матеріалу випливає, що є необхідною розробка технології або ж, навіть коректніше, нової ідеології ауксанометрії, котра дозволить об'єднати фізіологічний моніторинг, аналіз найбільш характеристичних біохімічних даних, отриманих в результаті «неруйнівного контролю» (тобто, за визначенням, не перешкоджають проведенню експерименту), вимірювання росту з часовою роздільною здатністю і тривалістю, достатньою для проведення фенологічної періодизації і аналізу стадійності розвитку рослин. Перехід від аналізу росту (ауксанометрії) до аналізу розвитку повинен відбуватися з урахуванням фенофаз, властивих для тих чи інших порід, а в масштабах лісових угруповань і їх лабораторних моделей, створюваних у кліматичних камерах з урахуванням природних метеоролого-кліматичних умов імітованої місцевості, супроводжуватися синтезом феноспектрів, котрі взаємно однозначно корелюють з біохімічною спектроскопією/спектрометрією, котра реєструється з часовою роздільною здатністю відповідно до вказаного вище комплексного підходу. Це очевидно, оскільки феноспектр, що демонструє за Сукачовим і Гаме переходи між фенофазами і стадії вегетації, цвітіння і т.д. аж до листопаду, однозначно відповідає фізіолого-біохімічним змінам рослини на цих стадіях, що можуть бути проаналізовані вище зазначеним шляхом. А оскільки феноспектри деревних порід поширені у лісових господарствах СНД і пострадянської Росії (там, де вони ще збережені), здійснити додатково географічну прив'язку цих даних з геоботанічним картуванням не є особливо складно.

Розглянемо детально можливості пропонованої феноспектральної ауксанометрії. Загально відомо, що основними фенофазами рослини є сокорух, поява листя, цвітіння, плодоношення і листопад. Очевидно, що: сокорух супроводжують зміни інтенсивності транспірації і зміни гідродинамічних коефіцієнтів висхідного і низхідного току; цвітіння супроводжується емісією характерних з точки зору хімічного аналізу молекул ароматичної структури, котрі залежать від фази емісії, тобто від часу взяття проби; ця емісійна характеристика змінюється при переході до плодоношення (хоча перші ароматичні профілі можна реєструвати і на стадії появи листя); листопад супроводжується емісією продуктів розпаду листя і пігментного розпаду і т.д. Усі продукти та аддукти фізіологічної емісії хімічно визначаються із використанням неруйнівних стосовно рослини-«емітера» методів атмосферного спектрального аналізу і газової хроматографії середовища.

Розглянемо, що можна зареєструвати із застосуванням газової хроматографії та інтерпретувати як характеристичні детермінанти тих чи інших стадій розвитку рослин і модельних рослинних угруповань.

По-перше, мова, очевидно, ведеться про гази. З точки зору фізіологічної екології лісових рослин [43], яка є кооперативним розширенням загальної фізіології лісових рослин [44], емісія кисню не є єдиним «газохімічним» критерієм для фітоугруповання, оскільки слід враховувати екологічні зворотні зв'язки, котрі детермінують фізіологію емісійного масиву в цілому. Так, зокрема, порівняно недавно було виявлено, що рослини різних кліматичних зон здатні до метаногенезу [45], після чого у багатьох країнах (у тому числі і Росії [46, 47]) розгорнуто дослідження форм метаногенної активності деревних рослин. Стало також відомо, що рослини здатні до емісії NO у кількості, достатній для вимірювання методами газової хроматографії (GC) і газової хромато-мас-спектрометрії (GC-MS) [48]. Крім того, потрібно враховувати зв'язки ґрунт-ліс в аналізі газової емісії, оскільки збільшення концентрації вуглекислого газу, що знижує регулюючий ефект рослинності, викликає збільшення емісії інших парникових газів (закису азоту і метану) з ґрунту [49–51], причому несприятливі для рослин кліматичні фактори стимулюють їхню власну емісію парникових газів [52]. На відміну від деяких представників фітопланктону [53], для котрих збільшення концентрації вуглекислого газу тягне за собою збільшення продуктивності, для лісових масивів цей принцип не діє, тому необхідно суворо ставитися до виявлення коректного зворотного зв'язку у фізіолого-екологічних процесах у лісовому угрупованні (для чог, зокрема, можна використовувати пропонований феноспектральний підхід).

По-друге, мова ведеться про моніторинг транспірації. Це частково корелює із газодинамічним моніторингом, оскільки кліматична конвекція, яка регулює фази осциляції вмісту вуглекислоти в атмосфері, регулює також і температуру повітряних мас, що впливає на випаровування/транспірацію рослин, з позиції гідравліки листка [54–56]. Елементний склад виділеного під час транспірації досліджується методами хроматографії як і тоді, коли мова йде про транспіраційні потоки на поверхні, так і тоді, коли мова йде про транспірацію коренів в конденсованому середовищі [57–60]. Ідеалізація під час вирішування відповідної модельної задачі *in vitro* в герметизованих умовах у термінології зарубіжної газової хроматографії може бути означена як відношення між *sample phase* і *headspace* (*gas phase*), де роль *headspace* виконує атмосфера або експериментальне середовище кліматичної камери, а *sample phase* – рідинна поверхня транспірації (по аналогії з [61]). Тому, якщо створювати герметичну кліматичну камеру з підведеними каналами газового хроматографа і відповідною їй системою відбору газових проб, то можна здійснити аналог «*static headspace – gas chromatography*» з часовою роздільною здатністю у нативному середовищі. Це дозволить одночасно аналізувати транспірацію і зміни газового складу стандартизованого кліматичного середовища, роблячи висновки про основні обмінні процеси між біомасою рослин і модельним оточуючим середовищем з точки зору фізіологічної екології лісових насаджень [43].

По-третє, газова хроматографія ², у тому числі GC-MS та вказаний вище *Headspace Method*, може бути використана для аналізу та ідентифікації по комп'ютерних базах даних запахів, які випускають лісові рослини [62–64]. Як відомо, лісові дерева і ярусні рослини, що входять до складу фітоугруповань, що їх підтримують, здійснюють емісію характерних ароматичних речовин у достатніх для органолептичного визначення кількостях як на стадії цвітіння, так і на стадії плодоношення [65–67]. Окрім того дерева часто виділяють фітонциди [68], які стандартно визначаються методами газової хроматографії [69]. Фітонцидна активність емісії максимальна під час світлової фази фотосинтезу, а мінімальна вночі – під час темноти, причому інтенсивність генерації фітонцидів кореляційно пов'язана з інтенсивністю дихання, температурою повітря та іншим. При цьому, що характерно для пропонованого методу в лісовій практиці, вища активуюча діяльність фітонцидів властива для лісів, а не міських насаджень [78–79]. Під час визначення летких органічних речовин у кліматичних камерах можна застосовувати бокси достатньо великого об'єму, оскільки радіус дії тих же фітонцидів становить 3–5 метрів (за інгібуванням мікроорганізмів в біотестерах). Сучасні методи аналізу і біопроектингу запахів (див. наприклад, зб. [70–71]) дозволяють визначати досить тонкі композиції не у словниково-дефінітивному [72], а у точному аналітичному сенсі, адже розвиток технологій автоматичного кількісного визначення запахів [73] (зокрема – постійно вдосконалюваних і уже впроваджених у практику в деяких зарубіжних організаціях технологій типу «*electronic nose*» [74–77]) дає можливість не апелювати до людського сприйняття під час класифікації ароматів, котрі визначаються машинним шляхом. Необхідність аналізу запахів у фенологічному вигляді можна пояснити тим, що: мікрокліматичні і фенологічні фактори впливають на хімічний склад їх носіїв [80], семіохімічні характеристики рослинних сигналів для рослин-запилювачів і функціонально-протилежних хімічно-відлякуючих факторів змінюються залежно від часу [81], палінологічні патерни сезонів цвітіння у різних видів рослин відрізняються залежно від кліматичних факторів і географічних параметрів, котрі визначають фенологію даного виду чи угруповання, а відтак – і їх одорологічні характеристики змінюються синхронно або ж корелятивно із першим [82]. Таким чином, машинний (тобто не суб'єктивно одорологічний, а коректний флейвохімічний – хроматографічний) аналіз джерел запаху рослин неминучий. Оскільки у дослідженні емісії летких сполук з листової поверхні часто застосовують газову хромато-мас-спектрометрію (GC-MS) [83], то можна не обмежувати детектування звичайною газовою хроматографією³, а ставити на виході вище вказаної хромато-

² Це доцільно здійснювати із застосуванням сорбційних трубок для збору летких органічних сполук і термодесорбера при відборі коміркою FLEC (Field and Laboratory Emission Cell) або, що логічно у випадку лабораторної прогонки методу – будь-якими методами з подачею із кліматичної камери.

³ Газово-біохімічні дослідження, не зважаючи на очевидну належність більшості біохімічних агентів до частково впорядкованих, рідких та конденсованих середовищ, не слід розглядати у даному методі як

ауксанометричної установки мас-спектрометр, переходячи тим самим від методу хромато-ауксанометрії до хромато-мас-ауксанометрії.

Оскільки фенологія рослинних форм залежить від потоку вуглецю, вологості середовищ, добового температурного діапазону і поверхневого енергетичного балансу [85], необхідно зіставляти в базах даних управляючого програмного забезпечення установки дані хроматографії або хромато-мас-спектрометрії з даними вимірювань параметрів зовнішніх середовищ, за яких проводилося вимірювання у кожен момент часу моніторингу. Слід зазначити, що частково на значний відсоток цих параметрів буде впливати і мікрофауна, оскільки газообмін у фотосинтезі [86] протилежний до газообміну у респірації мікрофауни [87], що позначається і на рівні їх взаємодії в рамках фізіологічної екології [43]. Необхідно або передбачити відсутність мікрофауни (безхребетних) в ґрунті і на рослинах у вигляді карантину проростків чи саджанців на етапі їх підготовки до експериментальної роботи/моніторингу, або знайти способи їх еколого-фізіологічного урахування в математичній моделі, що описує вплив їх молекулярної емісії на рівновагу системи з урахуванням численних зворотних зв'язків [88]. Вказані вище приклади абіотичних і біотичних факторів, котрі здатні вносити спотворення у процес спостереження за описаною локалізованою моделлю лісорозведення, наведено з метою демонстрації агрохімічної комплексності системи, через що неминуче необхідно впроваджувати додаткові способи аналізу та збору даних.

Як правило, у комп'ютерній ідентифікації органічних сполук використовують не одну методику, а комплекс методів, які визначають і кількісні і якісні особливості досліджуваного аналіта з позицій різних молекулярних дескрипторів [89] відповідно з вимірюваними апаратними методами характеристиками. У вітчизняній практиці рекомендується не обмежуватись спектроскопічними методами, а застосовувати також хроматографію і мас-спектрометрію при комп'ютерній ідентифікації за базами даних [90]. Оскільки у випадку пропонованої ідеології розробки/програмування установки система буде подавати сигнали у режимі реального часу, регулюватися і допускати визначення комплексної параметрики через діагностику власного внутрішнього стану за усіма джерелами сигналу, мова йде, по суті, про розробку експертної хімічної системи [91] з функцією мультисенсорного синтезу потокових даних [92–94] і комплексної ідентифікації, яка відповідає збору сигналів з численних джерел. Так як здавна з ауксанометрами (починаючи з 1930-х рр.) гібридизували монохроматори і спектрографи-монохроматори⁴ [95], логічним є використання в якості доповнення до газового хроматографа, як мінімум, оптичного спектрального аналізу (що відповідає [90]). Оскільки з токи зору нелінійної фізики екосистем [96], динаміка екстремумів спектрів під час вегетації і під час переходу від одного стану до іншого при чергуванні фенофаз буде мати нелінійний характер, що відповідає біофізичній кінетиці вказаного процесу, а у більшості самоузгоджених моделей лісової динаміки [97–99] є нелінійність і відповідні їй зворотні зв'язки, очевидно, що ідентифікаційні властивості експериментального об'єму як динамічної системи [100], котрі інтерпретуються як параметри комплексної системної динаміки [101] для нелінійної ідентифікації [102] процесів у комплексних мережах [103], якими є екологічні системи з позицій синтезу мультисенсорної інформації (зокрема – у системах дистанційного зондування [104]).

З позицій ММА-підходу (Mixed Methods Approaches – гібридизація відмінних методів з метою верифікації і встановлення фальсифікованості кожного з них і загального масиву даних, отриманих з їх допомогою) [105], лише зіставлення даних газової хроматографії, оптичної спектроскопії і кліматичного моніторингу може дати достатньо якісну і однозначну картину процесів, які відбуваються в установці на різних рівнях ендекологічної та екзоекологічної зв'язності у ній, внаслідок чого неможливо ставити питання про систематичну ідентифікацію і фінгерпринтинг індивідуальних видових фенофаз без забезпечення контрольованих умов середовища. Оскільки в тій же газовій хроматографії для вирішення таких складних, не

екзотику, оскільки ще у 1980-ті рр. за кордоном проводилися роботи газово-біохімічного спрямування і конференції з різних підгалузей цього напрямку (наприклад зокрема газової ензимології [84]).

⁴ Це можна також пов'язати з методами лазерної ауксиметрії при використанні монохроматичного (за визначенням) лазерного випромінювання [29, 30].

вирішуваних в межах звичайних методичних підходів, проблем використовують ПЗ для хемометрики зі складним математичним аналізом [106] (так звані багатовимірні методи – Multivariate Methods), причому багатовимірна хемометрика може бути зіставлена з методами визначення структурних кореляцій окремих біохімічних властивостей [107] в рамках підходу QSAR (quantitative structure activity relationships), це актуально для ідеології конструювання цього типу установок, так як методи QSAR широко застосовуються під час моделювання відгуку оточуючого середовища на зовнішні впливи [108], причому давно створені комп'ютерні методи підбору відгуку за фізичними властивостями молекулярних агентів [109]. Такий підхід справедливий і для зворотних завдань, так що можна використовувати його і в ході моделювання під час моніторингу молекулярної емісії лісових рослин та їх угруповань (наприклад, в описуваній установці або в установках типу БИОТРОН, ФИТОТРОН із системою збору, що адекватна до описаної для цієї установки)⁵. Зазвичай мультимодальні і мультипараметричні системи збору дистанційної інформації використовуються лише у гібридизації із географічними інформаційними системами (GIS) для глобального моніторингу [115], проте для фітофізіологічної прогонки лісових систем можна частково замінити апроксимацію глобальної динаміки (з інтерполяцією на достатньо локальні об'єкти) фітотронною прогонкою з мультипараметричною реєстрацією при варіюванні експериментальних умов середовища в установках/апаратах, які конструктивно схожі з пропонуваними в даній роботі (навіть до апробації зимової реєстрації вітальних параметрів під час морозостійкої вигонки лісових порід [116]) у штучному мікрокліматі, котрий моделює відповідні географічні області та індукує відповідні йому кількісно визначувані фітофізіологічні реакції [117]⁵.

У мультипараметричних системах дистанційного зондування, як правило, для детектування рослинності використовують принципи гіперспектрального картування [120, 121] та лідарні методи, зокрема – з використанням лазерної лідарної техніки [122] (не враховуючи ресурсомістких методів, котрі потребують використання інтерференційно-поляриметричної техніки [123]), тому використання монохроматорів або лазерної техніки скануючого зчитування у хромато-ауксиметричних установках для цілковитої репрезентативності стосовно GIS-прототипу логічно поєднувати зі спектральним картуванням поверхні рослин. Це завдання не є зайвим, оскільки відомо, що у різних умовах середовища спектрально-рефлектометричні характеристики можуть мати градієнт навіть в однієї рослини, що може бути зумовлено: різною доступністю випромінювання фотосинтетичного діапазону для листка і зміною пігментної концентрації, що з цим корелює [124], зміною пігментного складу листка під час біогенезу пластид у процесі переходу від пропластид до зрілих та у подальшому до геронтопластів [125], стресом листка [126] (який, як вказувалось раніше, призводить і до зміни молекулярної емісії газів рослиною), зміною вмісту води і співвідношення води та окислюваних форм у складі рослини [127], градієнтом вмісту хлорофілу [128], відмінностями стадійних форм рослин і дефінітивної структури листка, що відповідає цим формам [129] до некаральних змін листка [130], які супроводжуються молекулярною газовою емісією тією мірою, яка дозволяє порівнювати спектри відбивання хроматограми листка або мас-спектри виділень, зареєстрованих «у лінію» одночасно зі спектрами відбивання за багатоканальною системою. Спектральне картування можна здійснювати у поточному порядку в режимі реального часу із використанням цифрових камер, що охолоджуються (в ідеалі, проте необов'язково), і подальшого математичного опрацювання при паралельній класифікації результатів на мейнфреймах [131, 132] із подальшою 3D візуалізацією [133].

Під час використання багатопроекторних / багатоядерних машин для обрахунку даних ауксанометричної установки з гібридизацією фізичних принципів вимірювань можна використати

⁵ Слід зазначити, що QSAR щільно увійшов у практику автоматизованої інтерпретації даних газової хроматографії ароматичних сполук [110, 111] і сполук, котрі входять до складу ароматичних композицій рослин [112, 113], тому використання QSAR-підходу у флейвохімічному фінгерпринтингу лісових екосистем та їх моделей в описуваній установці має вагомні підстави до застосування. У той же час у теоретичній хімії існують роботи по квантово-хімічних дескрипторах у GLPC [114], що дає можливість для простих газів, задіяних у фотосинтезі та диханні, теж використовувати ідею QSAR.

STATA/MP, оскільки цей пакет допускає не лише обробку рядів динаміки (часових рядів) [134], отриманих з установки, але і визначення ступеню їх правдоподібності [135], багатовимірне моделювання, що відповідає багатофакторній стратегії збору даних [136, 137], а також виявлення причинно-наслідкових зв'язків при використанні структурних рівнянь [138], не враховуючи звичайного регресійного аналізу [139]. Таким чином, до завдань розпізнавання образів спектрів [140] (і зокрема – IR-спектрів [141], оскільки допустима мультиспектральна/гіперспектральна зйомка в ІЧ-діапазоні [142], здатна демонструвати теплові властивості листя в кліматичній камері), що вирішуються програмним шляхом в рамках інтерпретації даних спектрального моніторингу як патернів, характеристичних з точки зору біоінформатики [143], у випадку гіперспектральної фотографічної реєстрації додаються завдання multispectral pattern recognition (див., наприклад, зб. [144]) в усіх спектральних діапазонах в дусі техніки ISODATA [145], причому в динаміці до них ще додається новий рівень спектральних даних – продукт віконної спектральної обробки варіацій параметрів фітофізіології у часових циклах, котрі обумовлені циркадними і фенологічними ритмами [146]. У такому випадку до звичайних оптичних та інших даних, отриманих в процесі дистанційного зондування рослинності в рамках стандартних фізичних принципів, котрі реалізуються за неможливості фіксування детектора, котрий рухається, на окремих елементах флори під час моніторингу [147], при стаціонарному розміщенні детекторів у ауксанометрії додається можливість аналізу фенологічної або феноспектральної динаміки цих факторів та індикаторів фізіологічного відгуку (до якої, власне, і застосовують методи нелінійного екологічного аналізу [146], у тому числі в рамках фізіологічної екології деревних рослин [43]). Таким чином, очевидно: гібридизація оптичної, хроматографічної та мультиспектральної фотографічної інформації потребує значних обчислювальних ресурсів на виході установки, проте результати повної комп'ютерної обробки такого типу повністю виправдовуються прогностичними властивостями формованої моделі, яку можна використати у лісорозведенні з прагматичною метою. Тобто, інакше кажучи, замість ауксанометрії як моніторингу минулих коефіцієнтів росту (які визначаються також через конформні перетворення морфометричним шляхом) саджанця/сіянця лісових порід, таким чином отримуємо якісну ідентифікацію фаз розвитку та багатопараметричну еквівалент-модель, яка дає можливість передбачати (на обмежений проміжок часу), у тому числі – для програмованих змін параметризовуваних властивостей довколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонована інноваційна ауксанометрична система, яка:

I) дозволяє спостерігати за первинним ростом лісових порід у контексті розвитку за рахунок того, що індикатором динаміки є не кількісний (як у звичайній ауксанометрії, де єдиним критерієм росту є видовження проростка), а комплексно-якісний критерій, котрий складається із взаємно однозначного зіставлення результатів аналітико-хімічного аналізу молекулярної емісії рослин і варіацій характеристик середовища, що дозволяє аналізувати зворотні зв'язки росту/розвитку рослини і деформації параметрики зовнішнього середовища,

II) у ході роботи у різних режимах шляхом навчання розпізнавати образи із поповненням бази даних дозволяє досліджувати і моделювати не тільки один патерн розвитку рослини, властивий для деякого стандартного простору ознак, але й досліджувати експериментальний відгук екологічної структури ознак на зміну параметрів середовища. Тобто переходити до фенологічного, модельно-біогеографічного, біометеорологічного, біокліматологічного, еколого-фізіологічного підходу в міру дослідницької необхідності (якщо таке дозволяють параметри біотрона, кліматичної камери, оранжереї, де відбувається вигонка проростків лісових порід), заносючи спектральні і хроматографічні дані у вигляді кореляційних патернів у бази даних для наступного порівняння,

III) під час феноспектральної експериментальної вигонки дозволяє програмувати і за допомогою зворотного зв'язку регулювати температуру, чітко прогнозувати подібним чином початок вегетації шляхом сумування ефективних температур або виявлення їхнього тренду, котрий дозволяє реконструювати послідовність сходів або вегетації окремих рослинних форм у

кореляції з характеристичними параметрами штучного клімату (якщо відомо, що для клена Асер сума ефективних температур – 156,2 °С, а для липи (*Tilia*) – 739 °С, то очевидно, що у ранжуванні бази даних липа буде стояти пізніше від клена),

IV) автоматично класифікувати за комплексом характеристик на феноритмотипи або фенологічні групи деревні рослини у модельних фітоугрупованнях по більш шкальованій градації, ніж у застарілій системі Морозової, де виділялося лише два феноритмотипи деревних рослин (вічнозелені та листопадні),

V) дозволяє працювати в режимі регуляції параметрики кліматичної камери шляхом реєстрації зворотного зв'язку за рахунок використання детекторів і датчиків їх молекулярної емісії у контрольованому фізичному оточенні, тобто, самі параметри, які реєструються детектуючою частиною установки, можуть бути сигналом для зміни режиму її функціонування.

Дана стаття описує не метод (оскільки розглядувана технологія базується на відомій техніці – такій як хроматографія і спектроскопія), а підхід, застосування котрого не обмежується окремими моделями або типами обладнання і системною складністю умов середовища.

Подяка. Виражається загальна подяка усім студентам-практикантам, які брали участь у складанні установки, публікація матеріалів про яку з їх участю передбачається найближчим часом, а також колегам з США і Китаю, з якими підтримувалася листування на момент написання огляду.

Список літератури

1. Bumpus H. C. A Simple and Inexpensive Self-Registering Auxanometer / H. C. Bumpus // Botanical Gazette. – 1887. – Vol. 12, No. 7. – P. 149–150.
2. Barnes C. R. A Registering Auxanometer / C. R. Barnes // Botanical Gazette. – 1887. – Vol. 12, No. 7. – P. 150–152.
3. Stone G. E. A Simple Self-Registering Auxanometer / G. E. Stone // Botanical Gazette. – 1892. – Vol. 17, No. 4. – P. 105–107.
4. Golden K. E. An Auxanometer for the Registration of Growth of Stems in Thickness / K. E. Golden // Botanical Gazette. – 1894. – Vol. 19, No. 3. – P. 113–116.
5. Lloyd F. E. A New and Cheap Form of Auxanometer / F. E. Lloyd // Torrey. – 1903. – Vol. 3, No. 7. – P. 97–100.
6. Bovie W. T. A Precision Auxanometer / W. T. Bovie // Botanical Gazette. – 1912. – Vol. 53, No. 6. – P. 504–509.
7. Bovie W. T. A Simplified Precision Auxanometer / W. T. Bovie // American Journal of Botany. – 1915. – Vol. 2, No. 2. – P. 95–99.
8. Burgerstein A. Das pflanzenphysiologische Institut der K.K. Wiener Universität von 1873–1884 / A. Burgerstein // Österreichische botanische Zeitschrift. – 1884. – Vol. 34, No. 12. – P. 418–422.
9. Fritsch K. Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse etc. / K. Fritsch // Österreichische botanische Zeitschrift. – 1905. – Vol. 55, No. 6. – P. 245–251.
10. Literatur-Übersicht // Österreichische botanische Zeitschrift. – 1907. – Vol. 57, No. 2. – P. 74–85.
11. Nestler A. Das pflanzenphysiologische Institut der k. k. deutschen Universität in Prag / A. Nestler // Österreichische botanische Zeitschrift. – 1909. – Vol. 59, No. 2. – P. 54–62.
12. Lepeschkin W. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie Auf Physikalisch-Chemischer Grundlage / W. Lepeschkin // Beschreibung und Erklärung der Wachstumserscheinungen. – 1925. – P. 191–242.
13. Cholodny N. Über das Wachstum des vertikal und horizontal orientierten Stengels in Zusammenhang mit der Frage nach der hormonalen Natur der Tropismen / N. Cholodny // Planta. – 1929. – Vol. 7, No. 5. – P. 702–719.
14. Went F. A. F. C. Die Bedeutung des Wuchsstoffes (Auxin) für Wachstum, photo- und geotropische Krümmungen / F. A. F. C. Went // Naturwissenschaften. – 1933. – Vol. 21, No. 1. – P. 1–7.
15. Engel H. Weitere Untersuchungen über periodische Guttation / H. Engel, M. Heimann // Planta. – 1949. – Vol. 37, No. 3. – P. 437–450.
16. Sparks W. C. A review of abnormalities in the potato due to water uptake and translocation / W. C. Sparks // American Potato Journal. – 1958. – Vol. 35, No 3. – P. 430–436.
17. Kunkel R. Potato tuber hydration and its effect on blackspot of Russet Burbank potatoes in the Columbia Basin of Washington / R. Kunkel, W. H. Gardner // American Potato Journal. – 1965. – Vol. 42, No. 5. – P. 109–124.
18. Meyer W. S. Plant indicators of wheat and soybean crop water stress / W. S. Meyer, G. C. Green // Irrigation Science. – 1981. – Vol. 2, No. 3. – P. 167–176.
19. Rayle D. L. Rapid Growth Responses in the Avena Coleoptile: A Comparison of the Action of Hydrogen Ions, CO₂, and Auxin / D. L. Rayle, R. Cleland // Proceedings of the 7th International Conference on Plant Growth Substances. Australia, 1972. – P. 44–51.
20. Jaffe M. J. Thigmomorphogenesis: The response of plant growth and development to mechanical stimulation / M. J. Jaffe // Planta. – 1973. – Vol. 114, No. 2. – P. 143–157.
21. McBride R. Auxin inhibition of acid- and fusicoccin-induced elongation in lentil roots / R. McBride, M. L. Evans // Planta. – 1977. – Vol. 136, No. 2. – P. 97–102.

22. Evans M. L. Auxin action on proton influx in corn roots and its correlation with growth / M. L. Evans, T. J. Mulkey, M. J. Vesper // *Planta*. – 1980. – Vol. 148, No. 5. – P. 510–512.
23. Katou K. Effects of carbon dioxide on the spatially separate electrogenic ion pumps and the growth rate in the hypocotyl of *Vigna sesquipedalis* / K. Katou, K. Ichino // *Planta*. – 1982. – Vol. 155, No. 6. – P. 486–492.
24. Mulkey T. J. The kinetics of abscisic acid action on root growth and gravitropism / T. J. Mulkey, Evans M. L., K. M. Kuzmanoff // *Planta*. – 1983. – Vol. 157, No. 2. – P. 150–157.
25. Evans M. L. Responses of Arabidopsis roots to auxin studied with high temporal resolution: Comparison of wild type and auxin-response mutants / M. L. Evans, H. Ishikawa, M. A. Estelle // *Planta*. – 1994. – Vol. 194, No. 2. – P. 215–222.
26. Christian M. New methods to analyse auxin-induced growth I: Classical auxinology goes Arabidopsis / M. Christian, H. Lüthen // *Plant Growth Regulation*. – 2000. – Vol. 32, No. 2–3. – P. 107–114.
27. Steffens B. New methods to analyse auxin-induced growth II: The swelling reaction of protoplasts – a model system for the analysis of auxin signal transduction? / B. Steffens, H. Lüthen // *Plant Growth Regulation*. – 2000. – Vol. 32, No. 2–3. – P. 115–122.
28. Claussen M. Auxin-induced growth and its linkage to potassium channels / M. Claussen, H. Lütke, M. Blatt, M. Böttger // *Planta*. – 1997. – Vol. 201, No. 2. – P. 227–234.
29. Budagovskaya N. V. Effect of calcium channel blocker on the growth dynamics of plants studied by laser interference auxanometry / N. V. Budagovskaya, V. I. Guliaev // *Developments in Plant and Soil Sciences*. – 2002. – Vol. 92. – P. 204–205.
30. Budagovskaya N. V. Rapid and Slow Response Reactions of Plants on Effect of Antioxidant Ambiol / N. V. Budagovskaya, V. I. Guliaev // *Advanced Research on Plant Lipids*. – 2003. – P. 323–326.
31. Taiz L. The kinetics of bidirectional growth of stem sections from etiolated pea seedlings in response to acid, auxin and fusicoccin / L. Taiz, J.-P. Métraux // *Planta*. – 1979. – Vol. 146, No. 2. – P. 171–178.
32. Fernandez S. R. A New Method of Measurement and Analysis of the Stem Extension Growth Rate to Demonstrate Complete Synchronisation of *Chenopodium rubrum* Plants by Environmental Conditions / S. R. Fernandez, E. Wagner // *Journal of Plant Physiology*. – 1994. – Vol. 144, No. 3. – P. 362–369.
33. Inman-Bamber N. G. Automatic plant extension measurement in sugarcane in relation to temperature and soil moisture / N. G. Inman-Bamber // *Field Crops Research*. – 1995. – Vol. 42, No. 2–3. – P. 135–142.
34. Spalding E. P. Image analysis is driving a renaissance in growth measurement / E. P. Spalding, N. D. Miller // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2013. – Vol. 16, No. 1. – P. 100–104.
35. Evans M. L. Functions of Hormones at the Cellular Level of Organization / M. L. Evans // *Encyclopedia of Plant Physiology*. – 1984. – Vol. 10. – P. 23–79.
36. Mutaftschiev S. Relationships between cell-wall β -1,3-endoglucanase activity and auxin-induced elongation in mung bean hypocotyl segments / S. Mutaftschiev, R. Prat, M. Pierron, G. Devilliers, R. Goldberg // *Protoplasma*. – 1997. – Vol. 199, No. 1–2. – P. 49–56.
37. Kim S. Y., Mulkey T. J. Effect of ethylene antagonists on auxin-induced inhibition of intact primary root elongation in maize (*Zea mays* L.) / S. Y. Kim, T. J. Mulkey // *Journal of Plant Biology*. – 1997. – Vol. 40, No. 4. – P. 256–260.
38. Рассадина В. А. Электронная ауксанометрия – новый способ регистрации ростовых реакций растений / В. А. Рассадина, Е. Б. Яронская, И. В. Вершиловская, В. М. Егоров, Н. Г. Аверина // *Земляробства і ахова раслін: навукова-практычны часопіс*. – 2007. – № 2. – С. 19–20.
39. Binder B. M. Rapid Kinetic Analysis of Ethylene Growth Responses in Seedlings: New Insights into Ethylene Signal Transduction / B. M. Binder // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2007. – Vol. 26, No. 2. – P. 131–142.
40. Clarke L. J. Botany As An Experimental Science – In Laboratory And Garden / L. J. Clarke. – Milton: Oxford University Press, 1935. – 138 p.
41. W. E. B. Botany as an Experimental Science in Laboratory and Garden / W. E. B. // *Nature*. – 1935. – Vol. 136. – P. 890.
42. Михайленко И. М. Математическое моделирование роста растений на основе экспериментальных данных / И. М. Михайленко // *Сельскохозяйственная биология*. – 2007. – № 1. – С. 103–111.
43. Kozlowski T. T. The Physiological Ecology of Woody Plants / T. T. Kozlowski. – San Diego – New York – Boston – London – Sidney – Tokyo – Toronto: Academic Press, 1990. – 678 p.
44. Kozlowski T. T. Physiology of Woody Plants / T. T. Kozlowski, S. G. Pallardy. – San Diego – London – Boston – New York – Sidney – Tokyo – Toronto: Academic Press, 1996. – 411 p.
45. Keppler F. Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions / F. Keppler, J. T. G. Hamilton, M. Brab, T. Röckmann // *Nature*. – 2006. – V. 439. – P. 187–191.
46. Мухин В. А. Выделение метана из древесины живых деревьев / В. А. Мухин, П. Ю. Воронин // *Физиология растений*. – 2011. – Т. 58, № 2. – С. 283–289.
47. Мухин В. А. Метаногенная активность в древесных растениях / В. А. Мухин, П. Ю. Воронин // *Физиология растений*. – 2009. – Т. 56. – С. 152–154.
48. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода / О. Г. Полесская. – М.: Университет, 2007. – 140 с.
49. Groenigen K. J. Increased soil emissions of potent greenhouse gases under increased atmospheric CO₂ / K. J. Groenigen, C. W. Osenberg, B. A. Hungate // *Nature*. – 2011. – V. 475. – P. 214–216.
50. Knohl A. Global change: Indirect feedbacks to rising CO₂ / A. Knohl, E. Veldkamp // *Nature*. – 2011. – Vol. 475. – P. 177–178.
51. Davidson E. A. Testing a conceptual model of soil emissions of nitrous and nitric oxides / E. A. Davidson, M. Keller, H. E. Erickson, L. V. Verchot, E. Veldkamp // *BioScience*. – 2000. – Vol. 50. – P. 667–680.

52. Qaderi M. M. Methane emissions from six crop species exposed to three components of global climate change: temperature, ultraviolet-B radiation and water stress / M. M. Qaderi, D. M. Reid // *Physiologia Plantarum*. – 2009. – Vol. 137, No. 2. – P. 139–147.
53. Iglesias-Rodriguez M. D. Phytoplankton Calcification in a High-CO₂ World / M. D. Iglesias-Rodriguez, P. R. Halloran, R. E. M. Rickaby, I. R. Hall, E. Colmenero-Hidalgo, J. R. Gittins, D. H. Green, T. Tyrrell, S. J. Gibbs, P. von Dassow, E. Rehm, E. V. Armbrust, K. P. Boessenkool // *Science*. – 2008. – Vol. 320. – P. 336–340.
54. Beerling D. J. Plant science: The hidden cost of transpiration / D. J. Beerling, P. J. Franks // *Nature*. – 2010. – Vol. 464. – P. 495–496.
55. McKown A. D., Cochard H., Sack L. Decoding leaf hydraulics with a spatially explicit model: principles of venation architecture and implications for its evolution / A. D. McKown, H. Cochard, L. Sack // *American Naturalist*. – 2010. – Vol. 175. – P. 447–460.
56. Brodribb T. J. Leaf hydraulic evolution led a surge in leaf photosynthetic capacity during early angiosperm diversification / T. J. Brodribb, T. S. Feild // *Ecology Letters*. – 2010. – Vol. 13. – P. 175–183.
57. Malone M. Continuous measurement of macronutrient ions in the transpiration stream of intact plants using the meadow spittlebug coupled with ion chromatography / M. Malone, M. Herron, M. A. Morales // *Plant Physiology*. – 2002. – Vol. 130, No. 3. – P. 1436–1442.
58. Monje O. Characterizing photosynthesis and transpiration of plant communities in controlled environments / O. Monje, B. Bugbee // *Acta Hort.* – 1996. – Vol. 40. – P. 123–128.
59. Liao Y. C. Relationship between lead uptake by lettuce and water-soluble low-molecular-weight organic acids in rhizosphere as influenced by transpiration / Y. C. Liao, S. W. Chang Chien, M. C. Wang, Y. Shen, K. Sessaiah // *J. Agric. Food Chem.* – 2007. – Vol. 17, No. 55. – P. 8640–8649.
60. Liao Y. C. Effect of transpiration on Pb uptake by lettuce and on water soluble low molecular weight organic acids in rhizosphere / Y. C. Liao, S. W. Chien, M. C. Wang, Y. Shen, P. L. Hung, B. Das // *Chemosphere*. – 2006. – Vol. 65, No. 2. – P. 343–351.
61. Kolb B. *Static Headspace-Gas Chromatography: Theory and Practice* / B. Kolb, L. S. Ettre. – Hoboken: Wiley, 2006. – 350 p.
62. Jennings W. *Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography* / W. Jennings. – New York – London – Sydney – Toronto – San Francisco: Academic Press, 1980. – 472 p.
63. Heydaneck M. G. Gas chromatography-mass spectroscopy investigations on the flavor chemistry of oat groats / M. G. Heydaneck, R. J. McGorin // *J. Agric. Food Chem.* – 1981. – Vol. 29, No. 5. – P. 950–954.
64. Werkhoff P. *Vacuum Headspace Method in Aroma Research: Flavor Chemistry of Yellow Passion Fruits* / P. Werkhoff, M. Guntert, G. Krammer, H. Sommer, J. Kaulen // *J. Agric. Food Chem.* – 1998. – Vol. 46. – P. 1076–1093.
65. Tucker A. O. *The Encyclopedia of Herbs: A Comprehensive Reference to Herbs of Flavor and Fragrance* / A. O. Tucker, T. DeBaggio. – Portland – London: Timber Press, 2009. – 604 p.
66. Hui Y. H. *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors* / Ed. by Y. H. Hui. – Hoboken: Wiley, 2010. – 1095 p.
67. Qian M. *Flavor and Health Benefits of Small Fruits (ACS Symposium Series)* / Ed. by M. Qian, A. Rimando. – Washington: American Chemical Society, 2010. – 336 p.
68. Li Q. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity / Q. Li, A. Nakadai, H. Matsushima, Y. Miyazaki, A. M. Krensky, T. Kawada, K. Morimoto // *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* – 2006. – Vol. 28, No. 2. – P. 319–333.
69. Дмитриев М. Т. Газохроматографическое определение фитонцидов в воздухе / Дмитриев М. Т., В. А. Мишихин, Е. В. Степанов // *Гигиена и санитария*. – М.: Медицина, 1983. – № 7. – С. 43–45.
70. Marsili R. *Flavor, Fragrance, and Odor Analysis* / Ed. by R. Marsili. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 280 p.
71. Berger R. G. *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability* / Ed. by R. G. Berger. – Berlin – Heidelberg – New York: Springer, 2007. – 664 p.
72. De Rovira D. *Dictionary of Flavors* / D. De Rovira. – Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2004. – 736 p.
73. Wise P. M. Quantification of Odor Quality / P. M. Wise, M. J. Olsson, W. S. Cain // *Chemical Senses*. – 2000. – Vol. 25, No. 4. – P. 429–43.
74. Persaud K. Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose / K. Persaud, G. Dodd // *Nature*. – 1982. – Vol. 299, No. 5881. – P. 352–355.
75. Jin H. J. Nanovesicle-based bioelectronic nose platform mimicking human olfactory signal transduction / H. J. Jin, S. H. Lee, T. H. Kim, J. Park, H. S. Song, T. H. Park, S. Hong // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2012. – Vol. 35, No. 1. – P. 335–341.
76. Röck F. Electronic Nose: Current Status and Future Trends / F. Röck, N. Barsan, U. Weimar // *Chemical Reviews*. – 2008. – Vol. 108, No. 2. – P. 705–725.
77. Degenhardt D. C. Temporal Dynamics and Electronic Nose Detection of Stink Bug-Induced Volatile Emissions from Cotton Bolls / D. C. Degenhardt, J. K. Greene, A. Khalilian // *Psyche*. – 2012. – Vol. 2012. – P. 1–9.
78. Li Q. A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects / Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, T. Shimizu, Y. J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, T. Ohira, N. Takayama, T. Kagawa, Y. Miyazaki // *Journ. Biol. Regul. Homeost. Agents*. – 2008. – Vol. 22, No. 1. – P. 45–55.
79. Li Q. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins / Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, B. J. Park, T. Ohira, N. Matsui, T. Kagawa, Y. Miyazaki, A. M. Krensky // *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.* – 2008. – Vol. 21, No. 1. – P. 117–27.

80. Lago J. H. G. Microclimatic Factors and Phenology Influences in the Chemical Composition of the Essential Oils from *Pittosporum undulatum* Vent. Leaves / J. H. G. Lago, O. A. Favero, P. Romoff // *Journ. Braz. Chem. Soc.* – 2006. – Vol. 17, No. 7. – P. 1334–1338.
81. Schwarz J. Phenology of semiochemical-mediated host foraging by the western boxelder bug, *Boisea rubrolineata*, an aposematic seed predator / J. Schwarz, R. Gries, K. Hillier, N. Vickers, G. Gries // *J. Chem. Ecol.* – 2009. – Vol. 35, No. 1. – P. 58–70.
82. Puc M. The patterns of *Corylus* and *Alnus* pollen seasons and pollination periods in two Polish cities located in different climatic regions / M. Puc, I. Kasprzyk // *Aerobiologia.* – 2013. – Vol. 29, No. 4. – P. 495–511.
83. Fredrickson E. L. Volatile compounds on the leaf surface of intact and regrowth tarbush (*Flourensia cernua* DC) canopies / E. L. Fredrickson, R. E. Estell, M. D. Remmenga // *J. Chem. Ecol.* – 2007. – Vol. 33, No. 10. – P. 1867–1875.
84. Degn H. Gas Enzymology / Ed. by H. Degn, R. P. Cox, H. Toftlund. Proceedings of a Symposium held at Odense University, Denmark, 1984. – Dordrecht: Kluwer Acad. Pub., 1985. – 264 p.
85. Hanes J. M. Spring leaf phenology and the diurnal temperature range in a temperate maple forest / J. M. Hanes // *International Journal of Biometeorology.* – 2014. – Vol. 58, No. 2. – P. 103–108.
86. Geider R. Algal Photosynthesis: The Measurement of Algal Gas Exchange / R. Geider. – Springer, 1992. – 256 p.
87. Maina J. N. The Gas Exchangers: Structure, Function, and Evolution of the Respiratory Processes / J. N. Maina. – Berlin: Springer, 1998. – 498 p.
88. Skogestad S. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design / S. Skogestad, I. Postlethwaite. – Chichester – New York – Brisbane – Toronto – Singapore: Wiley, 2005. – 592 p.
89. Todeschini R. Molecular Descriptors for Chemoinformatics (Methods and Principles in Medicinal Chemistry) / R. Todeschini, V. Consonni. – Weinheim: Wiley-VCH, 2009. – 1257 p.
90. Вершинин В. И. Компьютерная идентификация органических соединений / В. И. Вершинин, Б. Г. Дерендяев, К. С. Лебедев. – М.: Академкнига, 2002. – 197 с.
91. Hemmer M. C. Expert Systems in Chemistry Research / M. C. Hemmer. – Boca Raton: CRC Press, 2007. – 416 p.
92. Mitchell H. B. Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction / H. B. Mitchell. – Berlin – Heidelberg: Springer, 2010. – 296 p.
93. Hall D. L. Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion / D. L. Hall, S. A. McMullen. – Boston – London: Artech House, 2004. – 466 p.
94. Raol J. R. Multi-Sensor Data Fusion with MATLAB / J. R. Raol. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – 568 p.
95. Bergann F. Untersuchungen über Lichtwachstum, Lichtkrümmung und Lichtabfall bei *Avena sativa* mit Hilfe monochromatischen Lichtes / F. Bergann // *Planta.* – 1930. – Vol. 10, No. 4. – P. 666–743.
96. Meron E. Nonlinear Physics of Ecosystems / E. Meron. – Boca Raton: CRC Press, 2013. – 350 p.
97. Botkin D. B. Forest Dynamics: An Ecological Model / D. B. Botkin. – Oxford – New York: Oxford University Press, 1993. – 328 p.
98. Buongiorno J. The Global Forest Products Model: Structure, Estimation, and Applications / J. Buongiorno, S. Zhu, D. Zhang, J. Turner, D. Tomberlin. – Amsterdam – Boston – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sydney – Tokyo: Academic Press, 2003. – 300 p.
99. Pretzsch H. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model / H. Pretzsch. – Heidelberg – Dordrecht – London – New York: Springer, 2010. – 683 p.
100. Isermann R. Identification of Dynamic Systems: An Introduction with Applications / R. Isermann, M. Münchhof. – Heidelberg – Dordrecht – London – New York: Springer, 2011. – 730 p.
101. Giantomassi A. Modeling estimation and identification of complex system dynamics: issues and solutions / A. Giantomassi. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 136 p.
102. Nelles O. Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models / O. Nelles. – Berlin – Heidelberg – New York: Springer, 2001. – 785 p.
103. Barrat A. Dynamical Processes on Complex Networks / A. Barrat, M. Barthélemy, A. Vespignani. – Cambridge University Press, 2012. – 361 p.
104. Lee M. J. Designation for an Ecological Network using Remote Sensing: Focusing on the North-East Asia / M. J. Lee, S. W. Jeon, W. K. Song. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 64 p.
105. Creswell J. W. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches / J. W. Creswell. – Los Angeles – London – New Delhi – Singapore – Washington: SAGE Publications Inc., 2013. – 304 p.
106. Cserhati T. Multivariate Methods in Chromatography: A Practical Guide / T. Cserhati. – Hoboken – Chichester: Wiley, 2008. – 352 p.
107. Mager P. P. Multivariate Chemometrics in QSAR: A Dialogue / P. P. Mager. – New York – Chichester – Toronto – Brisbane – Singapore: Wiley, 1988. – 345 p.
108. Nendza M. Structure-Activity Relationships in Environmental Sciences / M. Nendza. – London: Chapman and Hall, 1998. – 288 p.
109. Bumble S. Computer Generated Physical Properties / S. Bumble. – Boca Raton: CRC Press, 1999. – 288 p.
110. Drosos J. C. Quantitative structure-retention relationships of polycyclic aromatic hydrocarbons gas-chromatographic retention indices / J. C. Drosos, M. Viola-Rhenals, R. Vivas-Reyes // *J. Chromatogr. A.* – 2010. – Vol. 1217, No. 26. – P. 4411–4421.
111. Jönsson S. Multivariate characterisation and quantitative structure-property relationship modelling of nitroaromatic compounds / S. Jönsson, L. A. Eriksson, B. van Bavel // *Anal. Chim. Acta.* – 2008. – Vol. 621, No. 2. – P. 155–162.
112. Du H. Quantitative Structure-Retention relationship study of the constituents of saffron aroma in SPME-GC-MS based on the projection pursuit regression method / H. Du, J. Wang, Z. Hu, X. Yao // *Talanta.* – 2008. – Vol. 77, No. 1. – P. 360–365.

113. Tan Y., Siebert K. J. Modeling bovine serum albumin binding of flavor compounds (alcohols, aldehydes, esters, and ketones) as a function of molecular properties / Y. Tan, K. J. Siebert // *Journ. Food Sci.* – 2008. – Vol. 73, No. 1. – P. 56–63.
114. Hoffmann E. A. Theoretical characterization of gas–liquid chromatographic stationary phases with quantum chemical descriptors / E. A. Hoffmann, Z. A. Fekete, R. Rajkó, I. Pálkó, T. Körtvélyesi // *Journ. Chromatogr. A.* – 2009. – Vol. 1216, No. 12. – P. 2540–2547.
115. Rodriguez-Bachiller A. Expert Systems and Geographic Information Systems for Impact Assessment / A. Rodriguez-Bachiller, J. Glasson. – London – New York: Taylor & Francis, 2004. – 408 p.
116. Warnock C. Backyard Winter Gardening: Vegetables Fresh and Simple, In Any Climate without Artificial Heat or Electricity the Way It's Been Done for 2,000 Years / C. Warnock. – Cedar Fort, Inc. Springville, 2013. – 176 p.
117. Jones. H. G. Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology / H. G. Jones. – Cambridge – New York – Melbourne: Cambridge University Press, 1992. – 456 p.
118. Kottek M. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated / M. Kottek, J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, F. Rubel // *Meteorol. Z.* – 2006. – Vol. 15, No. 3. – P. 259–263.
119. Peel M. C. Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification / M. C. Peel, B. L. Finlayson, T. A. McMahon // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* – 2007. – Vol. 11. – P. 1633–1644.
120. Kalacska M. Hyperspectral Remote Sensing of Tropical and Sub-Tropical Forests / Ed. by M. Kalacska, G. A. Sanchez-Azofeifa. – Boca Raton – London – New York: CRC Press, 2008. – 352 p.
121. Thenkabail P. S. Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation / Ed. by P. S. Thenkabail, J. G. Lyon, A. Huete. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 781 p.
122. Helt M. F. Vegetation Identification With LIDAR / M. F. Helt. – Thes. Naval Postgraduate School, Monterey, California, 2005. – 83 p.
123. Laval M. Remote Sensing of Vegetation by Polarimetric Space Interferometers: Models and Methods / M. Laval. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 220 p.
124. Gitelson A. A. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves / A. A. Gitelson, Y. Gritz, M. N. Merzlyak // *Journ. Plant Physiol.* – 2003. – Vol. 160. – P. 271–282.
125. Biswal U. C. Chloroplast Biogenesis: From Proplastid to Gerontoplast / U. C. Biswal, B. Biswal, M. K. Raval. – Dordrecht – Boston – London: Kluwer Academic, 2003. – 380 p.
126. Mohammed G. H. Natural and stress-induced effects on leaf spectral reflectance in Ontario species / G. H. Mohammed, T. L. Noland, D. Irving, P. H. Sampson, P. J. Zarco-Tejada, J. R. Miller // *Forest Research Report.* – 2000. – No.156. – 34 p.
127. Dasgupta S. Remote Sensing of Vegetation Water and Fire Risk: Selected Research Topics / S. Dasgupta. – Saarbrücken: VDM, 2009. – 176 p.
128. Chen J.-C. Correlation Analysis Between Indices of Tree Leaf Spectral Reflectance and Chlorophyll Content / J.-C. Chen, C.-T. Chen // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.* – 2008. – Vol. XXXVII., Part B7. – P. 231–238.
129. Sims D. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages / D. A. Sims, J. A. Gamon // *Remote Sensing of Environment.* – 2002. – Vol. 81. – P. 337 – 354.
130. Nooden L. D. Plant Cell Death Processes / Ed. by L. D. Nooden. – Amsterdam – Boston – Heidelberg – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sydney – Tokyo: Academic Press, 2003. – 392 p.
131. Chang C.-I. Hyperspectral Data Processing: Algorithm Design and Analysis/ C.-I. Chang. - Hoboken: Wiley, 2013. – 1164 p.
132. Chang C.-I. Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification / C.-I. Chang. – New York: Kluwer Academic – Plenum Publishers. 2003. – 367 p.
133. Kim K. S. 3D Visualization of an Invariant Display Strategy for Hyperspectral Imagery / K. S. Kim // *Thes. Naval Postgraduate School, Monterey, California,* 2002. – 67 p.
134. Beckett S. Introduction to Time Series using Stata / S. Beckett – Texas: Stata Press, 2013. – 741 p.
135. Gould W. Maximum Likelihood Estimation with Stata / W. Gould, J. Pitblado, B. Poi. – Texas: Stata Press, 2010. – 352 p.
136. Rabe-Hesketh S. Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata, Vol.1 / S. Rabe-Hesketh, A. Skrondal. – Texas: Stata Press, 2012. – 497 p.
137. Rabe-Hesketh S. Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata, Vol. 2 / S. Rabe-Hesketh, A. Skrondal. – Texas: Stata Press, 2012. – 477 p.
138. Acock A. C. Discovering Structural Equation Modeling Using Stata / A. C. Acock. – Texas: Stata Press, 2013. – 304 p.
139. Kohler U. Data Analysis Using Stata. / U. Kohler, F. Kreuter. – Texas: Stata Press, 2012. – 497 p.
140. Siddiqui K. J. Spectral pattern recognition: the methodology / K. J. Siddiqui, D. L. Eastwood, Y.-H. Liu // *SPIE Proceedings.* – 1999. – Vol. 3854. – P. 84–97.
141. Zachor A. S. Spectral pattern recognition in IR remote sensing / A. S. Zachor // *Applied Optics.* – 1983. – Vol. 22, No. 17. – P. 2699–2703.
142. Vollmer M. Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications / M. Vollmer, K.-P. Möllmann. – Weinheim: Wiley-VCH, 2010. – 612 p.
143. Parida L. Pattern Discovery in Bioinformatics: Theory & Algorithms / L. Parida. – Boca Raton – London – New York: Chapman and Hall / CRC, 2007. – 512 p.
144. Shen J. Multispectral Image Processing and Pattern Recognition (Series in Machine Perception and Artificial Intelligence, 44) / Ed. by J. Shen, P. S. P. Wang, T. Zhang. – Singapore – New Jersey – London – Hong Kong: World Scientific Pub. Co Inc., 2001. – 130 p.

145. Ball G. H. Isodata: a method of data analysis and pattern classification / G. H. Ball, D. J. Hall. – California: Stanford Research Institute, 1965. – 79 p.
146. Cano-Casanova S. Spectral Theory And Nonlinear Analysis With Applications to Spatial Ecology / Ed. by S. Cano-Casanova, J. Lopez-Gomez, C. Mora-Corral. – New Jersey – London – Singapore – Beijing – Shanghai – Hong Kong – Taipei – Chennai: World Scientific Pub. Co Inc., 2005. – 276 p.
147. Jones H. G. Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques, and Applications / H. G. Jones, R. A. Vaughan. – Oxford – New York: Oxford University Press, 2010. – 400 p.

Градов О. В. Хромато-ауксанометрия и хромато-масс-ауксанометрия в фенологическом стадийном мониторинге лесных пород на основе флейво- и газохимических принципов с автоматической динамической идентификацией паттернов (таксономических, метеоролого-климатических и феноспектральных) // Экосистемы, их оптимизация та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 30–45.

В настоящей работе предложена принципиально отличная от известных в ботанической и лесотехнической практике ауксанометрическая система, которая, являясь системой многовидового стадийного мониторинга: I) позволяет наблюдать за первичным ростом лесных пород в контексте развития за счет того, что индикатором динамики является не количественный (как в обычной ауксанометрии, где единственным критерием роста является удлинение проростка), а комплексно-качественный критерий, складывающийся из взаимно-однозначного сопоставления результатов аналитико-химического анализа молекулярной эмиссии растений и вариаций характеристик среды, что позволяет анализировать обратные связи роста / развития растения и деформаций параметрики внешней среды, II) в ходе работы в различных режимах посредством обучения распознаванию образов с пополнением базы данных позволяет исследовать и моделировать не только один паттерн развития растения, свойственный некоторому стандартному пространству признаков, но и исследовать экспериментальный отклик экологической структуры признаков на изменение параметров среды, то есть переходить к фенологическому, модельно-биогеографическому, биометеорологическому, биоклиматологическому, эколого-физиологическому подходам по мере исследовательской необходимости (если таковое позволяют параметры биотрона, климатической камеры, оранжереи, в которых производится выгонка проростков лесных пород), заноса спектральные и хроматографические данные в виде корреляционных паттернов в базы данных для последующего сличения, III) при феноспектральной экспериментальной выгонке позволяет программировать и с помощью обратной связи регулировать температуру, четко прогнозируя подобным путем начало вегетации посредством суммирования эффективных температур или выявления их тренда, позволяющего реконструировать последовательность всхода или вегетации отдельных растительных форм в корреляции с характеристическими параметрами искусственного климата (если известно, например, что для клена (*Acer*) сумма эффективных температур – 156,2 °C, а для липы (*Tilia*) – 739 °C, то очевидно, что в термическом ранжировании в базе данных липа будет стоять позднее клена), IV) автоматически классифицировать по комплексу характеристик на феноритмотипы или фенологические группы древесные растения в модельных фитосообществах по более шкалированной градации чем в устаревшей системе Морозовой, выделявшей только два феноритмотипа у древесных растений (вечнозеленые и листопадные), позволяет работать в режиме регуляции параметрики климатической камеры путем регистрации обратной связи растений за счет использования детекторов и датчиков их молекулярной эмиссии в контролируемом физическом окружении, то есть: сами параметры, регистрируемые детектирующей частью установки, могут представлять собой сигнал для изменения режима ее функционирования. Данная статья описывает не метод (поскольку внедряемая технология базируется на известных методах – таких как хроматография, спектроскопия и т.д.), а подход, применения которого не ограничиваются отдельными моделями или типами оборудования и системной сложностью условий среды.

Ключевые слова: флейвохимия, газохимия, оптическая спектроскопия, ауксанометрия, газовая хроматография, газовая хромато-масс-спектрометрия, феномониторинг.

Gradov O. V. Chromatographic auxanometry and GC-MS-auxanometry in forest plant species vegetation phenological monitoring based on flavor and gas chemistry principles with automatic pattern recognition (climatic, meteorological, taxonomic and phenospectral) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 30–45.

In this paper we propose a novel auxanometric system which is fundamentally different from all the previously known analogues, as it allows a simultaneous monitoring of forest plant species growth together with plant development stages. I) Unlike the quantitative approach in standard auxanometric measurement techniques with the shoot elongation being the only criterion of the plant growth, our system implements a comprehensive qualitative growth dynamics criterion including one-to-one correspondence between the chemical analysis of plant molecular emission and the environmental conditions variations, which allows the feedback analysis between the plant growth / development and the environmental parameter variation. II) This is provided by the fact that the automatic system during operation in different modes after pattern recognition learning (with the subsequent completion of the database) allows us to investigate and simulate not only a single plant development pattern characteristic of a certain standard feature space, but also to study experimentally the response of the ecological feature structure upon the changing of external factors. The above strategy leads to the emergence of phenological, simulating-biogeographical, biometeorological, bioclimatological and ecology-physiological approaches in auxanometry. The system proposed allows parameter variation in the course of the germination / elongation process monitoring as needed (if this is possible within the biotron, climatic chamber or the greenhouse used for germination / elongation of forest plant species), with the following addition of the spectral and chromatographic data in the form of correlation patterns into the database for subsequent comparison. III) In the case of experimental phenological spectral plant germination / elongation with the system described it is possible to program and control the temperature using a feedback and thus to predict vegetation initiation accurately. This can be

implemented by summing the effective temperatures or their trend detection, which allows to reconstruct the sequence of germination or vegetation of individual plant forms in correlation with the characteristic parameters of the artificial climate (for example, if known that for maple (g. *Acer*) the sum of effective temperatures is 156,2 °C, and for linden (g. *Tilia*) – 739 °C, it is obvious that in the thermal ranking database the linden will be behind the maple). IV) Due to this fact the auxanometric system described allows automatic classification of forest plants in the model plant communities on a set of characteristics according to the phenorhythm types or phenological groups using a more scaled classification than in outdated systems. The same fact allows monitoring in a climate chamber parameter regulation mode by the plant feedback registration using their molecular emission sensors in a controlled physical environment, i.e. the registered parameters from the detector can be considered as a signal changing the chamber operation mode. The system approach described operates in a wide range of conditions and possess a number of different application fields, so it is worth being recommended for implementation in both field and laboratory practice of forest engineering.

Key words: phenospectral monitoring, pheno-spectral library, auxanometer, crescograph, oscillating plate phytograph, GC-MS, mass spectrometry, chromatography, gas chemistry, flavor chemistry, optical spectroscopy, UV-NIR mapping & monitoring.

Поступила в редакцію 12.01.2014 з.

УДК 581.55+58.02

АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ РОСЛИННОСТІ ЗАПЛАВИ РІЧКИ СЕЙМ

Козир М. С.

Інститут еволюційної екології НАН України, Київ, geobot2@ukr.net

У статті описано антропогенні зміни лучної рослинності у заплаві річки Сейм на території України. Охарактеризовано їх особливості, специфіку та масштабність у досліджуваному регіоні. Зазначається, які фітоценози найбільше зазнають впливу від діяльності людини і показано наслідки змін. Подано рекомендації по раціональному природокористуванню і мінімізації негативних наслідків господарської діяльності на заплавах річки Сейм.

Ключові слова: динаміка рослинності, заплава р. Сейм, лучна рослинність, рослинний покрив, ірраціональне господарювання.

ВСТУП

Дослідження змін рослинності є одним з головних завдань сучасної геоботаніки. Очевидно, що встановлення динамічних процесів та їх напрямків дає можливість отримувати прогнози змін рослинного покриву в майбутньому, що потрібно зробити для його збереження та раціонального використання. Особливо це актуально в наш час, коли експлуатація природних екосистем зростає з кожним роком. Внаслідок цього вони знаходяться на межі деградації. Це питання актуальне і для лучних фітосистем (особливо заплавної), як основного джерела кормів для сільського господарства та місця рекреації. Луки виконують низку важливих функцій. Насамперед це підтримання водного балансу та рівня ґрунтових вод регіону, фільтрація талих вод, перешкодження ерозійним процесам, вплив на мікроклімат тощо. Всі перераховані функції також притаманні заплавному луку р. Сейм, які займають близько 85 % території заплави з понад 1000 км² лише в Україні (Сумська та Чернігівська обл.). Регіон досліджень розташований не в індустріальній частині країни, що значною мірою, відбивається на особливостях і різновидах динамічних процесів. На луках р. Сейм вони загалом поділяються на природні, антропогенно-природні та антропогенні [1, 15]. Власне, останні є найпоширенішими та мають визначальний характер. В залежності від процесу вони уповільнюють або прискорюють природні зміни рослинності. Серед них представлені пасквальні, фенісіціальні, рекреаційні, сікаціогенні, пірогенні, араціогенні. [10]. Ця робота присвячена висвітленню питань антропогенної динаміки в заплаві р. Сейм.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Матеріалами для дослідження слугували 820 власних геоботанічних описів, які були зроблені 2005–2007 рр. Вони виконувались на трансектах за стандартними методиками геоботанічних досліджень [18]. Розмір описових ділянок становив 25м–100 м². Для вивчення питань динаміки проводився аналіз геоботанічних описів, які були переведені в електронну таблицю зроблену з використанням програми Open office 3.0. Також використовувався метод з'ясування сукцесійних зв'язків в еколого-ценотичних рядах. Номенклатура таксонів подано за «Vascular plants of Ukraine» [19].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Як вже підкреслювалося, антропогенні сукцесії відіграють важливу роль у динаміці лучної рослинності заплави р. Сейм і на даному етапі є провідними. Однак їх вивченню зокрема, як і проблемі динаміки рослинного покриву взагалі, присвячено лише кілька робіт [7–10, 14]. Тому ми хочемо докладніше висвітлити питання антропогенних сукцесій, їх перебіг, різновиди, інтенсивність тощо. В майбутньому це дасть можливість провести моніторинг луків і встановити як вони змінюються, які чинники стали провідними, а також визначити ступінь їх збереженості, багатства і різноманітності.

Всі антропогенні зміни в заплаві р. Сейм ми поділяємо на катастрофічні (катаклізми) і послідовні (сукцесії) [15]. До перших належать араціогенні та пірогенні, які в різні періоди існування нашої країни мали масштабні або локальні значення. Другі поділяємо на алогенні гологенетичні (сікаціогенні) та алогенні гейтогенетичні (пасквальні, фенісиціальні, рекреаційні).

Араціогенні зміни (розорювання заплави) призводять до скорочення площ, переважно зайнятих фітоценозами *Galieta verii*, *Arrhenatheretalia elatioris* класу *Molinio-Arrhenatheretea* в середній течії та, значною мірою, нижній течії. Однак в основному це відмічено в межах сіл або їх найближчих околицях. Як правило, під рілля вибираються помірно зволожені багаті на органічні і мінеральні речовини рівнинні та підвищені ділянки із лучними або дерново-лучними супіщаними ґрунтами в центральній частині заплави. Нами також спостерігалися розорані ділянки на високих берегах понад самим руслом і на пологих схилах терас. В минулому вони були зайняті переважно угрупованнями справжніх та остепнених луків. Серед них найбільш характерні асоціації *Koelerio-Agrostietum vinealis* (Sipaylova et al. 1985) Shelyag et al. 1987, *Festuco valesiacae-Agrostietum vinealis* Shelyag, Sipaylova, V. Solomakha & Mirkin in Shelyag et al. 1985, *Poetum angustifoliae* Shelyag, Solomakha & Sipaylova 1986, *Bromopsidetum inermis* Shvergunova et al. 1984, *Festucetum pratensis* Soó 1938, *Agrostio-gigantea-Festucetum pratensis* Sipaylova, V. Sl. et Shelyag 1987, *Agrostidetum albae* Michalko et Petráňova 1967, *Festuco pratensis-Deschampsietum caespitosae* Turubanova 1986, *Poetum pratensis* Ravarut, Cazac et Turenschi 1956, *Festucetum rubrae* (Domin 1923) Valek 1956 em. Pukaru et al. 1956, *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933. Розорювання має негативні наслідки не лише для рослинності (збіднює її природне флористичне і ценотичне багатство та різноманітність, сприяє проникненню видів рудеральної та сегетальної рослинності (з класів *Artemisietea vulgaris*, *Stellarietea mediae*) у природні екосистеми), але і сприяє ерозії берегів та зменшенню родючого шару ґрунту внаслідок вимивання та вивітрювання. Розорані площі, що не обробляються 2–3 роки поступово заростають угрупованнями *Artemisietea vulgaris*, а в подальшому за 5–10 років на них почнуть відновлюватися вихідні лучні ценози. Нажаль, нам не вдалося знайти літературні дані, що вказували б про приуроченість розораних ділянок до якоїсь конкретної частини заплави на інших річках. Також не відомо, які лучні ценози найбільше страждають від такої діяльності людини. За нашими власними спостереженнями на кількох річках полісся і лісостепу (рр. Остер, Ірпінь, Єзуч, Удай, Іченька) розорюють різні частини заплави. Це залежить від зволоження, заплавного режиму, а також чи були в минулому проведені днопоглиблювальні роботи. Так через всю заплаву спостерігалися не численні розорані ділянки на р. Остер, р. Єзуч. В центральній та прирусловій на р. Ірпінь, р. Удай. В притерасній на р. Іченька. Тут вони, в основному, займають площі на яких в минулому були асоціації *Festuco valesiacae-Agrostietum vinealis*, *Poetum angustifoliae*, *Bromopsidetum inermis*, *Festucetum pratensis*, *Festuco pratensis-Deschampsietum caespitosae*, *Poetum pratensis*.

Пірогенні зміни відбуваються внаслідок випалювання сінокосів та пасовищ і охоплюють угруповання майже всіх лучних синтаксонів (див. [10]). Зазвичай у заплаві р. Сейм вони проводяться на значній площі і мають на меті знищення відмерлих рештків, чим сприяють покращенню структури травостоїв та інтенсивному відновленню угруповань основних кормових трав класів *Molinio-Arrhenatheretea* (союзи *Festucion pratensis*, *Alopecurion pratensis*), *Festuco-Puccinellietea* (союз *Agrostio stoloniferae-Beckmannion eruciformis*), *Artemisietea vulgaris* (союз *Convolvulo-Agropirion repens*). Ділянки де зростають низькоякісні в кормовому значенні та малопродуктивні і розріджені травостої на даний час випалюють рідко, але площі таких луків не перевищують кількох відсотків. Ми вважаємо, що зі зменшенням кількості сільського населення відсоток ділянок, що перестануть палитися, зросте незначно. Регламентоване випалювання запобігає проникненню і подальшому зростанню участі у лучних фітоценозах рудеральних видів класів *Artemisietea vulgaris*, *Stellarietea media*. Зокрема не витримують впливу вогню такі бур'яни як *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Onopordum acanthium* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Consolida regalis* S. F. Gray, *Solidago virgaurea* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Artemisia absinthium* L., *A. vulgaris* L., сіянці дерев і чагарників тощо. Часте чи пізнє випалювання призводить до заміщення угруповань справжніх та вологих луків порядків *Arrhenatheralia elatioris*, *Molinietalia* на остепнено-лучні ценози *Galieta verii* (*Molinio-Arrhenatheretea*) та угруповання класів *Artemisietea vulgaris*, *Koelerio-Corynephoretea* [8, 10]. Остепнені луки формуються при щорічних не своєчасних

палах, які сприяють швидкому випаровуванню вологи із ґрунту і поступовій ксерофітизації цих травостоїв. Це ж стосується лучних фітоценозів на пісках. Часті пожежі сприяють формуванню монодомінантних угруповань пірофітів, які утворюють також і ценози із класу *Artemisietea vulgaris*. Також вогонь впливає і на зміну мікробіологічної активності ґрунту, знищує деяких фітофагів та паразитичні гриби. Завдяки йому не відбувається заліснення лук та створюються достатньо чіткі межі між лісом і луками. Пожежі впливають і на формування травостою, в якому найбільш представлені види, що здатні переживати вплив високої температури завдяки глибокому заляганню вегетативних органів у ґрунті та іншим пристосуванням. В літературних джерелах вказується, що пали відбуваються в заплавах багатьох річок [2, 3, 13, 16]. Однак у різних регіонах це здійснюють починаючи із зимового і закінчуючи літнім сезоном та з періодичністю раз на 1–4 роки [3, 16]. Луки р. Сейм підпалюються щорічно переважно навесні по всій території заплави (окрім зовсім незначних ділянок із низькоякісними травами). Про масштабність випалювання в інших регіонах інформація відсутня, але із власних спостережень ми можемо стверджувати, що на деяких річках підпалюють лише найцінніші пасовищні на сінокісні ділянки (р. Остер, р. Ірпінь, р. Єзуч, р. Удай) в населених пунктах та їх найближчих околицях. Решта площ, які можуть займати до 30–50 % заплави залишається із сухостоєм бур'янів, переважно, *Phalacrolooma annuum*, *Verbascum thapsus* L., *Oenothera rubricaulis* Klebahn, *O. biennis* L. тощо.

Рекреаційні сукцесії найчастіше відмічені на приуשובих ділянках заплави р. Сейм і навколо заплавлених водойм, які є постійним місцем відпочинку (купання, риболовля, пікніки, загорання, масові заходи в дитячих таборах тощо). В значній мірі це пов'язано з мережею автодоріг, Київ–Москва, Буринь–Суми, Буринь–Путівль, Конотоп–Буринь, Конотоп–Кролевець, Путівль–Кролевець, які часто пролягають в межах заплави та надзапальної тераси і сприяють інтенсифікації рекреації. Це призводить до значних за площею витоптувань, механічного пошкодження рослин та знищення травостою і дернини внаслідок прокладання польових доріг, стежок. Крім того, через такі процеси відбувається ущільнення ґрунту, утворення колій від коліс, що також негативно впливає на рослинність та її структуру. Так, відбувається спрощення фітоценозів, зменшення у їх складі кількості видів, трансформація 3–4 ярусних травостоїв у 1–2 ярусні, проникнення в угруповання видів синантропної (класу *Plantaginetea majoris*) та дещо менше рудеральної (*Artemisietea vulgaris*) рослинності. Іншими факторами рекреації є вирубування кущів і підросту дерев, виймання на береги заплавлених водойм мулу і водних видів рослин, збирання раритетних (зокрема занесених до ЧКУ *Gladiolus tenuis* Bieb., *Iris sibirica* L.), лікарських та харчових рослин, розкладання вогнищ, викидання побутового сміття та спрацьованих автодеталей [17]. Ще одним негативним чинником є облаштування стихійних автостоянок відпочиваючих та далекобійників і придорожніх кафе. В цілому, для регіону досліджень рекреаційні зміни проходять у напрямку заміщення угруповань лучної рослинності (більшості її синтаксонів) фітоценозами синантропної з класу *Plantaginetea majoris*. Першими з таких ценозів випадають діагностичні види асоціацій та союзів, а згодом – види, що діагностують порядки і класи та мають більш широку екологічну амплітуду. Це призводить до проходження сукцесій в напрямку формування синантропної рослинності і збільшення проективного покриття видів здатних витримувати ущільнення ґрунту та посилене витоптування.

Загальна тенденція рекреаційних змін найпоширеніших лучних угруповань класів *Molinio-Arrhenatheretea* і *Phragmito-Magno-Caricetea* характеризується переходом таких фітоценозів в угруповання класу *Plantaginetea majoris*, подібно пасовищним дигресіям. Однак на відміну від пасовищних сукцесій рекреаційні характерні лише 5–10 % площі заплави і від них потерпають мальовничі ділянки із цінним різноманітним рослинним покривом. За нашими спостереженнями у заплаві р. Сейм (та деяких інших річок) при значних змінах структури субстрату фітоценози *Molinietalia* внаслідок дигресії заміщуються угрупованнями *Polygonetum avicularis* Gams 1927 em Jehlik in Hejny et al. 1979. Середні рекреаційні навантаження призводять до формування фітоценозів *Lolio-Plantaginetea majoris* (Linkola 1921) Beger 1930, а незначні – *Potentillietum anserinae* Rapaic 1927 em Passarge 1964. Саме останні угруповання і поширені найчастіше на території досліджень. Фітоценози *Arrhenatheretalia* аналогічно заміщуються угрупованнями *Polygonetum avicularis*, *Poetum annuae* Gams 1927 і *Lolio-Plantaginetea majoris*. Загальною рисою розташування трансформованих “лучних” фітоценозів є їх витягнуті на великі відстані вузькі

смужки вздовж польових доріг, стежок, озер, які не займають значних площ. Проте саме через зростання витоптування ці ділянки швидше здатні доходити до стадії збою. Літературні джерела також вказують, що крім описаних вище варіантів рекреаційних змін можливе також формування псамфітних і галофітних угруповань, які в наших природно-географічних умовах зазвичай не характерні [3, 16].

Фенісиціальні сукцесії (внаслідок викошування) найпоширеніший варіант сукцесій у заплаві. Виконуються найпродуктивніші та якісні у харчовому відношенні фітоценози класів *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmito-Magno-Caricetea*, *Artemisietea vulgaris* та *Festuco-Puccinellietea* [5, 6, 10]. Чинники, які негативно впливають на рослинність це недотримання термінів косіння, багаторазове скошування, не правильна висота викошування травостою, відсутність сінокосозмін тощо. Нераціональне викошування призводить до збіднення флористичного складу угруповань (особливо, де є види з ЧКУ *Gladolus tenuis*, *Iris sibirica*, *Orchis palustris* Jacq.), зміни домінантів травостою, зменшення його урожайності, завдання шкоди раритетним фітоценозам [10–12]. Травостій угруповань, які входять до порядків *Arrhenatheretalia elatioris* і *Molinietalia* викошується в більшості випадків один-два рази за вегетаційний період [10]. Сіно заготовлюють в період з кінця травня і до кінця липня, але найчастіше з другої половини червня по першу декаду липня. Не своєчасне і часте викошування сприяє випаровуванню вологи з ґрунту та подальшій мезоксерофітизації та ксерофітизації угідь і веде до затримки розвитку більшості лучних трав, які згодом зменшують свою участь або зовсім випадають з травостою. Це призводить до формування маловидових монодомінантних угруповань. Зокрема, фітоценози порядку *Arrhenatheretalia elatioris* поступово трансформуються у монодомінантні угруповання з переважанням у травостої *Poa pratensis*, а порядку *Molinietalia* – в угруповання зі значною участю *Alopecurus pratensis*. Ценози *Phragmito-Magno-Caricetea* (перезволожені екотопи) викошуються найчастіше у третій декаді липня. При цьому, зазвичай, формуються монодомінантні зарості *Glyceria maxima* (при викошуванні травостою ценозів *Nasturtio-Glycerietalia*) і *Carex acuta* (при викошуванні угруповань союзу *Magno-Caricion elatae*). Заготівля сіна в заплаві Сейму здійснюється на понад 70 % площі і поєднується з випасанням по отаві, що прискорює процес деградації угідь внаслідок стравлення підросту травостою, витоптування, порушення дернини (особливо в посушливі роки). Це призводить до незначного зниження продуктивності, але відчутного зменшення біорізноманітності. Загалом не регламентована заготівля сіна в заплаві р. Сейм призводить до ксерофітизації і утворення монодомінантних угруповань. В літературі також згадується про галофітизацію ценозів внаслідок викошування, яку на території досліджень не відмічено, але таке явище можливе в майбутньому [2, 3, 16].

Сікаціогенні зміни (внаслідок осушення екотопу) є досить поширеними у регіоні і давніми за часом, але займають невеликі площі. Головними антропогенними чинниками цих змін є осушення деяких заболочених та перезволожених ділянок, каналізація русел дрібних приток р. Сейм тощо. Випасання, викошування та рекреація також сприяє осушенню, хоч і зі значно меншою інтенсивністю. Загалом під час цих сукцесій відбувається поступове заміщення фітоценозів болотистих лук класу *Phragmito-Magno-Caricetea* на справжні луки класу *Molinio-Arrhenatheretea*. Заміщення видів у фітоценозах йде у напрямку ксерофітизації, а саме: гігрофіти → гігромезофіти → мезофіти → мезоксерофіти → ксеромезофіти → ксерофіти, але лише за умов, які сприятимуть осушенню. Це чистота наявної дренажної системи, кількарічна суха і жарка погода. Порівняння з наявними літературними даними свідчить, що осушення відбувається скрізь за схожою схемою, а у південних регіонах до ксерофітизації додається ще й галофітизація [3, 16]. При осушенні масивів із засоленними ґрунтами галофітна рослинність заміщується на лучну [2].

Осушення екотопів сприяє зниженню рівня ґрунтових вод, покращенню аерації осушеного шару ґрунту, прискоренню процесів розкладання органічних решток та збагачення субстрату мінеральними елементами і гумусом, збільшення числа мікроорганізмів та комах, які збагачують субстрат киснем та поживними речовинами. Це створює сприятливі умови для розвитку мезофітних трав та дерев. Таким чином після осушення боліт та болотистих лук відбувається поступове заміщення їх фітоценозів, серед яких переважають гідро- та гігрофітні види (порядок *Phragmitetalia communis* та *Nasturtio-Glycerietalia* класу *Phragmito-Magno-Caricetea*)

угрупованнями мезофітів (мезоксерофітів) в основному злаками та формування лук *Molinio-Arrhenatheretea*.

Пасквальні зміни (внаслідок випасання) є одними із найсильніших за ступенем впливу і поширеністю в заплаві р. Сейм. Поблизу різних населених пунктів вони неоднаково навантажують лучні фітоценози, тому останні знаходяться на різних стадіях сукцесії. Ми вважаємо, що через обмеженість числа сторінок даної публікації і велику кількість матеріалу з цього питання його доцільно розглянути окремо в одній з наших наступних робіт.

ВИСНОВКИ

Отже, під час дослідження питань динаміки у заплаві р. Сейм нами було встановлено, що антропогенні зміни найпоширеніші та мають надзвичайно вагомий, часто негативний, вплив на формування рослинного покриву регіону досліджень.

Основними напрямками антропогенних змін є заміщення угруповань класів *Phragmito-Magno-Caricetea* і *Molinio-Arrhenatheretea* на фітоценози *Artemisietea vulgaris* та *Plantaginetea majoris*.

Антропогенна діяльність призводить до скорочення площ фітоценозів раритетних асоціацій, сприяє зникненню рідкісних видів занесених до ЧКУ, спрощення структури травостоїв і проникнення в них синантропних, рудеральних та інших видів. Також наслідками не раціонального господарювання є формування моновидових угруповань, зникнення типових для регіону видів, порушення дернини, вітрові та водні ерозії, знищення родючого шару ґрунту та поступова ксерофітизація і галофітизація рослинності через порушення водного балансу.

Необхідно зменшити навантаження на лучні екосистеми заплави р. Сейм. Для цього ми пропонуємо викошувати луки не більше разу за вегетаційний сезон, обмежити рекреацію, особливо на територіях природно-заповідних об'єктів, заборонити випасання по отаві; провести відчуження орних земель, з подальшим їх переходом в природно-заповідний фонд. Найбільше це стосується ділянок, які знаходяться в межах 25 метрової водозахисної зони.

Крім того, потрібно розробити ефективний менеджмент-план із раціонального використання природних ресурсів і реалізувати заходи зі збереження та відтворення біотичного різноманіття і оптимізації рослинного покриву для чого доцільно розширити мережу природно-заповідного фонду.

Список літератури

1. Балашов Л. С. Кормовиробництво. Луки Чернігівщини / Л. С. Балашов, М. А. Даниленко, Л. М. Сипайлова. – Чернігів: Чернігівські обереги, 2006. – 280 с.
2. Гомля Л. М. Рослинність долини річки Хорол / Л. М. Гомля // Укр. фітоцен. зб. – Сер. А, вип. 1 (22). – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 187 с.
3. Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ / [Д. В. Дубина, Ю. Р. Шеляг-Сосонко, О. І. Жмуд та ін.]. – К.: Фітосоціоцентр, 2003. – 459 с.
4. Козир М. С. Раритетні види заплави нижньої течії р. Сейм (Чернігівська обл.) / М. С. Козир // Біологія: від молекули до біосфери: І міжнар. конф., 21–23 листопада 2006 р.: тез. доп. – Харків, 2006. – С. 42.
5. Козир М. С. До питання про синтаксономію класу *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 лісостепової частини р. Сейм / М. С. Козир // Молодь та поступ біології: III міжнар. конф. 23–27 квітня 2007 р.: зб. тез. – Львів, 2007. – С. 123–124.
6. Козир М. С. Синтаксономія класів *Agropyretea repentis* Oberd., Th. Mull. et Gors in Oberd. et al. 1967, *Plantaginetea majoris* R. Tx. et Prsg. In R. Tx. 1950, та *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941 лісостепової частини заплави р. Сейм / М. С. Козир // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Міжнар. конф., 17–20 вересня 2007 р.: тез. доп. – К., 2007. – С. 146–147.
7. Козир М. С. Динаміка рослинного покриву заплавних луків р. Сейм / М. С. Козир // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Міжнар. конф. мол. учених, Кам'янець-Подільський, 13–18 серпня 2008 р.: тез. доп. – К., 2008. – С. 157–158.
8. Козир М. С. Антропогенно-природні зміни лучної рослинності заплави р. Сейм / М. С. Козир // Актуальні проблеми дослідження довкілля: III Регіон. конф. студентів та мол. вчених (22–23 травня 2010 р., м. Суми): матер. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2010 – С. 27–30.
9. Козир М. С. Природні автогенні сукцесії в заплаві р. Сейм / М. С. Козир // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Міжнар. конфер. мол. учених (21–25 вересня 2010 р. м. Ялта – Сімферополь): матер. – Сімферополь: ВД «Аріал», 2010 – С. 230–231.

10. Козир М. С. Рослинність заплавлних лук річки Сейм (синтаксономія, динаміка, охорона): автореферат. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / М. С. Козир; Ін-т ботан. НАН України – К., 2013. – 18 с.
11. Козир М. С. Раритетні угруповання заплавлних лук річки Сейм / М. С. Козир // Проблеми и перспективы исследований растительного мира: Мат. межд. науч.-практ. конф. молодых ученых (13–16 мая 2014 г., г. Ялта). – Ялта, 2014. – С. 104.
12. Козир М. С. Еколого-ценотична характеристика *Iris sibirica* L. в заплаві р. Сейм / М. С. Козир, Д. М. Якушенко, Д. С. Подорожний // Інтродукція рослин. – 2008. – № 4. – С. 51–58.
13. Куземко А. А. Рослинність долини річки Рось: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона: автореферат. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / А. А. Куземко; Ін-т ботан. НАН України. – К., 2003. – 20 с.
14. Куземко А. А. Синтаксономічні зміни лучної рослинності заплави річки Сейм на території України / А. А. Куземко, М. С. Козир // Укр. ботан. журн. – 2011. – Т. 68, № 2. – С. 216–226.
15. Миркин Б. М. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломеш. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
16. Чинкина Т. Б. Синтаксономия и антропогенная динамика растительности устьевой области Днепра: диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук / Т. Б. Чинкина; Херсонский гос. ун-т. – Херсон, 2003. – 244 с.
17. Червона книга України. Рослинний світ / [за ред. Я. П. Дідуха]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
18. Юнатов А. А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей. Полевая геоботаника. Т. 3 / А. А. Юнатов. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 9–36.
19. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev: M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 345 p.

Козырь Н. С. Антропогенные изменения растительности поймы р. Сейм // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 46–51.

В статье описано антропогенные изменения луговой растительности поймы р. Сейм в Украине. Дана характеристика их особенностей и специфика, а также масштабы на исследованной территории. Отмечается какие фитоценозы наиболее подвержены влиянию от деятельности человека и показано последствия изменений. Приведены рекомендации по рациональному природопользованию и минимизации негативных последствий хозяйнической деятельности на пойменных лугах р. Сейм.

Ключевые слова: динамика растительности, пойма р. Сейм, луговая растительность, растительный покров, иррациональное хозяйствование.

Kozyr M. S. Anthropogenic changes in floodplain vegetation of the riv. Seim // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 46–51.

The article describes the anthropogenic changes of grassland vegetation floodplain of Seim river in Ukraine. The characteristic of their identity and specificity, and also the their scale on the studied territory was given. Notes which are the most affected plant communities from human activity and shows the effects of changes. The recommendations of the Environmental Management and minimize the negative effects of agricultural activities on the river floodplains of Seim river was given.

Key words: dynamics of vegetation, floodplain of Seim rivert, meadow vegetation, vegetation cover, irrational housekeeping.

Поступила в редакцию 23.01.2014 г.

УДК 581.524.12

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИКА *HALOCNEMUM STROBILACEUM* НА ЧИСЛЕННОСТЬ, ЖИЗНЕННОСТЬ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ОДНОЛЕТНЕГО ГАЛОФИТА *SALICORNIA PERENNANS*

Котов С. Ф.

Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, sfktv@ukr.net

Установлено влияние многолетнего галофита *Halocnemum strobilaceum* на численность и жизненность однолетника *Salicornia perennans*. С удалением от особей *H. strobilaceum* увеличивается численность и улучшается жизненность *S. perennans*.

Ключевые слова: галофиты, многолетники, однолетники, численность, жизненность, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

ВВЕДЕНИЕ

Сообщества галофитной растительности представляют собой системы надорганизменного уровня, связанные посредством взаимодействий с абиотической средой и биотическими элементами. Несмотря на свою относительную простоту, фитоценозы галофитов включают ряд видов, как однолетних, так и многолетних. Исследования особенностей взаимодействий между растениями-галофитами различных жизненных форм поможет глубже понять функциональную структуру растительного блока экосистем засоленных земель и, в конечном счете, будет способствовать разработке комплекса фитомелиорационных мероприятий.

Цель данной работы состоит в оценке влияния многолетнего галофита *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. на численность, жизненность и продуктивность однолетника *Salicornia perennans* Willd.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал был собран в вегетационный сезон 2013 года (с июня по сентябрь), на участке солончаковой растительности в районе станции Прибрежное (Северо-Западный Крым).

Почвы рыхлые, песчаные, слабогумусированные. Тип засоления хлоридный: содержание Cl^- колеблется в среднем за сезон в диапазоне от 0,51 до 1,82 %, SO_4^{2-} – от 0,06 до 0,26 %.

Отбор материала производился в сообществах ас. *Halocnemum salicorniosum*. Общее проективное покрытие травостоя составило 50 %, виды-доминанты – *H. strobilaceum* и *S. perennans* характеризовались проективным покрытием в 30 % и 15 % соответственно. С небольшим покрытием встречались *Suaeda prostrata* Pall. и *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze. Для исследований выбирали участки с отсутствием признаков выпаса скота, рекреации и других форм антропогенного воздействия. На участке случайным методом [1], были отобраны особи *H. strobilaceum*. От каждой из особей *H. strobilaceum*, в радиальном направлении, с ориентировкой по сторонам света, закладывали ленточные трансекты длиной 50 см и шириной 5 см, которые делили на площадки с шагом деления 5 см.

На площадках определяли численность *S. perennans*, и измеряли высоту надземной части, диаметр стебля в области гипокотили, количество боковых ветвей. Измерение параметров морфоструктуры и подсчет численности *S. perennans* проводили с интервалом в две недели на протяжении всего срока вегетации однолетника, с момента появления проростков до обсеменения растений. В конце вегетационного сезона особи *S. perennans* извлекали из почвы вместе с корневой системой, высушивали в термостате при температуре +60 °C в течение 7 дней и взвешивали.

Для анализа динамики роста рассчитывали абсолютный прирост (ΔH), относительный прирост ($\Delta H/H_2$), абсолютную скорость роста (AGR) и относительную скорость роста (RGR) растений в единицу времени (одна неделя) [2].

При обработке количественных данных использовали стандартные методы математической статистики [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В фитоценозах на растения воздействует комплекс абиотических и биотических факторов. Немалую роль в распределении галофитов по площади растительного сообщества, в определении их жизненного состояния играют взаимодействия между растениями. Как правило, взаимодействия осуществляются посредством создания фитосреды, при этом более крупные растения обладают большей средообразующей способностью – их влияние распространяется на более значительное расстояние. Эти положения легли в основу концепции фитогенного поля [4] и явились условным критерием для разделения всех видов в фитоценозе на действующие виды (оказывающие наиболее сильный средообразующий эффект – ДВ) и подчиненные виды (ПВ); последние служили своеобразными «биологическими» маркерами при исследовании средообразующей роли ДВ.

В солеросово-сарсазановом сообществе за действующий вид был принят многолетник *H. strobilaceum*, а за подчиненный – однолетник – *S. perennans*.

H. strobilaceum – полукустарник с недоразвитыми листьями и сочными цилиндрическими годичными побегами. Ветви распостерты по поверхности почвы, большей частью укореняются. Листья не развиты, в виде супротивных, тупоугольных, почти щитковидных чешуек. Цветки по 2–3 находятся в пазухе прицветного, чешуевидного листа, несколько углублены в ось колосовидного соцветия. Цветок обоеполый с булавовидным, трехлопастным околоцветником, одной передней тычинкой и вертикальным пестиком с двумя шиловидными рыльцами, без прицветничков. Цветет в августе – сентябре [5].

S. perennans – травянистый однолетник высотой 10–35 см. Стебель голый, членистый, прямостоячий, с членистыми супротивными ветвями, часто краснеющий. Листья редуцированы. Соцветия представлены сочными цилиндрическими колосками, которые находятся на концах стеблей и ветвей. Цветки обоеполые, погружены в ткань стебля, сидят по три. Околоцветник в виде ромбического щитка с отверстием, из которого выступают тычинки и рыльца. Завязь одногнездная. Плоды коротковолосистые, яйцевидные, вертикальные. Цветет с июля по сентябрь [5].

Растения поглощают ресурсы среды в границах определенного пространства, в виде более или менее правильной концентрической зоны с центром в проекции основания. При перекрытии концентрических зон особей ПВ и особи ДВ происходит конкуренция за ресурсы среды. Снижение потребления ресурсов среды в результате перехвата их конкурентами отражается на жизненности растения и, в конечном счете, на численности популяции.

Численность учитывали путем подсчета особей *S. perennans* на площадках ленточной трансекты. Трансекта начиналась от края подушковидной особи *H. strobilaceum*. Размеры площадок были сопоставимы с размерами *S. perennans*. Особенности заложения трансект диктовались формой роста *H. strobilaceum* – в процессе онтогенеза отдельные веточки, поначалу моноцентричной особи, могут укореняться и особь становится полицентричной. Таким образом, учитывали «краевые» эффекты влияния многолетника на однолетник.

Анализ данных числа особей ПВ на площадках показал, что имеется четко выраженный тренд увеличения численности с удалением площадок от ДВ. Корреляционный анализ связи числа особей *S. perennans* на площадках с удаленностью их от *H. strobilaceum* показал наличие достоверной положительной связи ($P \leq 0,05$). Коэффициент корреляции колеблется в диапазоне от $0,52 \pm 0,19$ до $0,79 \pm 0,16$. Статистически достоверная связь ($P \leq 0,05$) установлена для трансект с ориентацией на север и юг. Для трансект, ориентированных на запад и восток, отмечен только тренд в увеличении численности ПВ с удалением от ДВ.

Увеличение численности *S. perennans* с удалением от *H. strobilaceum* свидетельствует о постепенном снятии негативного влияния со стороны многолетника. Механизм такого влияния может быть поливариантным – здесь могут иметь место топические связи, выражающиеся в перераспределении основных абиотических факторов посредством изменения рельефа, снижение

корневой конкуренции за воду и элементы минерального питания, изменение характера конкурентных взаимодействий путем выделения аллелопатически активных веществ особями ДВ.

В процессе роста *H. strobilaceum* несколько изменяет рельеф, создавая микросайты, через посредство небольших повышений. Ранее нами было показано, что нанорельеф является значимым фактором в пространственном распределении и конкурентоспособности однолетних галофитов [6]. Из всех однолетних галофитов *S. perennans* является наиболее влаголюбивым видом, предпочитающим депрессивные формы рельефа. На численность однолетника может влиять и корневая конкуренция со стороны ДВ. Рядом исследований показано, что в надземных органах *H. strobilaceum* содержатся аллелопатически активные вещества; накопление фенольных соединений в пределах зоны влияния ДВ препятствует развитию *S. perennans* [7].

Наиболее адекватным показателем, характеризующим жизненность растений, является их воздушно-сухая масса. Однако не всегда представляется возможным ее измерить в динамике, так как это означает прекращение существования особи. Ранее было показано, что воздушно-сухая масса особей однолетних галофитов тесно коррелирует с высотой надземной части растений [8]. Это позволяет использовать в качестве показателя жизненности высоту надземной части растений. В таблице 1 приведены средние значения высоты надземной части растений в течение вегетационного сезона.

Из данных таблицы 1 видно наличие тренда в сторону увеличения высоты растений с удалением площадки от края проекции куста *H. strobilaceum*. Наиболее отчетливо этот тренд проявляется во втором периоде жизненного цикла *S. perennans*. Это свидетельствует о том, что со снижением напряженности фитогенного поля жизненность однолетника повышается. В таблице 1 также приведены коэффициенты корреляции высоты ПВ с расстоянием площадок транsekты от ДВ: в большинстве случаев установлена статистически достоверная связь ($P \leq 0,05$), коэффициенты корреляции достаточно высоки и колеблются в диапазоне от $0,78 \pm 0,08$ до $0,89 \pm 0,06$. Наиболее отчетливо влияние многолетника на жизненность *S. perennans* прослеживается на транsekтах с ориентировкой север-юг.

В сообществах однолетних галофитов превалирует подземная симметричная конкуренция за воду и элементы минерального питания, которая является существенным фактором, влияющим на обилие, жизненность, рост и продуктивность растений [8, 9]. *S. perennans* и *H. strobilaceum* произрастают в одном и том же диапазоне засоления почвы [10]; *H. strobilaceum* имеет вертикальную и латеральную корневую систему, которая захватывает горизонт питания *S. perennans* [11, 12, 13]. Поэтому, с большой долей вероятности, можно утверждать, что в сообществах, образованных ценопопуляциями *S. perennans* и *H. strobilaceum*, присутствует корневая конкуренция за элементы минерального питания и воду, в ходе которой многолетний вид снижает жизненность однолетника.

Таблица 1

Динамика влияния *Halocnemum strobilaceum* на высоту ($\bar{x} \pm m_x$) надземной части *Salicornia perennans*

Направление транsekты / фенофаза		Расстояние от ДВ до учетной площадки, см					Коэффициент корреляции ($r \pm m_r$)
		0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	
Север	1	0	10,2±0,1	19,1±7,4	35,5±9,2	38,0±10,5	0,81±0,08
	2	21,2±8,0	24,3±7,3	23,2±7,3	36,5±10,5	46,0±11,4	0,78±0,08
Юг	1	18,2±0,8	25,3±9,3	39,5±9,3	56,2±8,3	76,3±2,3	0,88±0,06
	2	27,0±9,3	28,2±6,3	49,0±10,8	68,3±11,1	100,0±12,0	0,89±0,06
Запад	1	27,2±11,5	37,0±13,2	24,0±9,4	25,3±8,0	29,45±8,7	NS
	2	25,0±7,9	38,0±1,2	28,0±10,2	29,5±11,2	49,0±28,1	NS
Восток	1	15,4±10,9	27,5±10,1	45,1±10,1	62,1±10,1	34,2±16,5	NS
	2	25,0±8,7	28,3±7,9	47,12±7,2	100,2±0	44,6±17,3	0,79±0,08

Примечание к таблице. В колонке «фенофаза» 1 – период формирования вегетативной сферы, 2 – период формирования генеративных органов, NS – наличие статистически достоверной связи не доказано ($P \geq 0,05$).

Важнейшей характеристикой жизненности растений является рост [2]. В таблице 2 приведены средние выборочные показатели характеристик интенсивности роста *S. perennans* на трансектах различной ориентации по сторонам света. Ростовые характеристики даны в зависимости от фенофаз однолетника.

Таблица 2
Влияние *Halocnemum strobilaceum* на ростовые процессы *Salicornia perennans*

Направление трансекты	Период фенофазы	ΔH , мм	$\Delta H/H_2$	AGR, мм/нед.	RGR, мм/мм/нед.
Север	Формирование вегетативной сферы	13,4	0,20	0,95	0,010
	Формирование генеративных органов	9,9	0,10	0,70	0,007
Юг	Формирование вегетативной сферы	14,4	0,24	1,03	0,020
	Формирование генеративных органов	6,6	0,08	0,47	0,005
Запад	Формирование вегетативной сферы	13,9	0,19	0,99	0,010
	Формирование генеративных органов	1,0	0,01	0,07	0,001
Восток	Формирование вегетативной сферы	13,5	0,22	0,96	0,010
	Формирование генеративных органов	7,3	0,08	0,52	0,007

Ростовые характеристики являются производными от морфометрических параметров жизненности. Конкуренция за ресурсы среды тормозит ростовые процессы в популяциях однолетних галофитов [8]. Данные таблицы 2 подтверждают основные закономерности интенсивности ростовых процессов у однолетних растений. В первую фазу жизненного цикла растений наблюдается равномерное увеличение величины RGR, как результат накопления пластических веществ и нарастания ассимиляционной поверхности, а затем происходит постепенное замедление к периоду формирования генеративной сферы особи. С переходом к цветению (вторая фаза) интенсивность ростовых процессов снижается.

ВЫВОДЫ

1. В сообществах ас. *Halocnemum salicorniosum* отмечено наличие конкурентных взаимодействий между ценопопуляциями многолетнего галофитного вида *H. strobilaceum* и однолетнего галофита *S. perennans*.

2. В результате конкурентного воздействия *H. strobilaceum* снижается численность и ухудшается жизненность *S. perennans*.

3. Интенсивность ростовых процессов *S. perennans* определяется фенологической фазой в развитии однолетника: наиболее интенсивный рост отмечен в фазу формирования вегетативной сферы.

Благодарности. Автор приносит благодарность А. С. Гурской за помощь в обработке полевого материала.

Список литературы

1. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич – Л.: Наука, 1969. – 239 с.
2. Карманова И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И. В. Карманова. М.: Наука, 1976. – 222 с.
3. Урбах В. Ю. Биометрические методы / Урбах В. Ю. – М.: Наука, 1964. – 415 с.

4. Уранов А. А. Фитогенное поле / А. А. Уранов – Проблемы современной ботаники. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 251–254.
5. Флора Восточной Европы. Т. 9 / [ред. Н. Н. Цвелев]. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 456 с.
6. Котов С. Ф. Конкуренция между ценопопуляциями некоторых галофитов вдоль градиента повышения рельефа / С. Ф. Котов // Питання біоіндикації та екології. – 2000. – Вип. 5, № 1. – С. 52–56.
7. Симагина Н. О. Взаимодействия в сообществах галофитов: аллелопатический аспект / Н. О. Симагина, С. Ф. Котов. – Lambert Academia Publishing, 2014. – 214 с.
8. Котов С. Ф. Влияние плотности ценопопуляции на жизненность, рост и размерную структуру *Halimione pedunculata* / С. Ф. Котов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 3. – С. 88–96.
9. Котов С. Ф. Механизмы конкуренции в сообществах однолетних суккулентных галофитов / С. Ф. Котов // Укр. бот. журнал. – 2001. – Т. 58, № 4. – С. 465–470.
10. Ajmal Khan. Halophytes seed germination / Ajmal Khan, Bilauees Gul // Ecophysiology of high salinity tolerant plants. – Dordrecht: Springer Science + Business Media B. V., 2008. – P. 11–30.
11. Lingshao M. The biological characteristics of *Halocnemum strobilaceum* and its community on the border of oasis in hutubi, Xinjiang / M. Lingshao // Acta Ecologica Sinica. – 1995. – N. 15 (4). – P. 351–358.
12. Hosseini S. A. Autecology of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. in saline and alkaline rangelands of Golestan province / S. A. Hosseini, A. A. Shahmoradi // Journal of Plant Science Research. – Ser. 22. – 2011. – N 2. – P. 30–43.
13. Котов С. Ф. Оценка взаимодействий между растениями в галофитных сообществах Крыма / С. Ф. Котов // Рациональное использование и охрана экосистем Крыма. – К.: УМК ВО, 1992. – С. 15–20.

Котов С. Ф. Вплив багатолітника *Halocnemum strobilaceum* на чисельність, життєвість і ростові процеси однорічного галофіта *Salicornia perennans* // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 52–56.

Встановлено вплив багатолітнього галофіта *Halocnemum strobilaceum* на чисельність і життєвість однорічника *Salicornia perennans*. З віддаленням від особин *H. strobilaceum* збільшується чисельність і покращується життєвість *S. perennans*.

Ключові слова: галофіти, багатолітники, однорічники, чисельність, життєвість, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

Kotov S. F. The influence of perennial halophyte *Halocnemum strobilaceum* on density and vitality of annual species *Salicornia perennans* // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 52–56.

The influence of perennial halophyte *Halocnemum strobilaceum* on density and vitality of annual species *Salicornia perennans* are established. Density and vitality of *S. perennans* increases when the distance between it and *H. strobilaceum* growth.

Key words: halophytes, perennials, annuals, density, vitality, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

Поступила в редакцію 19.02.2014 г.

УДК 633.878.3+712.2

ЖИЗНЕННЫЕ СТРАТЕГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ *CHOSENIA ARBUTIFOLIA* (SALICACEAE)

Москалюк Т. А.

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия, tat.moskaluk@mail.ru

Охарактеризованы жизненные стратегии *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae), выделенные на основе анализа ее эколого-биологических особенностей, меняющихся в процессе онтогенеза с учетом паводковой деятельности рек. Описаны ареал, история изученности и хозяйственное значение чозении. Рассмотрены главные причины отсутствия чозении в озеленении и наиболее перспективные пути введения ее в культуру.

Ключевые слова: *Chosenia arbutifolia*, экология, онтогенез, жизненные стратегии, интродукция, Дальний Восток России.

ВВЕДЕНИЕ

Чозения толукнянколистная (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. K. Skvortsov) – реликтовый эндемик Тихоокеанского побережья Азии, с эволюционно обусловленной приуроченностью к поймам горных рек. Она далее всех древесных видов заходит на север и обладает высокой декоративностью. О декоративности чозении свидетельствуют названия, данные ей местным населением. В разговорный язык нанайцев и удгейцев из китайского вошли, соответственно, *leo-to* и *zhuantianliu*, что в переводе означает ива, пронзившая небо. В Японии чозению называют *kesho-yanagi* (красивая ива) или *karafato-kuroyanagi* (сахалинская черная ива). Чозения типичный эксплерент – исключительно светолюбива, индифферентна к плодородию почв, морозостойка, обладает ежегодной высокой урожайностью и взрывной энергией прорастания семян. Указанные качества позволяют отнести ее к одному из самых перспективных видов арборифлоры для зеленого строительства, особенно в районах Крайнего Севера [10; 12], где ассортимент древесно-кустарниковых пород очень беден. Тем не менее, в городских посадках как южных, так и северных районов чозения отсутствует, нет ее ни в коллекциях ботанических садов, ни в дендрариях научных организаций. Призывая к использованию чозении в озеленении, одновременно следует отметить, что в мировой практике накоплены многочисленные примеры неконтролируемого расселения разных видов, широко используемых в зеленом строительстве, таких, как *Acer negundo* и *Ulmus pumila*. Поэтому вполне обоснованы опасения, возникающие при рекомендации использования в озеленении очередного декоративного растения.

Чтобы разобраться в причинах неудовлетворительной интродукции чозении и предупредить возможность ее агрессивной инвазии, следует досконально изучить экологические особенности и поведение чозении в природных условиях, охарактеризовать принципы ее жизненных стратегий, выработанных в процессе эволюции.

Цель статьи – проанализировать изученность *Chosenia arbutifolia*, ее адаптационный потенциал и жизненные стратегии, как отражение экологических особенностей на разных стадиях онтогенеза, для обоснованного заключения о перспективах и путях введения ее в культуру.

АРЕАЛ И ПРИРОДНЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ

Чозения имеет самую большую протяженность ареала с юга на север (рис. 1) – от зоны широколиственных лесов о. Хонсю до зоны тундр в низовьях рек Анадырь и Лена, включая о. Хоккайдо, Северную Корею, северо-восточный Китай, Сахалин и Камчатку. Западная граница ареала чозении касается озера Байкал. По правобережью р. Лена она выходит за пределы полярного круга, сохраняя жизненную форму дерева. Вне речных пойм чозениевые леса отсутствуют. Представляя интразональную растительность, они только по долинам рек проходят далеко на север. В тундровой зоне Чукотки чозения является единственной лесообразующей породой, образуя небольшие рощи и выполняя в них функции эдификатора.

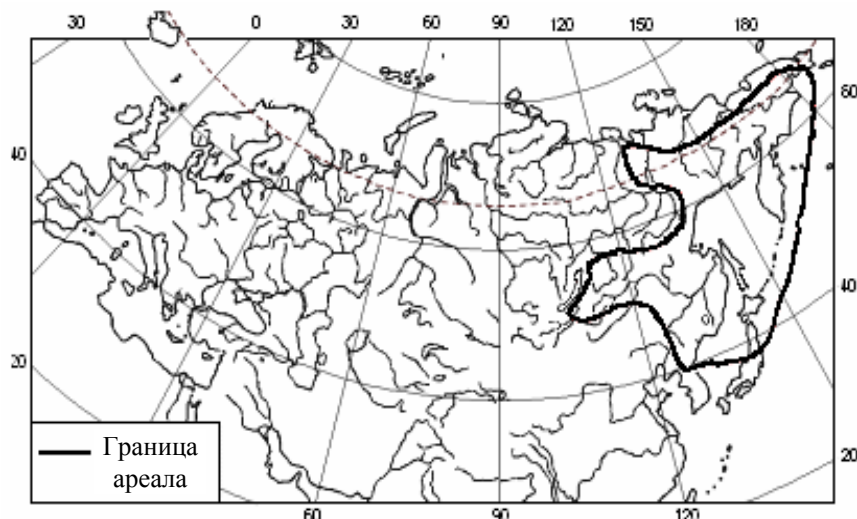


Рис. 1. Ареал *Chosenia arbutifolia* (по [13])

С продвижением на север размеры чозениевых ценозов сокращаются до нескольких десятков квадратных метров. Уменьшение размеров чозенников в бассейнах рек с малой водосборной площадью обусловлено снижением тепляющего и дренирующего действия подрусовых вод, на реках с крутым уклоном тальвега и большой водосборной площадью – регулярным переотложением песчано-галечникового аллювия во время разрушительных наводнений. В поймах больших рек включая их крупные притоки, берега подвержены размыву вплоть до надпойменных террас. Строгая приуроченность к приуловым участкам и островам рек (рис. 2), обуславливает исключительно высокие водорегулирующие и берегозащитные функции чозениевых ценозов.

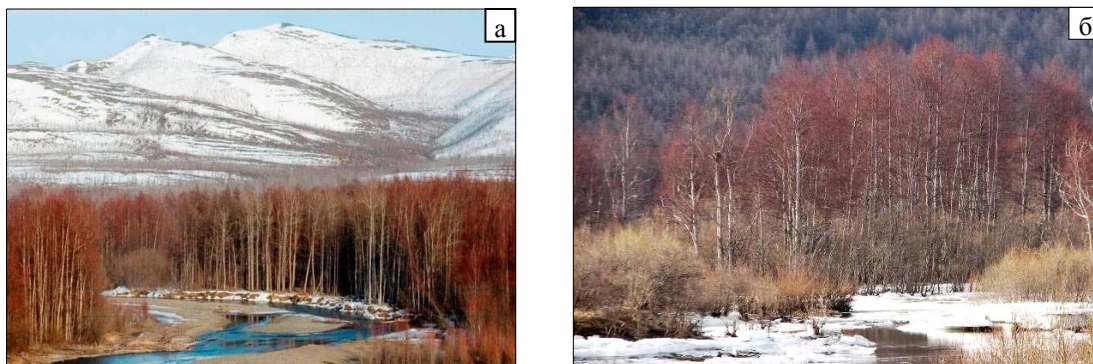


Рис. 2. Чозенники на севере и на юге Дальнего Востока России

а – верховья р. Колыма, Магаданская область (фото А. В. Андреева), б – бассейн р. Партизанская, Приморский край.

Идеальные местообитания для ее поселения – песчано-галечниковые косы и острова в поймах горных рек [3; 15; 25]. Огромные площади их образуются на всей территории с муссонным климатом во время бурных паводков, вызываемых в летний период ливневыми дождями, а в южных широтах (Приморский край, страны Восточной Азии) – тайфунами.

На одних и тех же участках пойм регулярно и непрерывно идут процессы разрушения и восстановления растительности, и главная роль в восстановлении приуловых лесов принадлежит чозении. Растительный покров чозенников в поймах с активной паводковой деятельностью находится в перманентном состоянии. Он характеризуется высоким разнообразием

уровней структурно-функциональной организации – от пионерных агрегаций на прирусловых галечниках до сложных фитоценозов на участках средних и высоких пойм. И независимо от района произрастания чозения и ее сообщества проходят одни и те же фазы онтогенетического развития, обусловленные регулярными затоплениями и закономерными трансформациями местообитаний.

Нами исследования чозении и ее сообществ выполнены в Магаданской области (центральные районы и Приохотье) и на юге Приморского края (Партизанский и Хасанский районы).

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Чозения уникальна не только тем, что ее ареал простирается так далеко с юга на север, и она ближе всех деревьев подходит к Северному Ледовитому океану. С какой стороны не рассматривать чозению, везде выявляются неожиданные, порою загадочные свойства этого вида: в экологии и интродукции, в морфологии и трофических взаимосвязях. К настоящему времени накоплен большой объем информации о разных свойствах чозении и ее сообществах. Лучше всего изучена она российскими учеными [1–9; 13; 14; 19 и др.], поскольку основная часть ее ареала находится в России.

Наиболее обстоятельно описал чозению и ее ценозы Б. П. Колесников [3]. Характеризуя особенности чозении в южной части Приморского края, он первый обратил внимание на тесную связь чозении с водным режимом горных рек. Этот труд, опубликованный отдельным выпуском в известных Комаровских чтениях, не потерял своего значения и сейчас.

Описания чозениевых лесов в Якутии, где проходит крайняя западная граница вида, и значение их для местного населения содержатся в публикациях В. Ф. Шелудяковой [19]. Она отмечает высокую питательную ценность побегов чозении, служащих диким и домашним оленем дополнительным кормом в зимний период. Имеются сведения и о лекарственных свойствах чозении – отвар коры побегов в народной медицине применялся, как средство при лечении сердечнососудистых болезней [20].

В работах Г. Ф. Старикова [15], Г. Ф. Старикова и П. Н. Дьяконова [16], Б. Н. Норина [13] и Ю. П. Кожевникова [4], изучавшими чозению на крайних северном и северо-восточном пределах ареала, подчеркивается исключительно высокие средообразующие функции чозениевых рощ в условиях Крайнего Севера. Отмечается, что население Крайнего Севера всегда относилось к лесам исключительно бережно, используя древесину чозении только на необходимые потребности: изготовление домашней утвари, лодок-долбленок, строительство жилых домов и мостов.

В публикациях по чозенникам в южных районах Магаданской области – средняя часть ареала чозении на Дальнем Востоке, анализируются материалы по жизненным формам с учетом экологических требований чозении [5; 6] и первичной продуктивности ее сообществ [8]. Морфобиологическим характеристикам семян и ювенильных растений чозении посвящена работа Г. П. Дюрягиной [2].

Интерес к чозении не ослабевает по-прежнему. А. В. Алфимов и Д. И. Берман [1], рассматривая динамику развития чозенников, как реакцию на неизбежную и постоянную трансформацию поймы в верхнем и среднем течении р. Колыма, относят совокупности чозениевых группировок разного возраста стадий к одному фитоценозу с несколькими этапами заселения. Тем самым подчеркивается высокая степень адаптации чозении к паводкам.

В последнее десятилетие научные статьи о чозении появились даже в Америке – стране, где этот вид в природе не растет [22; 23; 21 и др.]. Особо следует выделить публикацию И. Кадис [22], в которой подробно излагается история изучения систематического положения чозении. Впервые чозения была описана великим путешественником, немцем по происхождению, Петром Симоном Палласом в 1788 г., в период бурного освоения Россией Сибири и Дальнего Востока, и названа им *Salix arbutifolia*. После П. С. Палласа чозению описывали Н. Турчанинов, Е. Траутфеттер, Ф. Мейер, А. Ф. Будищев и другие дальневосточные исследователи. Все они, как и местное население, ошибочно принимали чозению за иву и включали ее в род *Salix*, только с разными названиями (*Salix macrolepis* Turcz., *S. bracteosa* Turcz., *S. eucalyptoides* F. N. Mejer, *S. pyramidalis* Budischtschew и т. д.). Из-за большого внешнего сходства с ивами все

первопроходцы Сибири и Дальнего Востока, а также и поселенцы Камчатки называли ее ивой, ветлой или ветловиной. К ивам причислил чозению и В. Л. Комаров [11], присвоив ей имя *S. acutifolia* Willd.

В самостоятельный род чозения была, наконец, выделена в 1920 г. японским ботаником Такеноши Накаи [24], который вначале тоже принял чозению за *Salix acutifolia* Willd., но затем обратил внимание на признаки, отличающие чозению от ив: постоянное число (5) сросшихся в нижней трети тычинок; прицветные чешуи; столбики свободные, с двураздельными рыльцами; отсутствие нектарников, анемофильность. Вслед за Т. Накаи, большинство ученых признали чозению особым родом в семействе ивовых. Видовое имя – *C. arbutifolia* (Pallas) A. K. Skvortsov, чозения обрела лишь в 1957 г. Авторский приоритет восстановлен ведущим систематиком по ивам в России А. К. Скворцовым [14]. В Гербарии Ботанического института РАН, исследователь обнаружил подлинный экземпляр чозении, описанный и названный П. С. Палласом *Salix arbutifolia*.

«Корейский» след в названии рода *Chosenia* от древнего названия Кореи – *Choson*, так как Накаи описал чозению в Корее. В российской ботанической литературе синонимом имени чозении служит его дословный перевод «корейнка» [17].

В другой статье И. Кадис [23] приводит неизвестные ранее интересные сведения о попытке создания в шестидесятых годах 19 века компанией Western Union Telegraph Company телеграфной линии, соединяющей Северную Америку с Азией через Берингов пролив [23]. По инициативе и под руководством начальника сибирской экспедиции Георга Кеннана (George Kennan), из стволов чозении – единственного подходящего дерева в низовьях р. Анадырь, были заготовлены тысячи телеграфных столбов. Этому строительству не суждено было осуществиться.

В каждой из публикаций отражены не только те или иные оригинальные свойства чозении, но и ее высокая декоративность в любое время года и в любом возрасте. Тем не менее, до сих пор ни в одной стране, ни в одном городе попытки интродуцировать чозению не увенчались успехом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экологические особенности и жизненные стратегии чозении в онтогенезе. Для обеспечения успешности введения чозении в культуру следует учитывать ее жизненные стратегии и эколого-биоморфологические особенности, свойственные разным периодам онтогенеза. В онтогенезе чозении выделены три периода [5; 8] 1 – *активного роста* (до 25–30 лет), 2 – *стабилизации*, или *продукционной инвариантности*, (30–70 лет) и 3 – *старения и отмирания* (70–100 (120) лет).

В первом периоде у чозении последовательно сменяется несколько форм роста (онтобиоморф), отражающих ход изменения и условий местообитаний. Определяющую роль здесь играют паводки, размывая ранее принесенные наносы и намывая новые. Но велико значение и самой чозении.

Стратегией первых лет жизни чозении является необходимость удержаться на своем месте под натиском стремительных потоков воды. 1-я ее онтобиоморфа – *ортотропного проростка* (1–2 года), связана с заселением галечниковых пойм (рис. 3а). Чозения обладает ежегодной высокой урожайностью и взрывной энергией прорастания семян. Семена чозении прорастают сразу же после созревания и разлета – 7–10 дней [2]. Указанные качества обеспечивают видам-эксплорентам быстрый захват незанятых территорий и процветание, порой в течение неопределенного срока. Легкие летучие семена чозении, как у всех ивовых, быстро теряют всхожесть, поэтому сроки созревания их совпадают с началом паводков на реках. На участках низкой поймы, заливаемой при малейшем подъеме воды в реке, за несколько дней образуется ковер из проростков. Проростки, не успевшие закрепиться в субстрате, легко смываются течением.

Сразу после появления семядолей у растения начинает интенсивно формироваться поверхностно-стержнекорневая система – длина корней на этом этапе в 2–3 раза больше высоты надземной части растений, обеспечивая прочное закрепление их в галечнике. В первый и в начале второго года жизни размер надземной части еще не превышает 10 см. У особей, уцелевших от

смыва, активизируется рост и увеличивается число побегов, образующих *розетку* (см. рис. 3б). Побеги плотно прижаты к поверхности между камней и не препятствуют току воды. Проросткам и розеткам, формирующимся в условиях высокой инсоляции галечниковых пойм, присущ ксероморфный тип семядольных и первых настоящих листьев.

На 3-ий год у чозении начинается стремительный рост побегов – до 1 м/год. Побеги направлены косо-вверх в разные стороны и к концу лета розетки превращаются в компактные кусты высотой 0,7–0,8 м. Это уже *типично-кустовидная форма роста* (см. рис. 3в). В 5–6 лет высота кустов достигает 2,0–2,5 (3) м. Кроны их смыкаются, формируя заросли. Если растения изначально густо заселяли участки, кустовидной фазы может не быть.

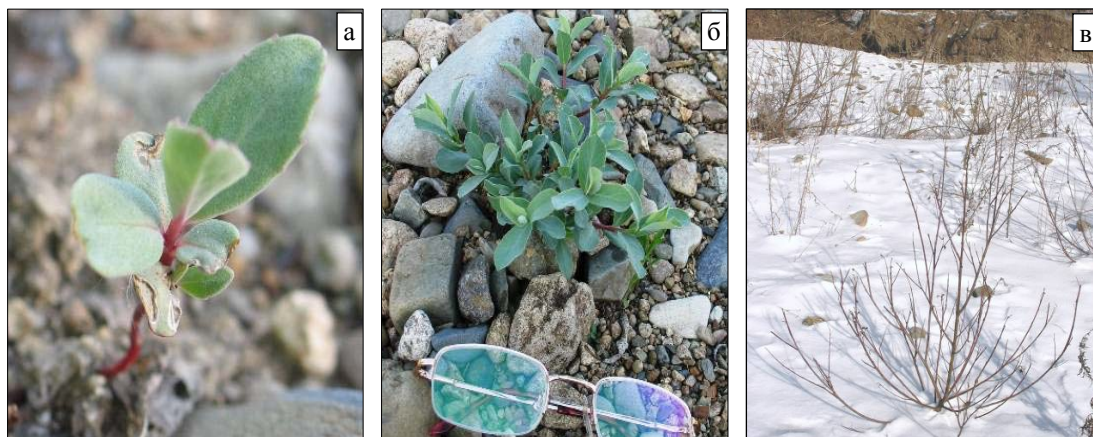


Рис. 3. Ранние онтобиоморфы чозении

а – *ортотропный проросток* к концу первого года жизни, б – *розетковидная* форма роста, 2 года, в – *типично-кустовидная* форма роста, 3–4 года.

Массовое появление проростков наблюдается и на аллювиальных наносах под пологом леса. Абсолютно все они быстро погибают из-за сильного затенения; гибели их способствует и плохой дренаж наилок.

После прочного закрепления в субстрате у чозении происходит смена стратегий – резко усиливаются средообразующие функции растений. Кусты эффективно задерживают наносы аллювия и растительных остатков (рис. 4), создавая собственный плодородный почвенный покров. При затоплении побеги сильно отмирают нередко до самого основания, взамен им отрастают новые, более крепкие и многочисленные.

Побеги замещения покрыты защитным восковым налетом сизого цвета (см. рис. 5); он легко стирается, обнажая гляцевую вишневую поверхность коры. С образованием зарослей и минованием опасности солнечных ожогов налет исчезает. Кора приобретает зеленовато-серый цвет, но тонкие побеги сохраняют красно-вишневую окраску. Заросли чозении с разноцветной корой выглядят очень привлекательно, как летом, одетые в крупные ланцетные сизовато-зеленые листья, так и зимой, благодаря яркому цвету побегов. На блеклом фоне городских пейзажей они будут смотреться еще более живописно.

По мере накопления плодородного почвенного слоя и выхода чозенников из сферы влияния высоких паводков, *типично-кустовидная* форма роста сменяется формой роста *кустовидного дерева* (рис. 6а), которая длится с 6 (7) до 10 (12) лет. Рост боковых побегов у растения постепенно замедляется и начинает лидировать центральный побег – будущий ствол. В зиму он сильно обмерзает, сменяясь с каждым годом все более крупным – до 110–120, иногда 150 см. Крона стремительно выносятся вверх, и чозения становится деревом, высота которого с учетом ежегодного вершинки увеличивается за вегетационный ежегодно сезон на 50–70 см и более.

Нижние побеги все сильнее отстают в росте и в скором времени отмирают, но не опадают, а в виде своеобразной «муфты» из сухих побегов разной величины, торчат косо-вверх вокруг основания ствола наподобие муфты (рис. 6). Такие муфты присущи только чозении, особенно на

опушках. Они сохраняются в нижней части ствола очень долго, иногда до старости. У одиночно растущих деревьев формируются особенно густые муфты, и побеги их отмирают гораздо позже, чем в рощах.



4



5

Рис. 4–5. Среδοобразующие функции и адаптации чозении на галечниковых поймах

4 – кусты чозении активно участвуют в почвообразовательном процессе; 5 – сизый налет на молодых побегах для защиты коры от ожогов солнца и заморозков легко удаляется (пятно в центре).



а



б

Рис. 6. Онтобиоморфы чозении на завершающих этапах периода активного роста

а – кустовидная онтобиоморфа (6–8 лет); б – конусовидного онтобиоморфа дерева (12–15 лет). «Муфты» из отмерших побегов вокруг стволов – характерная биоморфологическая особенность чозении.

В городских насаждениях эта видовая особенность упростит уход за чозенией и позволит использовать ее для создания плотных посадок – «заслонов» от ветра или неприглядных объектов.

Следующей и последней фазе активного роста соответствует онтобиоморфа *конусовидного дерева* (рис. 6б). Она присуща растениям с 12 до 25 (30) лет. В 11–12 лет чозения полностью утрачивает кустовидность и начинает плодоносить. Теперь у нее частично отмирают только верхушки, и высота ежегодно увеличивается на 80–100 см/год. К 25–30 годам чозения становится *типичным деревом*.

После 30 лет чозенники вступают в период стабилизации, или продукционной инвариантности. На протяжении 40–50 лет – до 70–80 лет, величина текущего (ежегодного) прироста остается относительно постоянной. Размеры деревьев достигают предельной величины: 23–25 м в высоту в северных районах и 28–32 м – в южных. У типичных деревьев (рис. 7) кроны усиленно ветвятся, все более крупными становятся скелетные ветви, несущие большую массу тонких гибких побегов, унизанных сережками в пору плодоношения. О кустовидности в раннем возрасте напоминает лишь «муфта» из сухих побегов, порою нет и ее. У взрослых деревьев

необычная светло-серая кора, отслаивающаяся длинными тонкими лентами, из-за чего стволам присущ своеобразный лохматый вид.

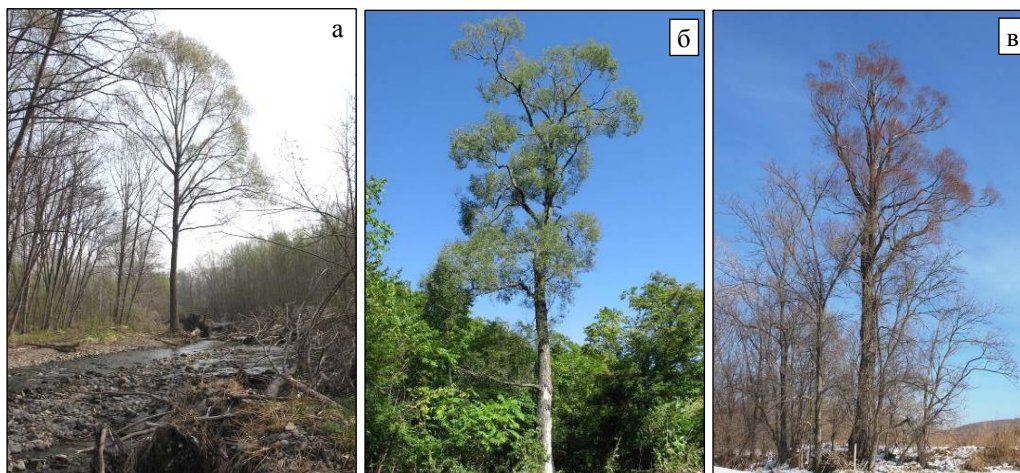


Рис. 7. Деревья чозении разного возраста в период продукционной инвариантности

а – типичное дерево 40–45 лет; б – дерево 60–70 лет; в – в возрасте 70–80 лет (начало старения). Пойма р. Партизанская на юге Приморского края.

Ранней весной концевые побеги приобретают насыщенный вишнево-бордово-коричневый цвет, индицируя конец зимы и начало сокодвижения. За этот цвет молодых побегов, в народе еще называют чозению «смуглянкой» [15], не задумываясь, что данный морфологический признак, как и лохматая кора, защищает камбиальный слой ствола и побегов от холода [18; 26], способствуя повышению морозостойкости взрослых деревьев.

Последний период жизни чозении – период старения и отмирания длится довольно долго – от 70 до (120) лет. Он включает одну возрастную фазу – *стареющего* (рис. 8) и *отмирающего дерева*. Отмирание вначале идет довольно медленно от вершины кроны вниз. В нижней части ствола на месте усохших побегов муфты со временем появляются разнообразные наросты-вздутия (рис. 9), которые смотрятся тоже очень эффектно.

С каждым годом процессы старения и отмирания органов ускоряется, но у живых концевых побегов дряхлеющего дерева зимой по-прежнему обращает на себя внимание цвет коры бордово-коричневых оттенков, а летом с них свисают многочисленные сережки.

Стратегией жизни деревьев в зрелом, а затем и в перестойном возрасте, является обеспечение гарантированного расселения чозении. В естественных, постоянно меняющихся от ксероморфных до гидроморфных (и наоборот) условиях, расселение чозении и сохранение ее, как вида, полностью зависит от достаточного обсеменения строго определенных местообитаний – на вновь образуемых галечниковых поверхностях. Оно стимулируется ежегодным обильным плодоношением. Эту особенность чозении можно рассматривать, как завуалированную реакцию вида на непредсказуемость паводков.

Перспективы интродукции. Привлекательность на протяжении большей части жизненного цикла – 50–70 лет, и толерантность ко многим экологическим факторам, особенно к холоду, свидетельствуют о перспективности использования чозении в зеленом строительстве северного полушария. Агрессивное расселение чозении не грозит, поскольку в процессе длительной эволюции в условиях постоянных наводнений на горных реках в теплое время года у нее сформировались присущие только ей жизненные стратегии и выработана узкая экотопическая специализация. Но эти же качества чозении, в совокупности с биологическими особенностями, создают серьезные трудности для введения ее в культуру.

Создание искусственных экотопов, идентичных природным – одно из неукоснительных требований, которые следует выполнить в первую очередь для успешной интродукции чозении.

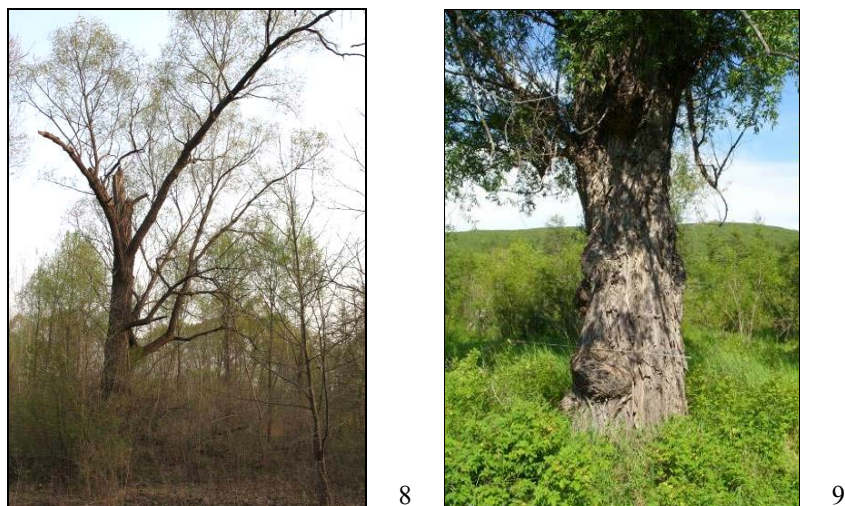


Рис. 8–9. Чозения в завершающем периоде онтогенеза – старения и отмирания

8 – дерево с отмершей вершиной старше 90 лет в пойме р. Партизанская (юг Приморского края) отмирают постепенно, начиная с вершины, но продолжают обильно плодоносить; 9 – дерево в возрасте более 90 лет с наростами на комле в пойме р. Дукча (Северное Приохотье).

Чозения особенно эффектно должна смотреться в солитерных посадках [10], поэтому вовсе не требуется множества экотопов с нужными условиями – хорошо дренируемым грунтом. Создать их достаточное количество в каждом городе – вполне решаемая задача. Легче всего обустроить дренированные местообитания на набережных рек, протекающих через населенный пункт, а также на городских площадях и в скверах, если там предусмотрено строительство фонтанов, или есть какой-либо источник проточной воды.

Гораздо сложнее преодолеть трудности, связанные с биологическими и биоморфологическими свойствами чозении: быстрой утратой всхожести семян, неспособностью растений к вегетативному размножению и развитием мощного стержневого корня с якорными отростками. Невозможностью пересадки чозении из-за сложной архитектоники корней определены два направления поиска способов ее разведения: посевом семенами и черенкованием.

Определенный успех достигнут при черенковании побегов с применением стимуляторов роста [21; 25]. В эксперименте сотрудника Арнольд Арборетума Гарвардского Университета (шт. Массачусетс, США) П. Дель Тредичи [21] укореняемость черенков, обработанных двумя разными стимуляторами, составила 20–26%. При этом легче укореняются черенки, взятые от молодых (3 года) растений. Широкого распространения работы по вегетативному размножению не получили, но их следует считать достаточно перспективными и необходимо продолжать поиск более эффективных стимуляторов роста.

В опытах с посевом П. Дель Тредичи, не знакомый ранее с чозенией, был поражен «взрывной» энергией прорастания семян и последующим быстрым ростом проростков. Одновременно он отметил большие трудности со сбором и переправкой семян из Японии в США. Из двух партий одна находилась в пути 7 суток, вторая – около 3 недель. Естественно, проросли только семена первой партии. Сеянцы в горшках через два года достигли такого развития, что были высажены в питомник. Удалось вырастить 9 саженцев. Весной 2004 г. в возрасте шесть лет они достигли в высоту 8–12 футов (1,8–3,6 м), впервые зацвели и в июне дали полноценные семена. По энергии прорастания эти семена не уступали тем, из которых выросли их родители. Автор высевал семена в грубый промытый песок и столкнулся с чрезвычайной хрупкостью проростков. Сравнивая результатами обоих экспериментов, он решил, что проблема получения посадочного материала чозении им успешно решена, при этом из двух способов более перспективен второй – из семян.

В России попытка интродуцировать чозению проростками и ювенильными растениями была предпринята в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) во второй

половине минувшего столетия [2]. Суть разработанного способа заключается в проращивании свежесобранных семян на мху в металлических ящиках со стеклянными крышками и дальнейшем содержании сеянцев в теплице при определенной температуре воздуха и влажности субстрата до появления 5–7 настоящих листьев. После этого растения высаживались в грунт. Автор эксперимента Г. П. Дюрягина, подчеркивая высокую приживаемость сеянцев – до 85%, отмечает очень большую трудоемкость и сложность создания оптимальных условий для выращивания сеянцев чозении в культуре. Она указывает, что для проращивания семян необходимо использовать только влажный мох, и ни в коем случае не песок, так как хрупкие проростки ломаются при малейшей подвижке субстрата. Кроме того, для нормального развития корней грунт должен быть насыщен кислородом, что в природе обеспечивается постоянным проточным увлажнением.

Принимая во внимание мнения исследователей и перспективность семенного разведения чозении, следует направить усилия на снижение трудоемкости выращивания сеянцев и как можно более осторожной высадки растений на постоянное место. На первых порах эту проблему можно попробовать решить следующим образом. Накануне разлета семян, обычно в начале августа, на галечниковых отмелях у самой кромки воды, где появляется огромное количество всходов чозении, надо установить деревянные или металлические ящики с песчано-галечниковой смесью. В дне и стенках ящиков должны быть проделаны отверстия для свободного тока воды. После появления всходов и укоренения проростков ящики можно перенести на постоянное место или в школу для дорастивания. Благодаря быстрому росту чозении, затраты на озеленение ею конкретных территорий окупятся в короткие сроки.

Возможность введения чозении в культуру именно таким способом можно подтвердить фактами произрастания одиночных деревьев чозении в нетрадиционных для этого вида местообитаниях – на отвалах отработанных горных полигонов, минерализованных участках под высоковольтными линиями электропередач в долинах рек. Немногочисленные примеры естественного возобновления чозении есть на улицах городов, расположенных в пределах ее ареала – на участках придомовых территорий непосредственно под скатами крыш, около водосточных труб, на насыпях гравийно-песчаных смесей, «забытыми» строителями на новостройках и в других подобных местах.

Происхождение всех растений в приведенных примерах семенное, и везде отмечено наличие песчано-галечникового субстрата. Массовое появление всходов в подобных местах совпадает с периодом обильных дождей во время разлета семян чозении, а превращение ее в дальнейшем в дерево, даже минуя кустовидную фазу, подтверждает возможность создания хорошего дренируемого и достаточно прогреваемого местообитания, близкого к природным биотопам. Следует ожидать, что в районах с ярко-выраженным муссонным климатом чозения будет нормально развиваться в местах перегиба микрорельефа, то есть в местах концентрации и перехвата атмосферных осадков, но при условии, что грунт в местах будущих посадок обязательно должен быть заменен на хорошо дренируемый галечниковый, возможно щебнистый, в объеме, достаточном для обеспечения нормальной жизнедеятельности взрослых деревьев.

ВЫВОДЫ

В онтогенезе чозении толокнянколистной (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvorts) выделены три типа жизненных стратегий, как следствие эволюционной адаптации вида к паводковой деятельности горных рек в муссонном климате Дальнего Востока. Ярко выраженная стенобионтность и биологические особенности чозении свидетельствуют о перспективности введения его в культуру без угрозы нежелательной инвазии.

В процессе онтогенеза жизненные стратегии сменяют одна другую в следующем порядке:

а – стратегия прочного закрепления ювенильных особей в субстрате в период заселения галечниковых пойм, которая характерна для чозении в первые годы жизни (до 3–4 лет);

б – стратегия максимального проявления средообразующих функций в период активного роста, обеспечивающего выход чозенников из зоны влияния интенсивного паводкового режима (с 4–5 до 25–30 лет);

в – стратегия обеспечения гарантированного расселения чозении на новых галечниковых отложениях соответствует чозенникам с момента их продукционной инвариантности (с 25–30 лет до 70–120 лет), т. е. до конца жизни.

Принимая во внимание специфику жизненных стратегий чозении на каждой стадии онтогенеза, главными условиями успешного использования чозении в озеленении следует считать:

1 – создание дренированных экотопов с постоянным пополнением их элементами питания и достаточным увлажнением корнеобитаемого слоя;

2 – недопустимость пересадки уже прижившихся саженцев старше 3 лет и подроста любого возраста из естественных сообществ.

Для организации производства посадочного материала в достаточном количестве способом черенкования необходимо продолжить поиск эффективных стимуляторов роста.

Учитывая высокую хрупкость корней у саженцев, выращенных из семян, необходимо обеспечить полную неподвижность корневых систем во время транспортировки посадочного материала к местам постоянного произрастания. Для решения данной задачи следует провести эксперимент по выращиванию сеянцев в стационарных ящиках с песчано-галечниковым субстратом, устанавливаемых непосредственно в местах естественного произрастания чозении по кромке заливаемых отложений.

Список литературы

1. Алфимов А. В. Формирование и возрастная структура рощ чозении (*Chosenia arbutifolia*, Salicaceae) на Северо-Востоке Азии / А. В. Алфимов, Д. И. Берман // Дальневосточная рег. конф., посвящ. памяти А. П. Васильковского (95-летие), 3 ноября 2006 г.: матер. – Магадан, 2006. – Секция 4. (Охрана природы и рациональное природопользование на Северо-Востоке России). – С. 200–207.
2. Дюрягина Г. П. Морфобиологические особенности семян ювенильных растений и экология чозении толокнянколистной / Г. П. Дюрягина // Бюл. ГБС. – 1987. – Вып. 144. – С. 74–82.
3. Колесников Б. П. Чозения (*Chosenia macrolepis* (Turcz.) Kom.) и ее ценозы на Дальнем Востоке / Б. П. Колесников. – М.-Л., 1937. – Тр. ДВФ СО АН СССР. – Т. 2. – Серия ботан. – С. 730–800.
4. Кожевников Ю. П. Флора и экологические условия района Телекайской рощи / Ю. П. Кожевников // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, № 4. – С. 502–519.
5. Мазуренко М. Т. Онтогенез *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae) в Магаданской области / М. Т. Мазуренко, Т. А. Москалюк // Ботан. журн. 1989. – Т. 74, № 5. – С. 601–613.
6. Мазуренко М. Т. Экологические особенности чозении (*Chosenia arbutifolia*) A. Skvorts (Salicaceae) / М. Т. Мазуренко, Т. А. Москалюк // Экология – 1991. – № 2. – С. 13–21.
7. Москалюк Т. А. Морфоструктура северных тополево-чозениевых лесов в начальный период смены лесообразователей / Т. А. Москалюк // Биологические проблемы Севера: X Всесоюз. симпоз.: тез. докл. – Магадан, 1983. – С. 157–158.
8. Москалюк Т. А. Рост и биологическая продуктивность чозенников на юге Магаданской области / Т. А. Москалюк // Лесоведение – 1990. – № 5. – С. 46–56.
9. Москалюк Т. А. Об адаптациях деревьев и кустарников на севере Дальнего Востока / Т. А. Москалюк // Экология – 2008. – № 2. – С. 83–92.
10. Колесников А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников – Второе изд. – М.: Наука, 1974. – 704 с.
11. Комаров В. Л. Третий род семейства Salicaceae, *Chosenia Nakai* / В. Л. Комаров // Юбилейный сборник, посвящ. И. П. Бородину – Л.: Наука, 1927. – С. 275–281.
12. Коропачинский И. Ю. Древесные растения Сибири / И. Ю. Коропачинский – Новосибирск, 1983. – 384 с.
13. Норин Б. Н. Характеристики чозениевых сообществ (*Chosenia macrolepis* Ass.) на крайнем северо-востоке ареала / Б. Н. Норин // Ботан. журн., 1958. – Т. 43, № 6. – С. 847–850.
14. Скворцов А. К. О правильном видовом названии чозении / А. К. Скворцов // Ботанические материалы ГБИ АН СССР. – Л.: Наука, 1957. – Т. 18. – С. 42–47.
15. Стариков Г. Ф. Леса Магаданской области / Г. Ф. Стариков – Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1958. – 223 с.
16. Стариков Г. Ф. Леса Чукотки / Г. Ф. Стариков, П. Н. Дьяконов – Магадан: Магаданское кн. изд-во, 1955. – 112 с.
17. Хохряков А. П. Флора Магаданской области / А. П. Хохряков – М.: Наука, 1985. – 398 с.
18. Шамурин В. Ф. Сезонный ритм и экология цветения растений тундровых сообществ на севере Якутии / В. Ф. Шамурин // Приспособление растений Арктики к условиям среды. – М.-Л.: Наука, 1966. – С. 5–125.
19. Шелудякова В. А. Чозения в Якутской АССР / В. А. Шелудякова // Ботан. журн. – 1943. – Т. 28, № 1. – С. 30–34.
20. Шретер А. И. Целебные растения Дальнего Востока. / А. И. Шретер – Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во. – 1992. – 155 с.
21. Del Tredici P. D. Capturing and cultivating *Chosenia* / P. D. Del Tredici // *Arnoldia* – 2005. – Vol. 63 (3). – Pg. 18–27.
22. Kadis I. *Chosenia* I: A Long Way to the West / I. Kadis [Электронный ресурс]. – 2003. Режим доступа: <http://Available.athttp://www.salicicola.com/articles/Chosenia1.html>.
23. Kadis I. *Chosenia*: An amazing tree of Northeast Asia / I. Kadis // *Arnoldia* – 2005. – Vol. 63 (3). – Pg. 8–17.

24. Nakai T. *Chosenia*: a new genus of *Salicaceae* / T. Nakai // Bot. Mag. – Tokyo, 1920. – Т. 34. – С. 66–69.
25. Pu-hwa Huang. Редкие и ценные деревья *Chosenia arbutifolia* / Huang Pu-hwa, Shao Zhong-wen // G. North-East Forest. Univ. – 1987. – Vol. 15, – № 1. – Рр. 1–6; Реф.–РЖ. 56, Лесоведение и лесоводство – 1987. – № 7. – С. 25.
26. Savile D. V. O. Arctic adaptation in plants / D. V. O. Savile // Plant Res. Inst. Monogr. – Ottava, 1972. – № 6. – 160 p.

Москалюк Т. А. Життєві стратегії та перспективи використання *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae) в озелененні
// Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 57–67.

Охарактеризовано життєві стратегії *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae), що виділені на основі аналізу її еколого-біологічних особливостей, мінливих в процесі онтогенезу з урахуванням паводкової діяльності річок. Описано ареал, історія вивченості і господарське значення чозенії. Розглянуто головні причини відсутності чозенії в озелененні та найбільш перспективні шляхи введення її в культуру.

Ключові слова: *Chosenia arbutifolia*, екологія, онтогенез, життєві стратегії, інтродукція, Далекий Схід Росії.

Moskaliuk T. A. Life strategies and the use perspectives of *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae) in green industry // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 57–67.

The life strategies *Chosenia arbutifolia* (Salicaceae) are characterized in the article. They were revealed on base of the analysis of ecological and biological characteristics of species, changing during of the plant ontogenesis depending of flood activity of the rivers. The areal, histories of the researching and economic importance of it are described. The main reasons of its absence in green industry and the most perspective ways of its introduction are considered.

Key words: *Chosenia arbutifolia*, ecology, ontogenesis, life strategies, habitats, green industry, Far East of Russia.

Поступила в редакцію 09.02.2014 з.

УДК 582.594.2:[581.46+581.5] (477.75)

ОСОБЕННОСТИ АНТЭКОЛОГИИ ЯТРЫШНИКА ПРОВАНСКОГО (*ORCHIS PROVINCIALIS*, ORCHIDACEAE) В КРЫМУ: ФЕНОЛОГИЯ, ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, МОРФОМЕТРИЯ ЦВЕТКОВ И СОЦВЕТИЙ

Сволынский А. Д.¹, Иванов С. П.^{1,2}, Фатерыга А. В.²

¹Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, spi2006@list.ru

²Карадагский природный заповедник, Феодосия

Представлены сведения о фенологии цветения и пространственном распределении цветущих особей орхидеи *Orchis provincialis* в одном из локалитетов произрастания данного вида на южном берегу Крыма. Приводятся некоторые морфометрические показатели соцветий и цветка *Orchis provincialis*.

Ключевые слова: *Orchis provincialis*, Orchidaceae, фенология цветения, пространственное распределение, морфометрические показатели цветка, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Орхидеи широко распространены по всем континентам и обладают исключительным разнообразием форм. Семейство Orchidaceae Juss. по оценкам разных авторов насчитывает от 25 до 30 тысяч видов [1–3]. Орхидные – одна из молодых и эволюционно продвинутых групп цветковых растений. Для них характерна высокая степень специализации, сложность биоценотических связей, особенно ярко выраженная в разнообразии систем взаимоотношений с опылителями [4–6 и др.]. Изучение антэкологических особенностей орхидей не только интересно само по себе, но и важно для разработки мер охраны этих в своем большинстве редких растений. Из 45 видов крымских орхидей, занесенных в Красную книгу Украины, 19 оценены как уязвимые, а 10 – как исчезающие виды [7].

Изучение экологии орхидей Крыма проводится по целому ряду направлений, важнейшие из которых – репродуктивная биология [8–11], структура ценопопуляций [12–13] и взаимоотношения с опылителями, в частности, выявление их видового состава и эффективности опыления [14–20].

Одним из крайне слабо изученных видов крымских орхидей является ятрышник прованский – *Orchis provincialis* Balb. ex Lam. & DC. В Украине этот вид встречается только в Крыму. Произрастает в небольших и немногочисленных локалитетах западной части крымских гор; известно также одно указание для Керченского полуострова [7], которое требует проверки. Цветущее растение *O. provincialis* достигает высоты 15–35 см, соцветие – редкий колос с 5–20 светло-желтыми цветками. Произрастает в лиственных и хвойных лесах, период цветения – апрель – май [1]. Цветки *O. provincialis* безнектарны и, как предположили О. Лагутова и А. Чеботарь [21], привлекают опылителей обманным путем, имитируя соцветия вознаграждающего вида *Lathyrus aureus* (Steven) D. Brândză (Fabaceae). В качестве опылителя *O. provincialis* эти авторы, так же предположительно, приводят шмеля *Bombus hortorum* (L.).

Цель наших исследований – изучить фенологию цветения *O. provincialis*, пространственное распределение цветущих особей, плотность цветков в соцветии, оценить морфометрические показатели цветка и соцветия растений, произрастающих в одном из южнобережных локалитетов этого вида в Крыму.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Биологические и антэкологические особенности *O. provincialis* изучали в Крыму в одном из мест его произрастания на южном берегу. Изучаемый локалитет *O. provincialis* располагался на склоне горы Чакатыш, прилегающей к подножию отрогов Айпетринской яйлы непосредственно над поселком Голубой Залив. Все особи *O. provincialis* располагались на склоне южной экспозиции под сводом дубово-грабникового леса порослевого происхождения (рис. 1–7). Исследования проводили в сезоны 2013 и 2014 гг.



Рис. 1–7. Орхидея *Orchis provincialis*

1 – участок дубово-грабникового леса на склоне горы Чакатыш – местообитание орхидей; 2 – плотная группа прегенеративных особей; 3 – одиночно цветущее растение; 4 – группа цветущих растений; 5 – соцветие на стадии цветения всех цветков; 6 – цветок, вид сбоку; 7 – цветок, вид спереди.

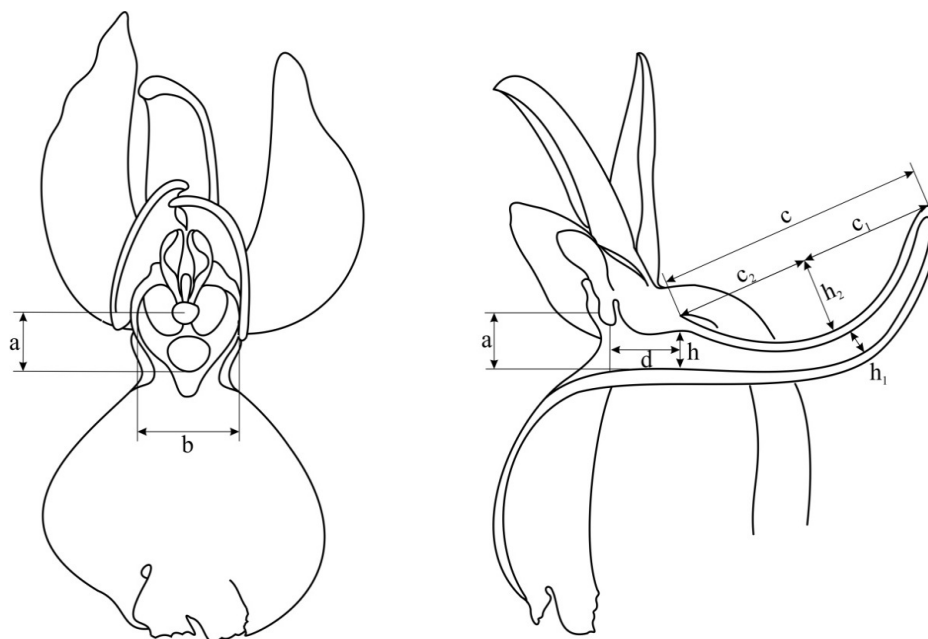


Рис. 8. Графическая модель цветка *Orchis provincialis* с указанием параметров, имеющих значение при контакте с опылителем

a – расстояние от центра прилипалец до губы (высота зева венчика); b – ширина зева венчика; d – расстояние от прилипалец до входа в шпорец; h – высота входа в шпорец; h_1 – высота канала шпорца в месте максимального изгиба; h_2 – высота дуги изгиба шпорца; c – расстояние от основания шпорца до его кончика (длина хорды); c_1 – расстояние от кончика шпорца до основания высоты дуги изгиба шпорца; c_2 – расстояние от основания высоты дуги изгиба шпорца до основания шпорца.

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

Морфометрию соцветий проводили в полевых условиях, без изъятия растений из природы. Высоту и диаметр окружности соцветий измеряли у особей с полностью распустившимися цветками. Морфометрию цветков проводили в лабораторных условиях с использованием мерной линейки бинокля МБС-10. В качестве размерных характеристик цветка были выбраны восемь показателей (рис. 8).

Каждый из этих показателей имеет непосредственное отношение к оценке степени морфологического соответствия цветка и опылителя в момент их контакта: высота (a) и ширина (b) зева венчика; расстояние от прилипалец до входа в канал шпорца (d); высота входа в шпорец (h); высота (h_1) и ширина канала шпорца в месте максимального изгиба; ширина канала шпорца у дна и длина канала шпорца. Еще три параметра (h_2 , c , c_1 и c_2) были определены и использованы для оценки формы шпорца.

Поскольку пространственное распределение цветущих орхидей интересовало нас также с позиций взаимоотношений *O. provincialis* с опылителями, был выбран следующий способ сбора данных. На участке произрастания *O. provincialis* проводили измерение расстояний между цветущими особями. Расстояния измеряли последовательно от одной цветущей особи до другой, при этом в качестве следующей особи каждый раз выбирали ближайшую цветущую особь, исключая те особи, ближайшее соседство которых уже было установлено. Результаты промеров представляли в виде гистограммы распределения расстояний между цветущими особями.

Пространственную структуру цветков в соцветии выявляли по результатам измерения высоты и диаметра соцветий, подсчета количества цветков и их плотности в соцветии. Полученные данные использовали для получения развертки модельного соцветия *O. provincialis*, параметры которого соответствовали средним значениям параметров изученных соцветий. В ходе сбора материала было исследовано 44 цветущих растения *O. provincialis* в 2013 г. и 96 – в 2014 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки динамики цветения *O. provincialis* в изученном локалитете в 2013 г. представлены на рисунке 9.

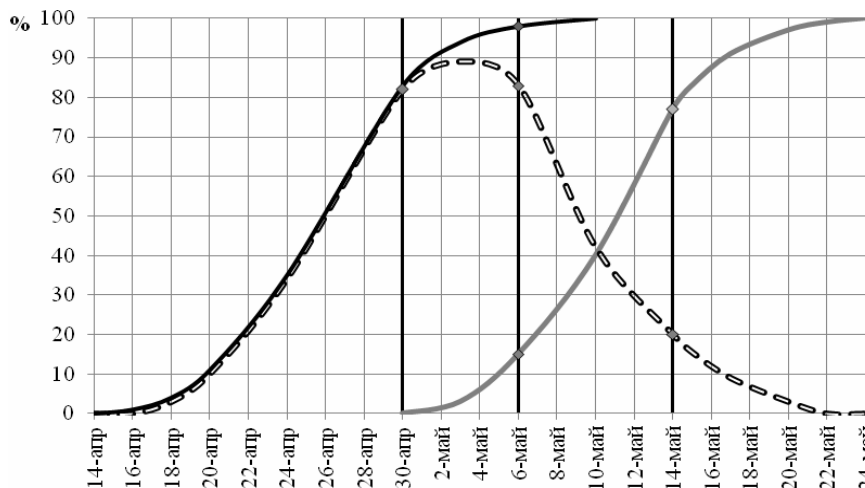


Рис. 9. Динамика цветения *Orchis provincialis*

Пунктирная линия — доля цветущих цветков от их общего количества; черная линия — кумулята накопления распустившихся цветков; серая линия — кумулята накопления отцветших цветков. Пояснения в тексте.

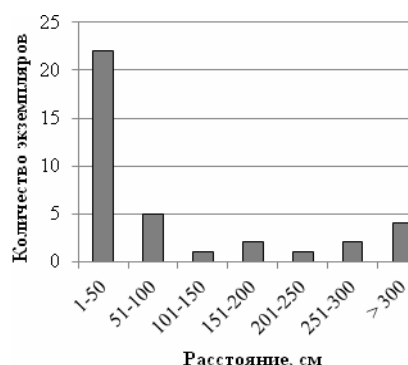
Рисунок представляет динамику изменения доли цветущих цветков и кумуляты накопления долей цветущих и отцветших цветков. Кривые построены на основе данных подсчета бутонов, распустившихся и отцветших цветков 30 апреля, 6 и 14 мая. Точки пересечения вертикальных линий с кривыми на графиках соответствуют данным подсчетов, проведенных в эти дни. Из данных рисунка следует, что начало цветения *O. provincialis* в 2013 г. пришлось на 15 апреля, а окончание — на 23 мая. Общая продолжительность цветения составила 38 дней, период максимума цветения (от дня окончания быстрого нарастания числа цветков до начала их быстрого сокращения) зарегистрирован с 30 апреля по 6 мая. Первые отцветшие цветки появились 30 апреля, а 8 мая закончилось раскрытие последних бутонов. Но в отдельных соцветиях одновременное наличие и бутонов и отцветших цветков не наблюдалось (рис. 3–5). Это объясняется большим временем цветения цветков. Продолжительность цветения отдельных цветков можно определить по рисунку 9, исходя из отдаленности кумулят друг от друга. Проекция расстояния между парами точек, расположенных на кумулятах на одном уровне, на шкалу дат свидетельствует, что продолжительность цветения цветков *O. provincialis* в период массового цветения составила 15 дней. Из этих данных следует, что при среднем темпе распускания цветков в соцветии один цветок в день, среднестатистическое соцветие с семью цветками будет находиться в состоянии полного цветения в течение 7–8 дней; с меньшим количеством цветком — большее время, а с большим — меньшее.

Сроки цветения *O. provincialis* в 2014 г. — с 7 апреля по 23 мая. Период массового цветения — с 26 апреля по 4 мая. Общее число дней цветения — 47.

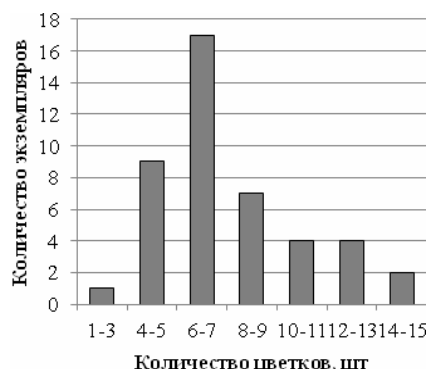
По результатам наблюдений за два года сумма положительных температур начала цветения *O. provincialis* в изученном локалитете составила 970 °С, окончания — 1860 °С.

Цветущие особи в изученном локалитете в количестве 44 цветущих особей в 2013 г. и 96 — в 2014 г. располагались на площади равной примерно 1 тыс. квадратных метров. В пределах этой территории встречались, как отдельно цветущие особи (рис. 3), так и их группы (рис. 4). В отдельных местах отмечены очень плотные скопления прегенеративных особей (рис. 2). Представление о характере пространственного распределения цветущих особей *O. provincialis*

дает рисунок 10. Более половины цветущих растений располагались друг от друга на расстоянии, не превышающем 50 см, и только около 10 % – на расстоянии, превышающем 3 м.



10



11

Рис. 10–11. Гистограммы распределения цветущих особей *Orchis provincialis* по классам в зависимости от расстояния до ближайшего соседа (10) и количества цветков в соцветии (11)

На рисунке 11 представлена гистограмма распределения соцветий *O. provincialis* по числу цветков, которая свидетельствует об асимметрии выборки – сдвиге распределения в область меньших значений. Значение коэффициента асимметрии – +0,8.

Основные морфометрические показатели цветущих растений *O. provincialis* представлены в таблице 1. Вариабельность отдельных параметров оказалась различной. Наименьшая вариабельность отмечена у показателя «общая высота растения», а наибольшая – «число цветков».

Таблица 1

Морфометрические показатели цветущих растений *Orchis provincialis*

Параметр	Показатели выборки				
	N	min–max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	σ	V, %
Общая высота растения, см	44	14,3–31,2	22,4±4,3	19,1	19
Высота цветоноса (без соцветия), см	44	9,8–24,8	16,7±3,7	13,8	22
Высота соцветия, см	44	2,9–10,4	5,7±1,5	2,5	28
Число цветков в соцветии, шт.	44	3–15	7,7±2,8	7,9	37

Наглядное представление о пространственном распределении цветков в пределах соцветия *O. provincialis* дает рисунок 12. На рисунке 12 а изображена развертка соцветия, соответствующая средним значениям основных параметров соцветий: высота соцветия, длина окружности, количество цветков и их размер (табл. 1), а также средний угол отклонения каждого следующего цветка от предыдущего (рис. 12 с). То есть, данный рисунок представляет развертку модельного (идеального) соцветия *O. provincialis*. Средняя плотность цветков в идеальном соцветии – 9,3 цв./дм.

На рисунке 12 б представлена развертка одного из реальных соцветий, которая свидетельствует, что некоторые цветки могут существенно отклоняться от равномерного распределения по сторонам света и строго вертикального расположения. Таких соцветий было немного. Как правило, растения с такими соцветиями располагались в местах с неравномерным освещением, например, у стволов деревьев. Смещение цветков в этих соцветиях, видимо, осуществляется в период роста бутонов и распускания цветков путем их поворота в сторону большей освещенности.

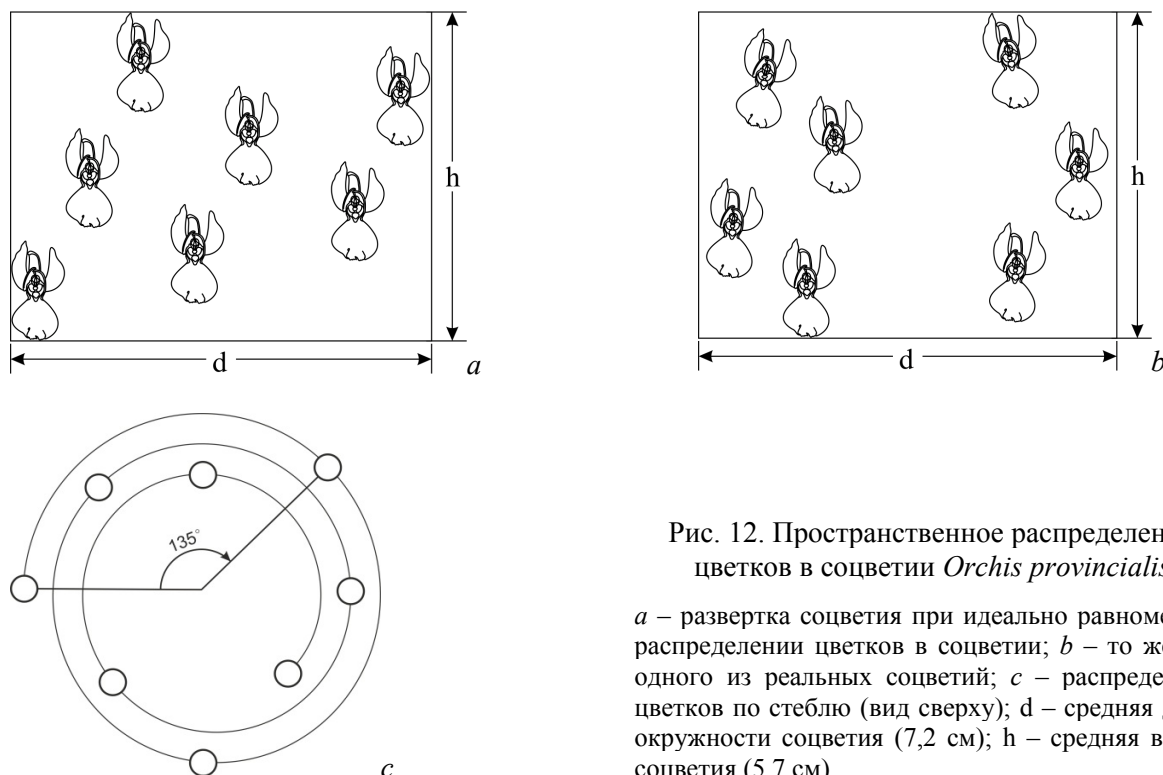
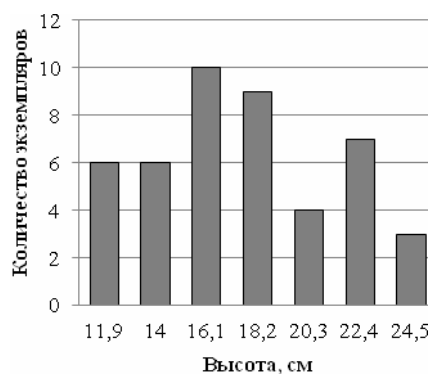


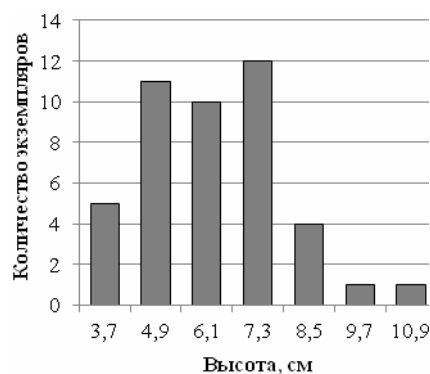
Рис. 12. Пространственное распределение цветков в соцветии *Orchis provincialis*

a – развёртка соцветия при идеально равномерном распределении цветков в соцветии; b – то же, для одного из реальных соцветий; c – распределение цветков по стеблю (вид сверху); d – средняя длина окружности соцветия (7,2 см); h – средняя высота соцветия (5,7 см).

Гистограммы распределения цветущих особей *O. provincialis* по общей высоте (рис. 13) и высоте соцветий (рис. 14) соответствуют гипотезе о нормальном распределении совокупности данных при некоторой асимметрии гистограмм равной, соответственно, +0,2 и +0,4.



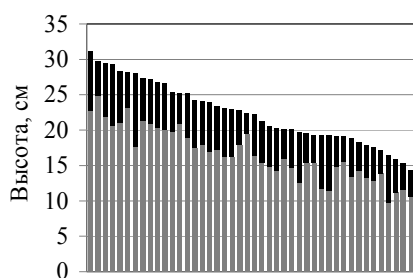
13



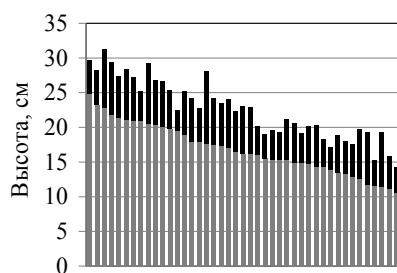
14

Рис. 13–14. Гистограммы распределения особей *Orchis provincialis* по общей высоте (13) и высоте соцветий (14)

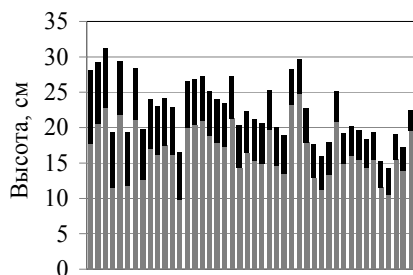
На рисунках 15–17 представлены ряды цветущих особей, ранжированных по общей высоте, высоте цветоноса (без учета соцветия) и высоте соцветия. Из данных рисунков видно, что растения с большим цветоносом могут иметь, как небольшое, так и большое соцветие, связь между высотой цветоноса и высотой соцветия незначительна ($r=0,23$). Более существенная взаимосвязь отмечена между общей высотой цветущих растений и высотой их соцветий ($r=0,56$) и наибольшая ($r=0,93$) – между общей высотой и высотой цветоноса. Эти данные свидетельствуют о том, что общая высота цветущего растения определяется, в основном, высотой цветоноса, при этом высота цветоноса практически не оказывает влияния на высоту соцветия.



15



16



17

Рис. 15–17. Ранжированные ряды особей *Orchis provincialis*

Особи ранжированы по общей высоте (15), высоте цветоноса (16) и высоте соцветия (17).

В таблице 2 представлены данные морфометрии цветка *O. provincialis*. Обращает на себя внимание относительно высокие значения коэффициента вариации величин высоты зева венчика и расстояния от прилипаец до входа в шпорец. Биологический смысл этих особенностей цветка *O. provincialis* будет рассмотрен в следующей публикации, посвященной взаимоотношениям этого вида орхидей с опылителями.

Таблица 2

Основные морфометрические показатели цветка *Orchis provincialis*

Параметр	Показатели выборки				
	<i>N</i>	min–max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	σ	<i>V</i> , %
Высота зева венчика (а), мм	60	1,1–2,2	$1,6 \pm 0,24$	0,06	16
Ширина зева венчика (b), мм	60	1,7–2,6	$2,2 \pm 0,19$	0,03	9
Длина канала шпорца, мм	60	14,0–22,0	$18,2 \pm 1,60$	2,60	8
Расстояние от прилипаец до входа в шпорец (d), мм	60	1,3–2,6	$1,8 \pm 0,30$	0,09	15

Примечание к таблице. Буквенные обозначения параметров соответствуют рисунку 8.

Таблица 3

Морфометрические показатели шпорца цветка *Orchis provincialis*

Параметр	Показатели выборки			
	<i>N</i>	min–max	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	σ
Длина хорды дуги (с), мм	16	5,2–8,0	$6,8 \pm 0,8$	0,70
Расстояние от кончика шпорца до основания высоты дуги (с ₁), мм	16	1,5–4,4	$3,0 \pm 0,8$	0,70
Высота дуги изгиба шпорца (h ₂), мм	16	2,4–3,9	$3,2 \pm 0,4$	0,20
Высота отверстия шпорца на входе (h), мм	16	1,0–1,8	$1,4 \pm 0,2$	0,05
Высота канала шпорца в месте максимального изгиба (h ₁), мм	16	0,8–1,6	$1,1 \pm 0,2$	0,04
Ширина канала шпорца в месте максимального изгиба, мм	16	0,6–1,8	$1,2 \pm 0,3$	0,10
Ширина канала шпорца у его дна, мм	16	0,8–2,5	$1,9 \pm 0,4$	0,20

Примечание к таблице. Буквенные обозначения параметров соответствуют рисунку 8.

Шпорец цветка *O. provincialis* имеет форму, представление о которой дают рисунки 6 и 8. В таблице 3 представлены данные морфометрии шпорца. Первые три из семи представленных показателей количественно характеризуют форму изгиба шпорца, остальные – размеры его внутренней полости. Эти данные дают возможность представить модель среднестатистического шпорца цветка *O. provincialis*, отражающую не только его линейные размеры, но и форму изгиба.

Между отдельными параметрами шпорца выявлены корреляционные связи. Величина коэффициента корреляции между длиной хорды дуги изгиба шпорца (c) и расстоянием от кончика шпорца до основания высоты дуги (c_1) достаточна велика ($r=0,68$). В тоже время, величина коэффициента корреляции между длиной хорды и расстоянием от основания высоты дуги до основания шпорца (c_2 , см. рис. 8) значительно меньше ($r=0,38$). Еще меньше оказался коэффициент корреляции ($r=0,24$) между длиной хорды (c) и высотой изгиба дуги (h_1). Эти данные свидетельствуют, что при увеличении размеров шпорца происходит уменьшение кривизны его конечной части, а при уменьшении – увеличение.

ВЫВОДЫ

1. Цветение *O. provincialis* в изученном локалитете в 2013 г. наблюдалось с 15 апреля по 23 мая, в 2014 г. – с 7 апреля по 23 мая. Общее число дней цветения – 38 в 2013 г. и 47 в 2014 г. Период массового цветения в 2013 г. наблюдался с 30 апреля по 6 мая, а в 2014 г. – с 26 апреля по 4 мая. Сумма положительных температур начала цветения – 970 °С, окончания – 1860 °С. Среднее время цветения одного цветка в период массового цветения – 15 дней.

2. Распределение цветущих растений *O. provincialis* по территории локального местообитания крайне неравномерно – группы особей чередуются с одиночно цветущими растениями. Более половины (60 %) растений в группах располагаются на расстоянии менее 0,5 м друг от друга, 30 % особей – на расстоянии 0,5–3 м, 10 % – более 3 м.

3. Количество цветков в соцветиях *O. provincialis* колеблется от трех до 15, при среднем значении – 7,9. Распределение соцветий по числу цветков асимметрично (+0,8) со сдвигом в сторону меньших значений. Плотность цветков в соцветии – 9,3 цветков/дм. Относительно равномерное распределение цветков в соцветии по сторонам света достигается смещением каждого следующего цветка в среднем на 135°.

4. Анализ морфометрических показателей цветущих растений показал слабую связь ($r=0,23$) между высотой цветоноса и высотой соцветия, что позволяет предположить, что высота цветоноса *O. provincialis* определяется факторами, не оказывающими заметного влияния на количество цветков в соцветии.

5. Получены данные о величине восьми морфометрических показателей цветка *O. provincialis*, имеющих антэкологическое значение. Высота зева венчика – $1,6 \pm 0,24$ мм, ширина зева венчика – $2,2 \pm 0,19$ мм, длина канала шпорца – $18,2 \pm 1,6$ мм. Шпорец цветка *O. provincialis* имеет изогнутую форму, при этом крутизна изгиба его конечной части более выражена у коротких шпорцев по сравнению с более длинными.

Список литературы

1. Dressler R. Phylogeny and Classification of the Orchid Family / R. Dressler. – Cambridge University Press, 1994. – 314 p.
2. Орхидеи нашей страны / [М. Г. Вахрамеева, Л. В. Денисова, С. В. Никитина, С. К. Самсонов]. – М.: Наука, 1991. – 224 с.
3. Delforge P. Orchids of Europe, North Africa and the Middle East / P. Delforge. – London: A&C Black Publishers Ltd., 2006. – 640 p.
4. Pijl L., van der. Orchid Flowers: Their Pollination and Evolution / L. van der Pijl, C. H. Dodson. – Coral Gables: University of Miami Press, 1966. – 214 p.
5. Фегри К. Основы экологии опыления / К. Фегри, Л. ван дер Пэйл. – М.: Мир, 1982. – 381 с.
6. Claessens J. The Flower of the European Orchid. Form and Function / J. Claessens, J. Kleynen. – Voerendaal, 2011. – 439 p.
7. Червона книга України. Рослинний світ / [ред. Я. П. Дідух]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
8. Назаров В. В. Репродуктивная биология орхидных Крыма: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / В. В. Назаров; Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова РАН. – СПб., 1995. – 26 с.

9. Лагутова О. Н. Семенное воспроизведение *Dactylorhiza romana* (Orchidaceae) в Крыму / О. Н. Лагутова, В. В. Назаров, С. В. Шевченко // Ботан. журн. – 1996. – Т. 81, № 5. – С. 59–69.
10. Вахрушева Л. П. Особенности репродуктивного усилия некоторых видов орхидей Крыма / Л. П. Вахрушева, Е. Н. Кучер // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана (тематич. сб. науч. тр.): [ред. колл. В. Г. Мишнев и др.]. – К., 1997. – С. 65–67.
11. Кучер Є. М. Аутекологічні особливості репродуктивного зусилля орхідних гірського Криму: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Є. М. Кучер; Дніпропетрівськ. нац. ун-т. – Дніпропетрівськ, 2002. – 20 с.
12. Попкова Л. Л. Состояние и сохранение популяций влаголюбивых видов орхидных Крыма / Л. Л. Попкова // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе: V Междунар. науч.-практич. конф., 22–23 октября 2009 г.: матер. – Симферополь, 2009. – С. 208–213.
13. Кобечинская В. Г. Динамика развития и цветения орхидеи кокушника комарникового (*Gymnadenia conopsea*) в Крыму / В. Г. Кобечинская, И. П. Отурина, Н. В. Сверкунова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 151–161.
14. Назаров В. В. Участие пчел рода *Chelostoma* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) в опылении мимикрирующих видов *Cephalanthera rubra* (Z.) Rich. и *Campanula taurica* Juz. в Крыму / В. В. Назаров, С. П. Иванов // Энтومол. обозр. – 1990. – Т. 69, № 3. – С. 534–537.
15. Назаров В. В. Участие пестрянок (Lepidoptera, Zygaenidae) Крыма в опылении орхидеи *Anacamptis pyramidalis* (Orchidaceae) / В. В. Назаров, К. А. Ефетов // Зоол. журн. – 1993. – Т. 72, № 10. – С. 54–67.
16. Холодов В. В. Насекомые посетители и опылители орхидеи *Orchis purpurea* Huds. (Orchidaceae) в Крыму / В. В. Холодов, В. В. Назаров, С. П. Иванов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана (тематич. сб. науч. тр.): [ред. колл. В. Г. Мишнев и др.]. – Симферополь, 2002. – Вып. 12. – С. 77–80.
17. Иванов С. П. Сравнительная оценка эффективности опыления орхидей в урочище Аян / С. П. Иванов, А. В. Фатерыга, В. В. Тягнирядно // Бюлл. Никитск. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 10–14.
18. Иванов С. П. Эффективность опыления орхидей (Orchidaceae), цветущих одиночно и группами / С. П. Иванов, А. В. Фатерыга, В. В. Тягнирядно // Бюлл. Никитск. ботан. сада. – 2009. – Вып. 98. – С. 22–26.
19. Иванов С. П. Орхидеи Крыма: состав опылителей, разнообразие систем и способов опыления и их эффективность / С. П. Иванов, В. В. Холодов, А. В. Фатерыга // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2009. – Т. 22, № 1. – С. 24–34.
20. Фатерыга А. В. Экология опыления видов рода *Epipactis* (Orchidaceae) в Крыму / А. В. Фатерыга, С. П. Иванов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – Вып. 6. – С. 136–150.
21. Lagutova O. I. Pollination ecology of *Orchis provincialis* Bald. / O. I. Lagutova, A. A. Chebotar // Embryology and Seed Reproduction: XI International Symposium, July 3–7 1990 y.: Abstracts of the reports. – St. Petersburg, 1990. – P. 306–307.

Сволинський О. Д., Иванов С. П., Фатерыга О. В. Особливості антекології зозулення прованського (*Orchis provincialis*, Orchidaceae) в Криму: фенологія, просторовий розподіл, морфометрія квіток і суцвіть // Экосистемы, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 68–76.

Представлено відомості про фенологію цвітіння та просторовий розподіл квітучих особин орхідеї *Orchis provincialis* в одному з локалітетів зростання цього виду на південному березі Криму. Приведено деякі морфометричні показники суцвіття і квітки *Orchis provincialis*.

Ключові слова: *Orchis provincialis*, Orchidaceae, фенологія цвітіння, просторовий розподіл, морфометричні показники квітки, Крим.

Svolynskiy A. D., Ivanov S. P., Fateriga A. V. Peculiarities of anthecology of the Provence Orchid (*Orchis provincialis*, Orchidaceae) in the Crimea: phenology, spatial distribution, morphological parameters of flowers and inflorescences // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 68–76.

The data on flower phenology and spatial distribution of the flowering individuals of orchid *Orchis provincialis* are provided for one of the localities of this species at the south coast of the Crimea. Some morphological parameters of the inflorescences and the flowers are given.

Key words: *Orchis provincialis*, Orchidaceae, flower phenology, spatial distribution, morphological parameters of flower, Crimea.

Поступила в редакцию 06.11.2013 г.

УДК 574.9:591.551 (262:5)

ОБРАСТАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТОВ (СКАЛ) АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ковалева М. А., Болтачева Н. А., Макаров М. В., Бондаренко Л. В.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, Севастополь, kovalmargarita@mail.ru

Представлены современные данные (2011–2012 гг.) о состоянии макрозообентоса скал в акватории Карадагского природного заповедника. Идентифицировано 76 видов макрозообентоса. На основании доминирования по биомассе выделено сообщество *Mytilaster lineatus*. Средняя численность всех видов сообщества составила 20347 ± 371 экз./м², биомасса – 3738 ± 66 г/м². Высокое доминирование *M. lineatus* и низкая выравненность видов позволили предположить, что сообщество обитает в относительно неблагоприятных условиях среды.

Ключевые слова: сообщества обрастания, биоразнообразие, *Mytilaster lineatus*, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Естественные твердые субстраты занимают значительную часть крымского побережья Черного моря. В отличие от фауны рыхлых грунтов, макрофитов, искусственных твердых субстратов макрозообентос жестких поверхностей исследован гораздо меньше. Район Карадага (юго-восточный Крым) является заповедным и достаточно удаленным от крупных промышленных центров и портов. Длина береговой линии Карадага в пределах заповедника составляет около 8 км. Большую ее часть занимают естественные твердые субстраты: скалы и камни. Основными сведения по эпифауне этих субстратов в акватории Карадага известны по работам И. В. Шаронова [9], проведенными в 1938–1940 гг., а также И. А. Синегуба [8], выполненными в 1976–78 гг. Исследованию отдельных групп посвящены работы В. Е. Заики [1], В. А. Гринцова [3], Е. В. Лисицкой, Г.-В. В. Муриной [6] и М. В. Макарова [7]. Кроме фауны скал для данного района есть работы по искусственным рифам [2] и зарослям макрофитов [5]. Наше исследование проведено с целью получения современных данных о составе и состоянии макрозообентосного сообщества скал Карадага.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для исследований собирали в период 2011–2012 гг. в летние сезоны на естественных твердых субстратах (скалах) в акватории Карадагского природного заповедника на глубине 0–9 м. Пробы макрозообентоса отбирали в следующих участках: скалы Кузьмичев камень, Иван разбойник, Маяк, Золотые ворота, Лев; бухты Сердоликовая, Пуццолановая, Барахты, Львиная. Всего взято 40 проб. Для отбора материала со скал использовали рамку, обшитую мельничным газом площадью захвата 0,04 м². Затем осуществляли промывку проб и фиксировали их 4 % формальдегидом. В камеральных условиях материал разбирали по крупным таксономическим группам (типам и классам), затем определяли до вида, подсчитывали численность (экз./м²), биомассу (г/м²) и встречаемость (%) каждого вида. В данном исследовании учтены только три основные группы макрозообентоса, наиболее легко подающиеся количественному учету – Mollusca, Arthropoda, Annelida. Представителей Bivalvia и Polyplacophora идентифицировала М. А. Ковалева, Gastropoda – М. В. Макаров, Annelida – Н. А. Болтачева, Arthropoda – Л. В. Бондаренко.

Для сравнения плотности видов на единицу площади и выравненности относительного распределения особей среди видов в сообществе строили кривые доминирования – разнообразия, где ось абсцисс – ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат – накопленный процент численности видов [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В составе обрастаний макрозообентоса обнаружено 76 видов (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав и количественные показатели (N – средняя численность, экз./м², В – средняя биомасса, г/м², Р – встречаемость, %) макрозообентоса на скалах Карадага

Вид	N*	В*	Р*
1	2	3	4
ANNELIDA			
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	6	<0,01	3
<i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)	9	0,03	23
<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)	15	0,05	30
<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	35	0,1	50
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	21	0,05	35
Hesionidae g.sp.	1	<0,01	3
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	16	0,2	28
<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	1	<0,01	3
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1905)	1	<0,01	3
Nereidae g. sp.	23	0,01	5
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	763	7,5	90
<i>Nudisyllis pulligera</i> (Krohn, 1852)	1	<0,01	3
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	4	0,8	15
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	24	0,02	43
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	102	2	75
<i>Polycirrus</i> sp.	1	<0,01	3
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883	4	0,01	15
<i>Sabellaria taurica</i> (Rathke, 1837)	1	0,01	3
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	2	<0,01	5
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> Southern, 1914	1	<0,01	5
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	13	0,03	25
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	105	0,6	75
<i>Syllis hyalina</i> Grube, 1863	10	0,02	23
<i>Syllis prolifera</i> Krohn, 1852	48	0,1	55
<i>Trypanosyllis zebra</i> (Grube, 1840)	2	0,04	5
MOLLUSCA			
<i>Acanthochitona fascicularis</i> Linnaeus, 1767	14	0,68	30
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	200	0,35	40
<i>Chrysallida indistincta</i> (Risso, 1826)	21	0,02	22,5
<i>Chrysallida obtusa</i> (T. Brown, 1827)	3	<0,01	10
<i>Cyclope donovani</i> (Risso, 1826)	10	0,66	13
<i>Gibbula adriatica</i> (Linné, 1758)	1	0,2	5
<i>Gibbula divaricata</i> (Linné, 1758)	5	0,25	5
<i>Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	5	0,2	10
<i>Mytilaster lineatus</i> Linnaeus, 1767	14575	2054	100
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	350	1577	72,5
<i>Odostomia eulimoides</i> Hanley, 1844	5,6	0,01	13
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	1	82	2,5
<i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1779)	1	<0,01	2,5
<i>Rissoa splendida</i> (Eichwald, 1830)	12	0,13	20
<i>Setia turriculata</i> (Monterosato, 1884)	1	<0,01	2,5
<i>Tricolia pullus</i> (Linné, 1758)	151	5	52,5
ARTHROPODA			
<i>Amphithoe helleri</i> G. Karaman, 1975	25	0,02	30
Acarina g. sp.	1	<0,01	3
<i>Achelia echinata</i> Hodge, 1864	1	<0,01	3
Amphipoda g. sp.	1	0,02	43
<i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826	500	0,3	90

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)	103	0,04	58
<i>Athanas nitescens</i> Leach, 1814	8	0,1	13
<i>Atylus guttatus</i> (A. Costa, 1851)	5	<0,01	3
<i>Atylus massiliensis</i> Bellan-Santini, 1975	4	<0,01	8
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	12	0,2	18
<i>Biancolina algicola</i> Della Valle, 1893	1	<0,01	3
<i>Brachynotus sexdentatus</i> Risso, 1827	1	0,02	3
<i>Caprella acanthifera ferox</i> (Czernjavski, 1868)	825	0,1	83
<i>Cumella limicola</i> G.A. Sars, 1879	2	<0,01	8
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	218	0,1	80
<i>Echinogammarus olivii</i> Milne Edwards, 1830	4	<0,01	5
<i>Erichthonius difformis</i> M.- Edwards, 1830	48	0,01	18
<i>Hyale perieri</i> (Lucas, 1846)	38	0,03	10
<i>Hyale pontica</i> (Rathke, 1837)	45	0,03	38
<i>Hyale prevostii</i> (M.-Edwards, 1830)	84	0,1	28
<i>Hyale schmidtii</i> (Heller, 1866)	288	0,2	55
<i>Hyale</i> sp.	48	0,01	33
<i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	71	0,02	28
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	28	0,003	23
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	17	0,02	20
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	135	0,03	38
<i>Microdeutopus</i> sp.	36	0,01	28
<i>Naesa bidentata</i> (Adams, 1800)	23	0,01	45
<i>Nannastacus euxinicus</i> Bacescu, 1951	1	<0,01	5
<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate and Westwood, 1868)	1	<0,01	3
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1758)	46	2	60
<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1815)	465	2	38
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	600	0,1	90
<i>Synisoma capito</i> (Rathke, 1837)	6	0,01	20
<i>Tanystylum conirostre</i> (Dohri, 1881)	91	0,03	60
Всего	20347±371	3738±66	

Наиболее полно представлена группа членистоногих – 35 видов (46 % общего количества видов), многочетинковых червей – 25 видов (32 %), моллюсков – 16 видов (22 %). Ракообразные представлены 29 видами Malacostraca, относящихся к 5 отрядам: Amphipoda, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea и Cumacea. Наиболее многочисленным является отряд амфипод, на долю которого приходится более 70 % отмеченных в исследуемом районе видов высших ракообразных. Обнаружены также представители Cirripedia, Pantopoda и Acarina.

Средняя численность всех видов составила 20347±371 экз./м², а биомасса – 3738±66 г/м². По численности преобладают моллюски (в среднем 15360 экз./м²), ракообразные и полихеты составляют 3360 и 1210 экз./м² соответственно. По биомассе также доминируют моллюски со средним показателем по полигону – 3721 г/м², членистоногие и полихеты 5,6 и 11,65 г/м² соответственно.

Группа моллюсков представлена двумя видами двустворчатых моллюсков, 2 – хитонов и 10 – гастропод. Двустворчатый моллюск *M. lineatus* имеет высокую встречаемость, доминирует по численности (14575 экз./м², 71 % общей численности) и по биомассе (2054 г/м², 55 %) на всем полигоне. Высокое количественное развитие этого вида позволяет подтвердить факт об уже указанном нами ранее [6] доминировании этого моллюска в 2009 году и утверждать, что в данный период исследований выделенное нами сообщество биотопа скал Карадага можно считать сообществом *M. lineatus*.

Популяция *M. galloprovincialis* относительно малочисленна по всему району сбора проб, средняя численность ее составила 350 экз./м² (2 % общей численности), биомасса – 1577 г/м² (42 %

общей биомассы). Известно, что в предыдущие годы мидия на скалах Карадага занимала доминирующее положение [8]. Максимальное развитие моллюска во все годы отмечали на Золотых воротах. Возможно, этому способствуют особые гидродинамические условия, в которых находится указанная скала. Учитывая тот факт, что мидия распространена на субстрате неравномерно, мы сравнили наши данные с данными прошлых лет [6], полученными при сборе материала в тех же точках: западная сторона западной арки и восточная сторона восточной арки Золотых ворот, глубины – 0 и 6 м (табл. 2).

Таблица 2

Биомасса *Mytilus galloprovincialis* (г/м²) на двух сторонах скалы Золотые ворота в разные периоды исследований в акватории Карадага

Год	1981 г.	1998 г.	2009–2011 гг.
Зап. сторона, зап. арка; глубина 0 м	67200	39180	4228
Вост. сторона, вост. арка; глубина 6 м	11928	12580	2313

Так, можно констатировать, что на обеих глубинах биомасса мидии снизилась к 2009–2011 гг. в десятки раз.

При рассмотрении структуры изученного сообщества оказалось, что к числу руководящих видов в сообществе (встречаемость более 50 %) относятся 15 видов. Помимо Mytilidae это брюхоногие моллюски *Tricolia pullus*, полихеты *Nereis zonata*, *Platynereis dumerilii*, *Syllis gracilis*, *Typosyllis prolifera* и Arthropoda *Amphithoe ramondi*, *Apherusa bispinosa*, *Caprella acanthifera ferox*, *Dexamine spinosa*, *Hyale schmidtii*, *Pilumnus hirtellus*, *Stenothoe monoculoides*, *Tanystylum conirostre*. Группу характерных (встречаемость 25–50 %) составляют 18 видов, остальные 44 вида являются редкими (встречаемость менее 25 %). В целом, доля руководящих видов в сообществе – 19 %, характерных – 23 %, редких – 58 %.

Для оценки выравненности видов в сообществе был построен график доминирования – разнообразия макрозообентоса по его численности (рис. 1).

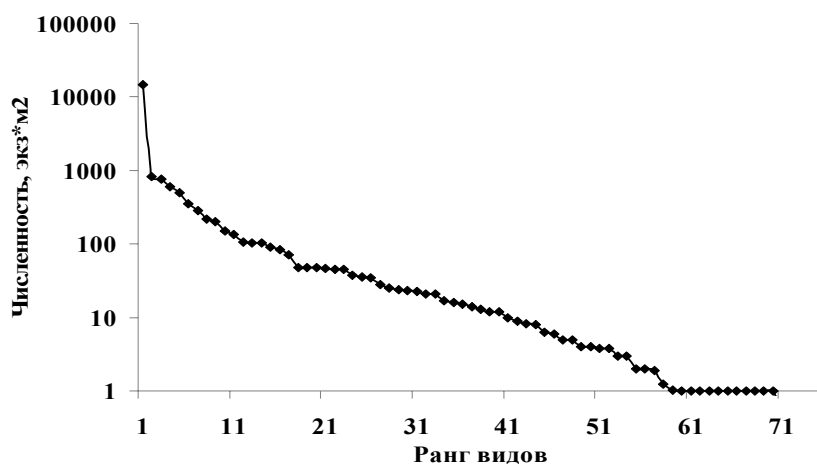


Рис. 1. Характер доминирования и разнообразия видов макрозообентоса на скалах Карадага в 2011 г.

Наиболее благополучным считается то сообщество, где много видов, в том числе видов-лидеров, и высокая выравненность (на графике это выглядит как гладкая кривая). Для сообщества скал в 2011–2012 гг. кривая доминирования – разнообразия относительно длинная, что говорит о большом количестве видов в сообществе. Однако преобладал только один вид, субдоминанты отсутствовали. Остальные виды уступали доминанту по численности, имели низкие количественные показатели, многие виды встречены в единичных экземплярах. Выравненность видов в целом низкая, а доминирование – высокое. По-видимому, это может свидетельствовать, что сообщество на скалах Карадага в 2011–2012 годах находилось в относительно неблагоприятных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе сообщества макрозообентоса скал в Карадагском заповеднике в диапазоне глубин 0–9 м идентифицировано 76 видов. Средняя численность всех видов сообщества составила 20347 ± 371 экз./м², биомасса – 3738 ± 66 г/м². В настоящее время по биомассе и численности в сообществе доминирует *Mytilaster lineatus*. По результату анализа значимости видов в структуре сообщества, можно предположить, что на данный момент это сообщество находится в относительно неблагоприятных условиях. По сравнению с 1981 и 1998 гг. биомасса мидий в 2009–2012 гг. сократилась в десятки раз.

Список литературы

1. Митилиды Черного моря / [В. Е. Заика, Н. А. Валовая, А. С. Повчун, Н. К. Ревков]. – К., Наукова Думка, 1990. – 208 с.
2. Гринцов В. А. Сообщество обрастания на искусственном рифе в п. Курортное (Карадаг) / В. А. Гринцов, Г.-В. В. Мурина, И. К. Евстигнеева, М. В. Макаров // Карадаг: гидробиологические исследования: Сб. научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАНУ – Симферополь: СОНАТ, 2004. – Кн. 2. – С. 152–165.
3. Гринцов В. А. Биоразнообразие и структура сообщества обрастания твердых субстратов Карадагского природного заповедника (Черное море) / В. А. Гринцов, Г.-В. В. Мурина, И. К. Евстигнеева // Мор. экол. журнал. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 37–47.
4. Лисицкая Е. В. Биоразнообразие Polychaeta обрастания твердых субстратов (Карадаг, Черное море) / Е. В. Лисицкая, Г.-В. В. Мурина // Биоразнообразие и устойчивое развитие: II Международная научно-практическая конференция. Симферополь, 12–16 сентября 2012 г.: тез. докл. – Симферополь, 2012. – С. 201–204.
5. Киселева Г. А. Моллюски и полихеты в зарослях водорослей Карадагского природного заповедника / Г. А. Киселева, В. Коновалов, О. Куликова, М. Атамановская // Летопись природы, Т. XXIII. 2006 год. – Симферополь: Н. Оріанда, 2008. – С. 228–229.
6. Ковалева М. А. Многолетняя динамика состояния поселений Mytilidae на скалах Карадага (Черное море) / М. А. Ковалева, Н. А. Болтачева, Н. С. Костенко // Мор. экол. журнал. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 39–44.
7. Макаров М. В. Брюхоногие моллюски (Gastropoda) в эпифитоне и перифитоне акватории Карадагского природного заповедника: современное состояние и многолетние изменения / М. В. Макаров // Біологія ХХІ століття: теорія, практика, викладання: міжнародна наукова конференція. Черкаси, Україна, 1–4 квітня 2007 р.: мат. конф. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 155–157.
8. Синегуб И. А. Макрофауна зоны верхней сублиторали скал в Черном море у Карадага. / И. А. Синегуб // Гидробиологические исследования: сб. научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. Книга 2. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 121–132.
9. Шаронов И. В. Фауна скал и каменистых россыпей в Черном море у Карадага / И. В. Шаронов // Труды Карадагской биол. ст. – 1952. – Вып. 12. – С. 68–79.
10. Whittaker R. H. Evolution and measurement of species diversity / R. H. Whittaker // Tarpon. – 1972. – Vol. 21. – P. 213–251.

Ковальова М. О., Болтачова Н. О., Макаров М. В., Бондаренко Л. В. Обрастания природных твердых субстратов (скалы) акватории Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация та охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 77–81.

Представлені сучасні дані (2011–2012 рр.) про стан макрозообентосу скель в акваторії Карадазького природного заповідника. Ідентифіковано 76 видів макрозообентосу. На підставі домінування по біомасі виділено угруповання *Mytilaster lineatus*. Середня чисельність всіх видів угруповання склала 20347 ± 371 екз./м², біомаса – 3738 ± 66 г/м². Висока ступінь домінування *Mytilaster lineatus* і низька вирівняність видів дозволили припустити, що співтовариство мешкає у відносно несприятливих умовах середовища.

Ключові слова: угруповання обрастання, біорізноманіття, *Mytilaster lineatus*, Чорне море.

Kovalova M. A., Boltacheva N. A., Makarov M. V., Bondarenko L. V. The fouling community on the natural hard substrata of Karadag Nature Reserve (the Black Sea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 77–81.

The modern data (2011–2012 years) about state of macrozoobenthos rocks in aquatorium of the Karadag nature reserve were presented. The 76 species of macrozoobenthos were identified. Abundance of all species in this community in average was 20347 ± 371 ind./m², biomass – 3738 ± 66 g/m². High dominance of *Mytilaster lineatus* and low uniformity of species to suppose this community dwells in relatively unfavorable environmental conditions.

Key words: fouling community, biodiversity, *Mytilaster lineatus*, the Black sea.

Поступила в редакцию 02.02.2014 г.

УДК 574.23

ВОДОРΟΣЛИ И БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ГАЛИТОВЫХ ОЗЕР БОРЗИНСКОЙ ГРУППЫ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ) В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД НАПОЛНЕНИЯ

Афонина Е. Ю., Таилюкова Н. А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук, Чита, Россия, kataraf@mail.ru*

Представлены результаты первичных гидробиологических исследований мелководных галитовых озер Борзинской группы (Забайкальский край, Россия) в начальный период их наполнения. Циклические колебания климатических условий (низкая увлажненность, высокая испаряемость), повышенная степень солености вод обусловили ограниченный состав гидробионтов, относящихся к эвригалинным и стеногалинным видам, а также низкие значения их количественных показателей и упрощенную структуру сообществ.

Ключевые слова: галитовые озера, водоросли, беспозвоночные планктона.

ВВЕДЕНИЕ

Минеральные водоемы, сочетающие повышенный природный уровень солености вплоть до насыщения и экстремально высокие значения активного водородного показателя, являются объектами интенсивных исследований [6, 23, 27, 33, 42, 44–48, 52, 53 и др.]. Организмы, обитающие в соленых озерах, обладают исключительными адаптационными особенностями, позволяющими развиваться и достигать значительного обилия в экстремальных условиях среды [19, 32, 35, 41, 49, 50 и др.].

Забайкальский край, территориально расположенный на юге Восточной Сибири в поясе умеренных широт и относящийся к семиаридным районам, богат минеральными водоемами. Их изучению, как в геохимическом, гидрологическом, так и в микробиологическом и гидробиологическом аспектах, посвящен ряд работ [1, 3, 4, 9–11, 14–16, 20, 21, 26, 34, 36, 37, 39 и др.].

Среди минеральных озер Юго-Восточной части Забайкалья выделяются озера ареального распространения со слабо расчлененным рельефом, к которым относится самая крупная Онон-Борзинская система (около 300 водоемов). Она охватывает обширную территорию от низовьев р. Ингода до государственной границы на юге и далее продолжается на территории Китая и Монголии [13]. Галитовые озера Борзинской группы, по своим характеристикам относятся к экстремальным системам из-за высокой минерализации (от 10 до 360 г/л), щелочности (от 1,5 до 450 г/л) и рН (от 9 до 11) [2]. Их гидрологический режим определяется распреснением и заполнением после сильных дождей или талыми водами в весеннее время, а затем испарением в теплое время года вплоть до полного пересыхания. Большинство этих озер существует только во влажные климатические фазы. Это обуславливает практически невозможное существование истинно водных организмов в периоды с минимальной увлажненностью территории. Сведения о начальном периоде восстановления функционирования экосистем Борзинских озер как водных объектов отсутствуют. Поэтому целью нашей работы являлось изучение гидробиологических параметров некоторых групп гидробионтов мелководных галитовых озер Борзинской группы в начальный период их наполнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение галитовых озер Борзинской группы проводилось в октябре 2012 г., что обусловлено с началом наполнения водоемов, вызванного выпадением обильных атмосферных осадков в августе, сентябре 2012 г. В задачу исследований входило обследование 9 озер, однако, отбор проб был возможным только на 4 озерах (Борзинское, Ганга-Нур, Барун-Шывыртуй, Дурбачи). Образцы отбирались в прибрежной части водоемов (рис. 1, табл. 1).

Сбор и обработка материалов осуществлялись с использованием стандартных гидробиологических методик [5, 18, 24, 25, 31]. Таксономический список водорослей приведен по [43] с использованием определителей [8, 30, 38], беспозвоночных – по [22, 29].

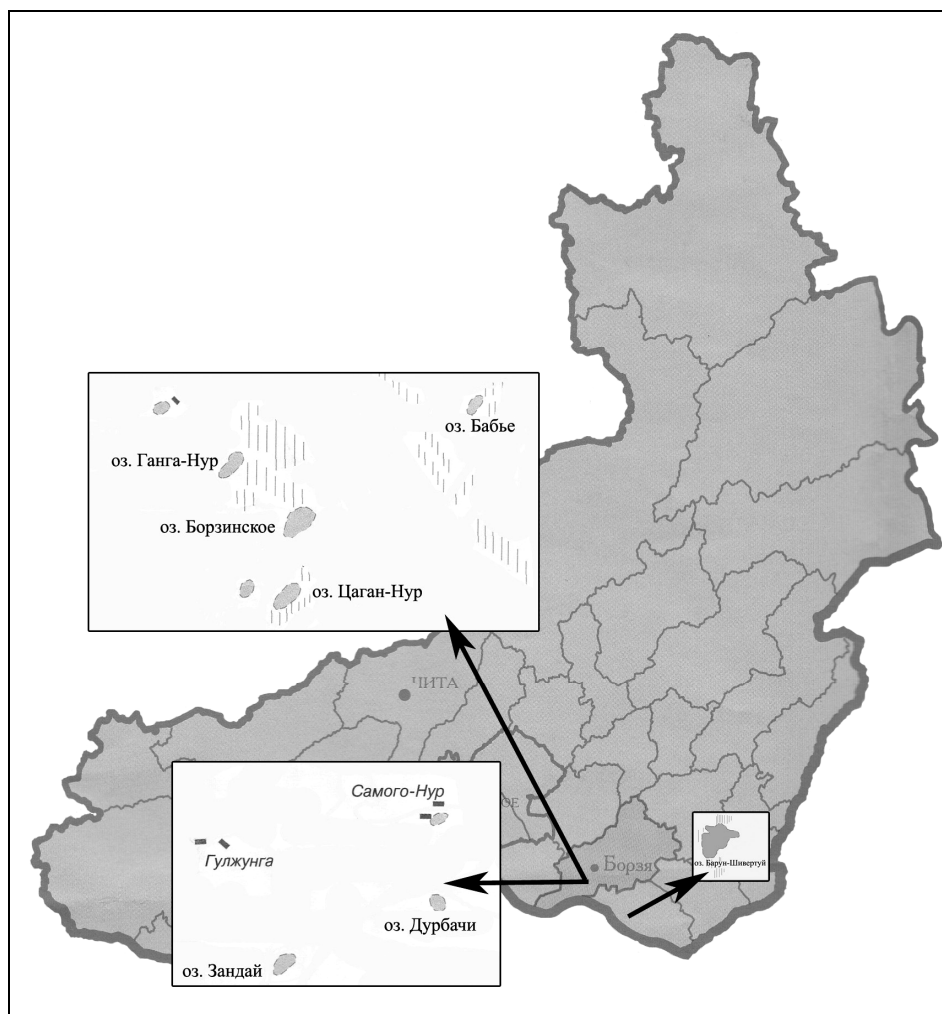


Рис. 1. Карта-схема расположения галитовых озер Борзинской группы (Забайкальский край)

Некоторые гидрологические характеристики и минерализация Борзинских озер

Таблица 1

Параметры	Озера			
	Борзинское	Барун-Шывыртуй	Ганга-Нур	Дурбачи
Площадь, га	120	40	50	50
Глубина, м	0,1	0,1	0,1	0,2
Температура, °С	10,3	4,3	9,8	9,4
Прозрачность, м	0,1	0,1	0	0,2
рН	9,11	8,53	9,22	9,39
Минерализация, г/л	346,74	93,33	44,15	33,15

Примечание к таблице. Данные взяты из [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В видовом составе микроводорослей обнаружено 7 видов, разновидностей и форм, относящихся к 2 отделам – Cyanobacteria и Ochrophyta. Наиболее разнообразно представлен отдел Ochrophyta, класс Bacillariophyta, в состав которого входило 4 формы водорослей. Представители Cyanobacteria включали один род *Oscillatoria* Vausher ex Gomont, насчитывающий в своем составе трех представителей. Наибольшее количество таксонов обнаружено в оз. Барун-Шывыртуй. В

остальных водоемах отмечались единичные экземпляры диатомовых водорослей. Видовая идентификация водорослей была невозможна из-за плохого качества собранного материала (табл. 2).

Количественное развитие водорослей было низким. Наибольшие значения численности и биомассы отмечались в оз. Барун-Шывыртуй, где на долю цианобактерий приходилось немногим более 90 % от общей численности и 52 % от общей биомассы. Общая численность водорослей в озере составила 214,42 тыс. кл/л, биомасса – 640 мг/м³. В озерах Борзинское, Дурбачи, Ганга-Нур численность водорослей изменялась от 0,21 до 10 тыс. кл/л, биомасса 0,53 до 70 мг/м³. Наименьшие значения количественных показателей были характерны для оз. Борзинское.

Видовой список беспозвоночных планктона содержал 4 вида галобионтных представителей, по одному из крупных таксономических единиц: Rotifera, Branchiopoda, Anostraca, Maxillopoda (см. табл. 2). В пробах жаброногий рачок отмечался в инцистированном и полуразрушенном состоянии или в виде отдельных фрагментов тела.

Численность коловраток и низших ракообразных колебалась от 0,50 тыс. экз./м³ (оз. Борзинское) до 54,97 тыс. экз./м³ (оз. Ганга-Нур), биомасса – от 69,70 (оз. Борзинское) до 5897,20 мг/м³ (оз. Дурбачи). Во всех озерах превалировал веслоногий рачок.

Мелководные галитовые озера Борзинской группы в начальную фазу заполнения характеризовались как щелочные. Общая минерализация колебалась от сильносоленых до рассольных вод [12]. Одной из основных причин повышенной минерализации водоемов являются циклические колебания климатических условий, вызывающие периодическое наполнение и высыхание озер. Повышение температуры воздуха приводит к росту испарения с водной поверхности, а на фоне относительно малого количества атмосферных осадков – к резкому снижению общей увлажненности территории [28]. Как и в других озерах подобного типа [45, 48, 52–55 и др.] фотоавтотрофы были представлены в основном диатомовыми, синезелеными и зелеными водорослями. Количество видов, возможно, определялось также и степенью заполнения озер. Так, альгофлора оз. Барун-Шывыртуй была представлена наибольшим видовым составом, по сравнению с другими водоемами. Мелководность и высокая степень минерализации озер Борзинской системы обусловили обитание преимущественно доннопланктонных организмов, которые могут развиваться как в биоценозах бентоса, так и в биоценозах планктона. По всей вероятности, разнообразие водорослей при дальнейшем наполнении озер и понижении их минерализации возрастет, что отмечено и для других соленых водоемах [40, 51 и др.].

Таблица 2

Видовой состав водорослей и беспозвоночных Борзинских озер

Таксоны	Озера			
	Борзинское	Дурбачи	Ганга-Нур	Барун-Шывыртуй
Водоросли				
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	+
<i>Oscillatoria</i> sp. ¹	-	-	-	+
<i>Oscillatoria</i> sp. ²	-	-	-	+
<i>Cyclotella</i> sp.	+	+	-	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent 1824	-	-	+	+
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	+
<i>Navicula</i> sp. ¹	-	-	-	+
Беспозвоночные				
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	-	-	+	-
<i>Moina mongolica</i> Daday, 1901	-	-	+	-
<i>Artemia salina</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+
<i>Metadiaptomus asiaticus</i> (Uljanin, 1875)	+	+	+	+

Примечание к таблице. «+» – вид присутствует, «-» – вид отсутствует.

Зоопланктон на начальном этапе наполнения исследованных озер состоял из галобионтных видов. При низкой численности организмов отмечались высокие биомассы, связанные с доминированием *Metadiaptomus asiaticus*, поскольку соленостный оптимум (галопреферендум) этого крупноразмерного рачка тяготеет к более осолоненным водам [7]. Ограниченный состав беспозвоночных планктона при их высоких значениях биомассы отмечались и в других соленых водоемах Забайкальского края с минерализацией 9–10 г/л [3, 17, 20, 34] Жаброногий рачок *Artemia* sp. встречался в инцистированном состоянии, что свидетельствует о неблагоприятных для его развития условиях.

Общей тенденцией озер с повышающимся уровнем минерализации является снижение видового разнообразия, суммарной численности и биомассы гидробионтов при возможном массовом развитии отдельных видов. В озерах Борзинской системы качественное разнообразие растительных и животных организмов в начальном периоде их наполнения характеризовалось ограниченным количеством видов. Всего в период изучения было обнаружено 7 таксонов водорослей и 4 вида беспозвоночных планктона. Отмеченные организмы являются либо типичными обитателями соленых вод, которые совершенно не встречаются в пресных водоемах, либо относятся к пресноводным видам, которые лишь временно адаптировались к условиям соленых водоемов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что в период начального наполнения воды мелководность и высокая степень минерализации озер Борзинской системы обусловили обитание здесь крайне ограниченного состава гидробионтов, относящихся к эвригалинным и стеногалинным видам, а также низкие значения их количественных показателей и упрощенную структуру сообществ. Наиболее неблагоприятные условия для обитания водорослей и беспозвоночных отмечены в озере с самой высокой минерализацией.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН: с.н.с. Е. П. Горлачевой, с.н.с. А. В. Афонину, с.н.с., к.б.н. Г. Ц. Цыбекмитовой. Работа выполнена в рамках программы VII.79.1 Сибирского отделения Российской академии наук.

Список литературы

1. Абидуева Е. Ю. Функционирование микробных сообществ в содово-соленых озерах Онон-Керуленской группы (Забайкалье и Северо-Восточная Монголия) / Е. Ю. Абидуева, А. С. Сыренжапова, Б. Б. Намсараев // Сибирский экологический журнал. – 2006. – № 6. – С. 707–716.
2. Абидуева Е. Ю. Сезонные изменения физико-химических условий среды соленого озера Дабасу-Нур (Юго-Восточное Забайкалье) / Е. Ю. Абидуева, Л. П. Козырева, А. С. Сыренжапова и др. // География и природные ресурсы. – 2008. – № 2. – С. 177–179.
3. Афонина Е. Ю. Планктонная фауна некоторых солоноватых озер Забайкалья / Е. Ю. Афонина // Экосистемы Монголии и приграничных регионов сопредельных стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы: Междунар. конф. 5–9 сентября 2005 г.: сб. трудов. – Улан-Батор: Изд-во «Бемби Сан», 2005. – С. 240–242.
4. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Том II: Водоемы и водотоки юга восточной Сибири и Северной Монголии, кн. 1 / [отв. ред. О. А. Тимошкин]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – С. 475–490.
5. Балущкина Е. В. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных / Е. В. Балущкина, Г. Г. Винберг // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – С. 169–172.
6. Балущкина Е. В. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма / Е. В. Балущкина, С. М. Голубков, М. С. Голубков // Журнал общей биологии. – 2009. – Т. 70, № 6. – С. 504–514.
7. Боруцкий Е. В. Определитель Calanoida пресных вод СССР. / Е. В. Боруцкий, Л. А. Степанова, М. С. Кос. – СПб.: Наука, ЛО, 1991. – 504 с.
8. Генкал С. И. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна / С. И. Генкал, И. С. Трифонова. – Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом печати», 2009. – 72 с.
9. Горлачева Е. П. Особенности питания и роста сиговых Coregonidae в солоноватых водоемах Читинской области / Е. П. Горлачева // Вестник БГУ. – 2007. – Вып. 3. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ. – С. 207–212.

10. Горлачева Е. П. Ихтиофауна солоноватых озер Читинской области и их рыбохозяйственное использование / Е. П. Горлачева, А. В. Афонин // *Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: III Междунар. конф., 19–25 сентября 2005 г.: матер.* – Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2005. – С. 172–174.
11. Горлачева Е. П. Ихтиофауна Торейских озер / Е. П. Горлачева, А. В. Афонин // *Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: III Междунар. науч. конф., 17–22 сентября 2007 г., матер.* – Минск: Изд-во БГУ, 2007. – С. 278–279.
12. Горлачева Е. П. Экспедиция по изучению современного состояния Борзинских озер / Е. П. Горлачева, Г. Ц. Цыбекмитова // *Записки Забайкальского отделения Русского географического общества.* – Вып. 131. – Чита: Изд-во ЗО РГО, 2012. – С. 159–167.
13. Дзюба А. А. Формирование и распространение минеральных озер в Прибайкалье и Забайкалье / А. А. Дзюба, Н. В. Кулагина // *Водные ресурсы.* – 2005. – Т. 32, № 1. – С. 13–17.
14. Замана Л. В. Гидрохимический режим соленых озер юго-восточного Забайкалья / Л. В. Замана, С. В. Борзенко // *География и природные ресурсы.* – 2010. – № 4. – С. 100–107.
15. Замана Л. В. Гидрохимия соленых озер Ононской группы (Восточное Забайкалье) на начало XXI века / Л. В. Замана, С. В. Борзенко // *Материалы XIII науч. совещ. географов Сибири и Дальнего Востока: 26–30 ноября 2007 г., матер.* – Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2007. – С. 53–55.
16. Замана Л. В. Формирование и трансформация химического состава вод минеральных озер (на примере Забайкалья) / Л. В. Замана // *Доклады АН.* – 2009. – Т. 428, № 3. – С. 382–385.
17. Итигилова М. Ц. Вертикальное распределение зоопланктона содового озера / М. Ц. Итигилова // *X съезд Гидробиологического общества: 28 сентября – 02 октября 2009 г.: тез. докл.* – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 174.
18. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов / И. А. Киселев – Л.: Наука, 1969. – 658 с.
19. Кошелев А. В. Зоопланктон эфемерных солоноватых водоемов северо-западного Причерноморья / А. В. Кошелев // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр.* – Севастополь: НАН Украины, МГИ, ОФ ИнБИОМ, 2003. – Вып. 9. – С. 284–289.
20. Кривенкова И. Ф. Зоопланктон озера Ножий / И. Ф. Кривенкова // *Естественные и технические науки.* – Изд-во: «Спутник+», 2009. – С. 123–124.
21. Кулырова А. В. Влияние условий среды обитания на распространение и активность микроорганизмов содовых озер Южного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. В. Кулырова – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 1999. – 22 с.
22. Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) / Л. А. Кутикова. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
23. Леонова Г. А. Эколого-геохимическая оценка соляных озер Алтайского края / Г. А. Леонова, А. А. Богущ, В. А. Бобров и др. // *География и природные ресурсы.* – 2007. – № 1. – С. 51–59.
24. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 28 с.
25. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. – Л., 1984. – 61 с.
26. Намсараев Б. Б. Солоноватые и соленые озера Забайкалья: гидрохимия, биология. / Б. Б. Намсараев – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2009. – 332 с.
27. Немцева Н. В. Планктонные сообщества уникальных гипергалинных и мезогалинных озер Оренбуржья / Н. В. Немцева, А. О. Плотников, Т. Н. Яценко-Степанова и др. // *Вестник ОГУ.* – 2005. – № 5. – С. 35–40.
28. Обязов В. А. Изменение температуры воздуха и увлажненности территории Забайкалья и приграничных районов Китая / В. А. Обязов // *Природоохранное сотрудничество Читинской области (РФ) и Автономного района Внутренняя Монголия (Китай) в трансграничных экологических районах: Междунар. науч.-практ. конф., 29–31 октября 2007 г.: матер.* – Чита: ЗабГГПУ, 2007. – С. 247–250.
29. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2: Ракообразные / [отв. ред. С. Я. Цалолихин]. – СПб.: Наука СПб отд-ние, 1995. – С. 34–128.
30. Поповская Г. И. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал / Г. И. Поповская, С. И. Генкал, Е. В. Лихошвай. – Новосибирск: Наука, 2011. – 192 с.
31. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А. П. Садчиков. – М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
32. Сафьянов Г. А. Береговая зона океана в XX веке / Г. А. Сафьянов. – М.: Мысль, 1978. – 263 с.
33. Селиванова Е. А. Экологическо-трофическая характеристика микробиоценоза гипергалинного водоема на примере Соль-Илецкого озера Развал (Оренбургская область) / Е. А. Селиванова, Н. В. Немцева // *Проблемы региональной экологии.* – 2011. – № 5. – С. 79–86.
34. Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность / [Л. И. Локоть, М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачева и др.]. – Новосибирск: «Наука», 1991. – 216 с.
35. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Закономерности состава и размещения аридных отложений / Н. М. Страхов. – М.: АН СССР, 1962. – 550 с.
36. Ташлыкова Н. А. Некоторые материалы по летнему фитопланктону Онон-Торейских озер / Н. А. Ташлыкова // *Изменение климата центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия: Междунар. симпозиум в рамках междунар. науч.-практ. конф. «Приграничное сотрудничество: Россия, Китай, Монголия», 22–24 октября 2008 г.: матер.* – Чита: Экспресс-издательство, 2008. – С. 131–134.

37. Ташлыкова Н. А. К изучению летнего планктона Торейских озер / Н. А. Ташлыкова, Е. Ю. Афонина, М. Ц. Итигилова // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия: Междунар. науч.-практ. конф., 21–23 октября 2009 г., матер. Чита: Экспресс-издательство, 2010. – С. 280–285.
38. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко – Киев: Наукова Думка, 1990. – 208 с.
39. Цыренова Д. Д. Видовой состав и экофизиология цианобактерий солоноватых и соленых озер Южного Забайкалья: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Д. Д. Цыренова. – Улан-Удэ, 2009. – 20 с.
40. Comin F. A. M. Spanish salt lakes: Their chemistry and biota / F. A. Comin, M. Alonso // *Hydrobiologia*. – 1988. – Vol. 158. – P. 237–245.
41. Doyle W.S. Changes in lake levels, salinity and the biological community of Great Salt Lake (Utah, USA), 1847–1987 / W. S. Doyle // *Hydrobiologia*. – 1990. – Vol. 197. – P. 139–146.
42. Grozdana P. On the chemistry of some salt lakes and ponds in Yugoslavia / P. Grozdana // *Hydrobiologia*. – 1981. – Vol. 81–82. – P. 195–200.
43. Guiry M. D. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway / M. D. Guiry, G. M. Guiry. – 2012. Режим доступа: <http://www.algaebase.org>.
44. Hammer U. T. Primary production in saline lakes / U. T. Hammer // *Hydrobiologia*. – 1981. – Vol. 81. – P. 47–57.
45. Hypersaline Ecosystems. The Gavish Sabkha / Ed. G. M. Friedman, W. E. Krumbein. – Berlin: Springer, 1985. – 484 p.
46. Naumenko Yu. V. Biota of Lake Cheder (Tuva, Russia) / Yu. V. Naumenko, V. V. Zaika // *Hydrobiologia*. – 2002. – Vol. 468. – P. 261–263.
47. Northcote T. G. Salinity regulation of zooplanktonic abundance and vertical distribution in two saline meromictic lakes in south central British Columbia / T. G. Northcote, K. J. Hall // *Hydrobiologia*. – 2010. – Vol. 638. – P. 121–136.
48. Sun D. Soda lakes and origin of their trona deposits on the Nei Mongol plateau of China / Sun D. // *Chin. J. Ocean., Limnol.* – 1987. – Vol. 5, N 4. – P. 351–362.
49. Ventosa A. Microbial life in the Dead Sea / A. Ventosa, D. R. Arahal // *Enigmatic microorganisms and life in extreme environments*. – Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 1999. – P. 357–368.
50. Williams W. D. Chinese and Mongolian saline lakes: a limnological overview / W. D. Williams // *Hydrobiologia*. – 1991. – Vol. 210. – P. 39–66.
51. Williams W.D. Inland salt lakes: an introduction / W. D. Williams // *Hydrobiologia*. – 1981. – Vol. 81. – P. 1–14.
52. Wood R. B. Chemical and algal relationships in a salinity series of Ethiopian inland waters / R. B. Wood, J. F. Tailing // *Hydrobiologia*. – 1988. – Vol. 158. – P. 29–67.
53. Zheng X. Salt lakes and their origins in Xinjians, China / X. Zheng // *Chin. J. Ocean., Limnol.* – 1987. – Vol. 5, N 2. – P. 172–185.
54. Zhao W. Biological and ecological features of inland saline waters in North Hebei, China / W. Zhao, Z. H. He // *International Journal of Salt Lake Research*. – 1999. – N 8. – P. 267–285.
55. Zhao W. Biological and ecological features of saline lakes in northern Tibet, China / W. Zhao, M. P. Zheng, X. Z. Xu etc. // *Hydrobiologia*. – 2005. – Vol. 541. – P. 189–203.

Афонина Е. Ю., Ташлыкова Н. А. Водоросли та безхребетні галітових озер Борзінський групи (Забайкальський край) в початковий період наповнення // *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 82–87.

Представлено результати первинних гідробіологічних досліджень мілководних галітових озер Борзінський групи (Забайкальський край, Росія) в початковий період їх наповнення. Циклічні коливання кліматичних умов (низька зволоженість, висока випаровуваність), підвищена ступінь солоності вод обумовлювали обмежений склад гідробіонтів, що відносяться до еврігалінні і стеногалінні видам, а також низькі значення їх кількісних показників і спрощену структуру угруповань.

Ключові слова: галітові озера, водорослі, безхребетні планктону.

Afonina E. Yu., Tashlikova N. A. Algae and invertebrates of halite lakes of Borzya group (Zabaikalsky Krai, Russia) at the initial filling period // *Optimization and Protection of Ecosystems*. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 82–87.

This article presents primary hydrobiological studies of shallow halite lakes of Borzya group (Zabaikalsky Krai, Russia) at the initial filling phase. Cyclical variations of climatic conditions and high salinity determined that the composition of aquatic organisms are specific, mostly are stenohaline and euryhaline species, the quantities are low, and the community structures are simple.

Key words: halite lakes, algae, planktonic invertebrates.

Поступила в редакцію 30.01.2014 г.

УДК 582.929.4:581.41

ЭПИДЕРМАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ И АНАТОМИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *MELISSA OFFICINALIS* В СВЯЗИ С ЭФИРОМАСЛИЧНОСТЬЮ

Бирюлева Э. Г., Петришина Н. Н.

Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, emma8@mail.ru,
nata_kharaim@ukr.net

Изучены анатомо-морфологические особенности вегетативных органов *Melissa officinalis* L. в связи с ее эфиромасличностью. Выявлено наличие эпидермальных структур: кроющие трихомы и три типа железистых структур. Установлена их топография по органам и определено количественное распределение.

Ключевые слова: *Melissa officinalis*, эфироны, железистые структуры, кроющие трихомы.

ВВЕДЕНИЕ

Растения семейства Губоцветные (Lamiaceae) характеризуются высоким содержанием эфирных масел [3; 8; 9; 13]. В настоящий момент их ассортимент не удовлетворяет потребностям эфиромасличной и парфюмерно-косметической промышленности [5; 7; 10; 12; 14]. В связи с этим всестороннее изучение представителей семейства является весьма актуальным.

По данным А. В. Ены [4] семейство Губоцветные на территории Крыма насчитывает 26 родов и 102 дикорастущих вида, из которых 4 – являются эндемиками. *Melissa officinalis* Linnaeus, 1753 – вид интродуцент, один из перспективных эфиронсов, сырье которого применяют в медицине, парфюмерии и кулинарии [9]. Столь обширное его использование обусловлено, прежде всего, наличием секреторных структур. Поэтому анатомо-морфологические особенности в связи с эфиромасличностью – важный аспект в изучении всех эфиромасличных и лекарственных растений.

Целью нашей работы являлось исследование анатомо-морфологических структур вегетативных органов *Melissa officinalis* как эфиронса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование анатомо-морфологических структур вегетативных органов *Melissa officinalis* проводилось на материале, полученном с пятнадцати растений. Материал собирали с растений в период их цветения в 2013–2014 гг. Анатомические препараты готовили по общепринятой методике с контрастированием срезов флороглюцином и концентрированной соляной кислотой в количестве 20 штук с каждого растения [11]. Локализацию эфирного масла определяли с использованием реактива Шифа [1]. Обработку данных проводили стандартными методами математической статистики [6]. Фотографирование препаратов осуществляли с помощью микроскопа BRESSER Biolux LCD40-1600х.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Melissa officinalis – это поликарпическая трава, которая характеризуется симподиальным типом нарастания побегов, а также мезотонным ветвлением с наиболее сильными боковыми ветвями в средней части материнского побега. Высота и количество побегов у растений в условиях Предгорного Крыма составили 28–42 см и 31–48 штук соответственно.

Стебель в поперечном сечении четырехгранный, покрыт эпидермой, состоящей из довольно крупных клеток. Снаружи имеется слой кутикулы. Под эпидермой располагается первичная кора, образованная колленхимой и хлоренхимой. В зоне между ребрами 2–4 слоя пластинчатой, а по ребрам – до 10 слоев уголкового колленхимы. В некоторых межреберьях колленхима замещена хлоренхимой. Хорошо дифференцированная эндодерма образована крупными паренхимными клетками. Под первичной корой расположен центральный цилиндр. Проводящая система представлена флоэмой и ксилемой. На периферии флоэмы под зоной ребер локализованы

толстостенные одревесневающие склереиды с простыми порами. Сосуды ксилемы расположены правильными рядами и имеют широкие просветы. Сердцевина с хорошо выраженной перимедулярной зоной представлена паренхимными клетками. В различных частях стебля общий план анатомического строения сохраняется, но ближе к апикальной его части в междугребнях более выражены участки хлоренхимы, а колленхима по ребрам представлена всего 1–2 слоями, более четко выражена эндодерма. Базальная часть стебля характеризуется меньшим количеством и размерами кроющих волосков по сравнению с его апикальной частью (рис. 1).

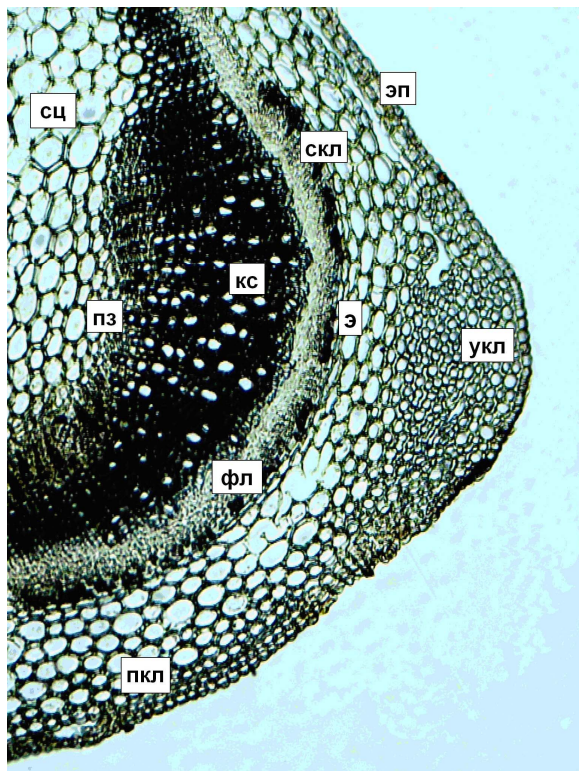


Рис. 1. Поперечный срез стебля мелиссы лекарственной (фото автора)

Обозначения: эп – эпидерма, укл – уголковая колленхима, пкл – пластинчатая колленхима, э – эндодерма, кс – ксилема, фл – флоэма, скл – склереиды, сц – сердцевина, пз – перимедулярная зона.

Лист покрыт одним слоем эпидермальных клеток, наиболее крупные из них – в основании кроющих трихом. Верхняя эпидерма образована клетками неодинакового размера, длина которых варьирует от 1,25 до 9,38 мкм, а высота – от 1,38 до 15,5 мкм. Стенки их равномерно утолщены с тонкой кутикулой. Нижняя эпидерма состоит из мелких тонкостенных паренхимных клеток, длина и ширина которых составляет в среднем $3,75 \pm 0,88$ мкм и $2,73 \pm 0,99$ мкм соответственно. Листовая пластинка гипостоматическая. Тип устьичного комплекса диацитный. Устьица расположены вровень с поверхностью, на 1 мм² их $331,10 \pm 19,23$ штук. Лист тонкий бифациальный, четко дифференцирован на палисаду и рыхлую ткань. Толщина листа $18,54 \pm 2,68$ мкм. Палисада состоит из одного ряда клеток цилиндрической или конической формы, имеются межклетники. Рыхлая ткань образована мелкими паренхимными клетками, располагающимися в 4–5 рядов с небольшими межклетниками (рис. 2, а). Главная жилка – закрытый коллатеральный пучок. Ксилема с одревесневающими сосудами, располагающимися правильными радиальными рядами. Над пучком находятся довольно крупные паренхимные клетки, под пучком ближе к эпидерме – 2–3 слоя уголковой колленхимы (рис. 2, б).

Корень снаружи покрыт ризодермой аналогичной эпидерме, которая в некоторых участках начинает замещаться перидермой. Под покровной тканью 4–6 слоев первичной коры, образованной крупными клетками, вытянутыми в тангентальном направлении. Эндодерма слабо дифференцирована. За первичной корой центральный цилиндр, ограниченный перициклом, представлен мелкими неделящимися клетками. В центре корня первичная диархная ксилема, затем вторичные элементы: трахеи, либриформ и паренхима, образующая узкие радиальные лучи. Флоэма кольцом окружает ксилему (рис. 3, а).

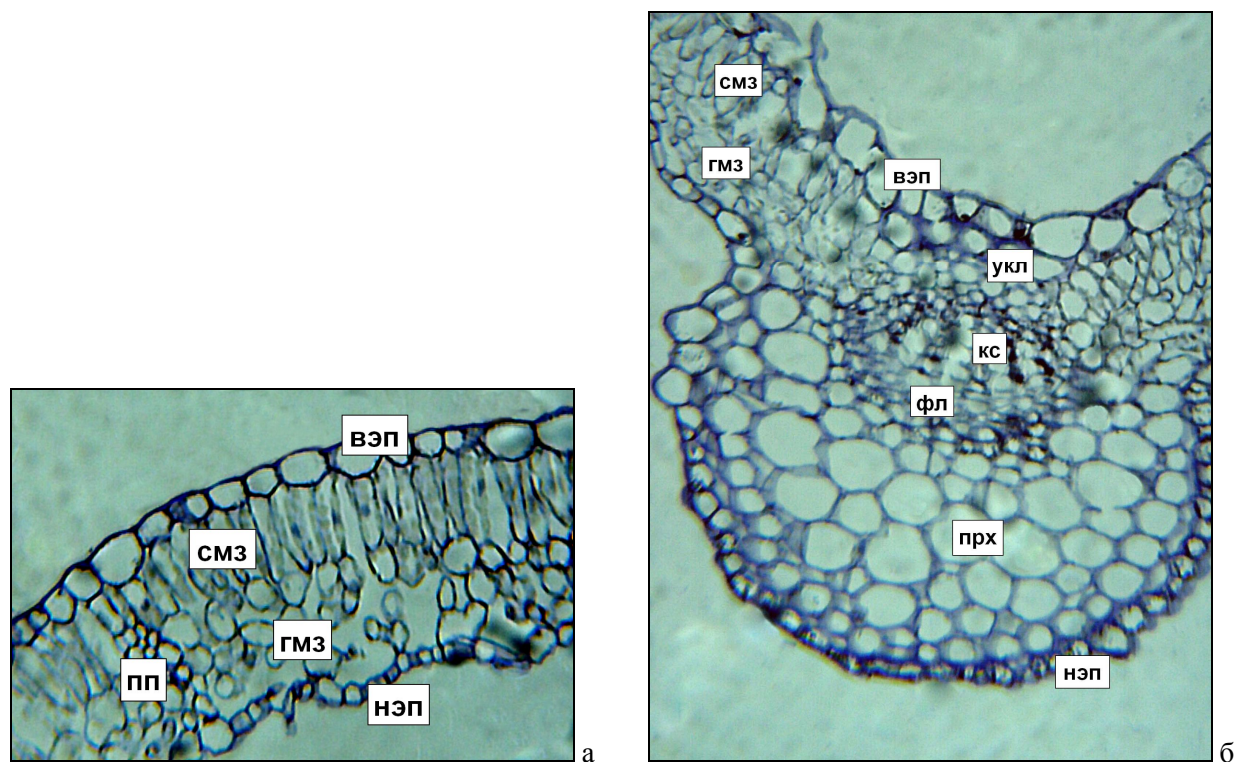


Рис. 2. Анатомическое строение листа (фото автора)

а – мезофилл, б – центральная жилка. Обозначения: вэп – верхняя эпидерма, нэп – нижняя эпидерма, кс – ксилема, смз – столбчатый мезофилл, гмз – губчатый мезофилл, фл – флоэма, прх – паренхимные клетки, пп – проводящий пучок.

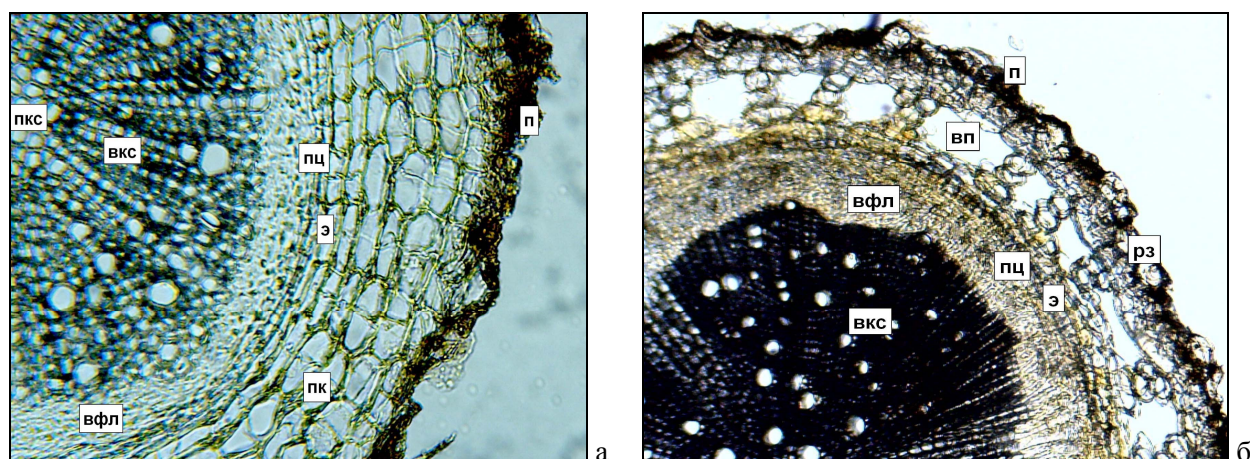


Рис. 3. Поперечный срез придаточного корня (фото автора)

а – без воздухоносных полостей; б – с воздухоносными полостями. Обозначения: рз – ризодерма, п – перидерма, пк – первичная кора, э – эндодерма, пц – перицикл, пкс – первичная ксилема, вкс – вторичная ксилема, вфл – вторичная флоэма, вп – воздухоносные полости.

Сравнивая поперечные срезы корня растений, выросших на богаре и в условиях орошения, мы обнаружили особенности в строении первичной коры. Во втором случае в коре отмечены крупные воздухоносные полости, образование которых, по-видимому, связано с недостаточной аэрацией почвы (рис 3, б).

На изученных органах растений *M. officinalis* нами выявлены эпидермальные структуры, которые представлены нежелезистыми и железистыми трихомами, а также железками. Так, стебель, лист и чашечка опушены простыми кроющими трихомами с крупной базальной клеткой конической формы и удлинненной терминальной клеткой. Мелкие волоски одноклеточные – длиной $2,84 \pm 0,41$ мкм (рис. 4, а, б), крупные волоски, как правило, четырех-, пятиклеточные длиной в среднем $56,14 \pm 8,93$ мкм (рис. 4, в, г). На верхней эпидерме листа кроющие волоски изогнутые, более короткие и редкие по сравнению с нижней эпидермой.

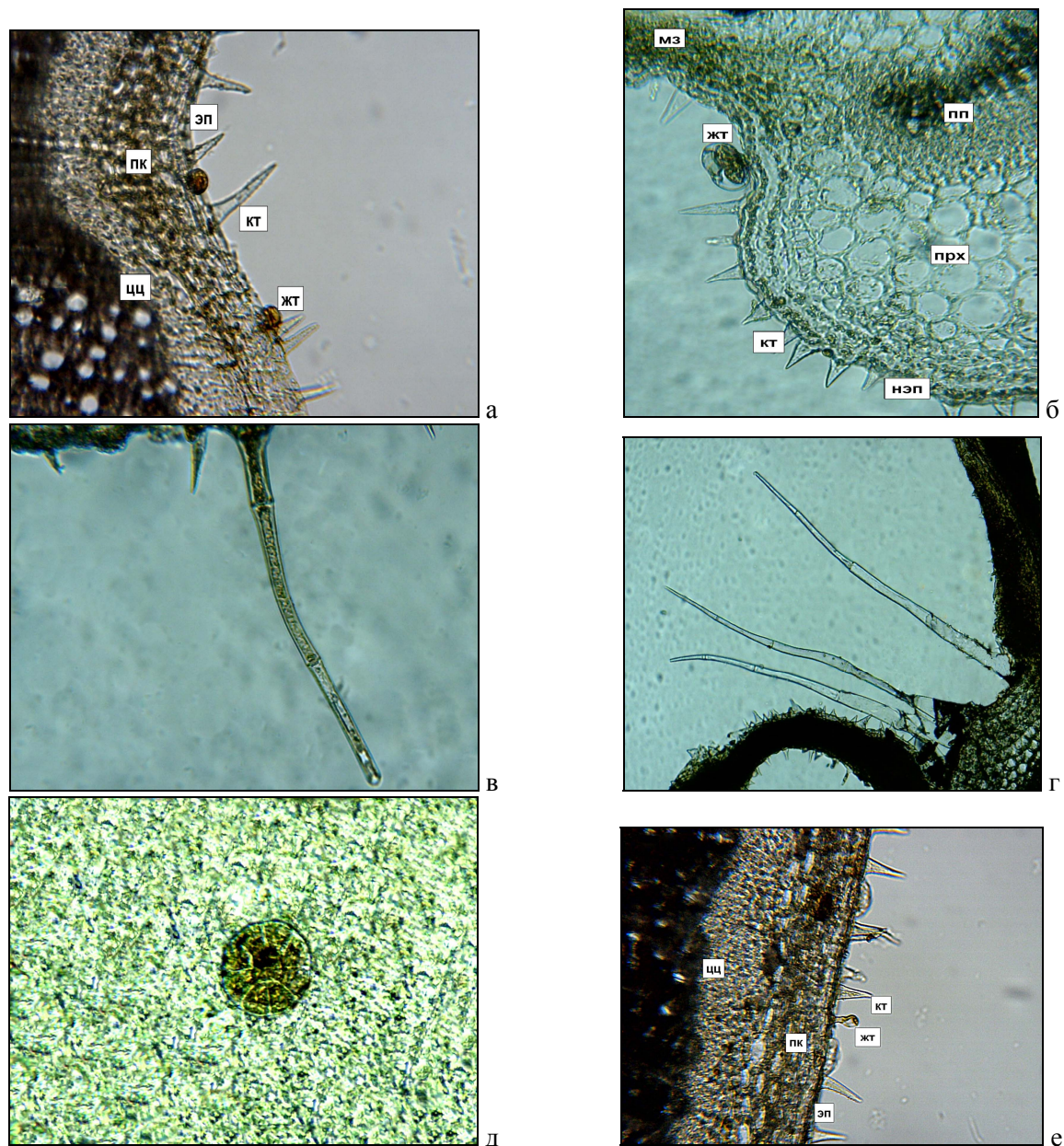


Рис. 4. Эпидермальные структуры органов *M. officinalis* (фото автора)

а – 1-клеточные кроющие трихомы на стебле; б – 1-клеточные кроющие трихомы на листе; в – 4–5-клеточные кроющие трихомы на стебле, г – 4–5-клеточные кроющие трихомы на листе, д – сидячая железка с восьмиклеточной головкой; е – железистый трихом с 1–2-клеточной ножкой и одноклеточной головкой. Обозначения: эп – эпидерма, кт – кроющий трихом, жт – железистый трихом, ПК – первичная кора, цц – центральный цилиндр, мз – мезофилл, пп – проводящий пучок, нэп – нижняя эпидерма, прх – паренхимные клетки.

Согласно классификации терпеноидсодержащих структур Г. А. Денисовой [2] на всех исследованных органах нами выявлены: восьмиклеточная сидячая железка (рис. 4, д), железистый трихом с 1–2 клеточной ножкой и одноклеточной головкой (рис. 4, е), железистый трихом с одноклеточной ножкой и многоклеточной головкой (рис. 4, б). Распределение железистых структур по органам растений неравномерно. Наибольшая их плотность на 1 мм² обнаружена на листьях $14,95 \pm 1,75$ штук и в межреберьях чашечки $13,89 \pm 0,72$ штук. Причем, количество волосков с одноклеточной головкой на листе составляет 73,5% от общего числа железистых структур. Таким образом, как чашечка цветка, так и лист являются важными маслообразующими органами. На верхней эпидерме листа *M. officinalis* в большом количестве выявлены железистые волоски с одно-, двухклеточной ножкой и одноклеточной головкой, остальные виды отмеченных ранее железистых структур встречаются только в единичных экземплярах, а на некоторых листьях не обнаружены вовсе. Наибольшее количество железистых волосков с одно-, двухклеточной ножкой и одноклеточной головкой встречается вдоль средней и боковых жилок. Количество их больше к основанию листовой пластинки.

Железистые структуры на растении также отличаются размерными параметрами: диаметр многоклеточных железистых образований составляет в среднем $11,81 \pm 0,98$ мкм, а одноклеточной головки волоска с одно-, двухклеточной ножкой – $1,23 \pm 0,13$ мкм.

Итак, анализ анатомических структур органов *M. officinalis* показал, что для растений данного вида характерно наличие как ксероморфных (утолщенные наружные стенки эпидермы, хорошо развитая кутикула, наличие опушения, локализация эфирного масла), так и мезоморфных признаков (дорзовентральность в строении мезофилла, развитая система межклетников в листе и наличие устьиц в его нижней эпидерме). Изучение структуры железистого аппарата и его топографии позволило определить наиболее маслообразующие органы растений, которыми являются чашечка околоцветника и лист.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения вегетативных органов *M. officinalis* выявлены различные типы эпидермальных структур: одно-, пятиклеточные кроющие трихомы и три типа железистых структур: сидячая железка с восьмиклеточной головкой, железистый трихом с одно-, двухклеточной ножкой и одноклеточной головкой и железистый трихом с одноклеточной ножкой и многоклеточной головкой.

2. Определена топография и плотность железистых структур. Наибольшее количество железистых структур характерно для листа и чашечки цветка.

3. Установленный тип строения листа позволяет отнести *M. officinalis* к экологической группе мезофитов с ксероморфными признаками, что увеличивает адаптивные возможности данного вида с последующим применением их в интродукции.

Список литературы

1. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский – К.: Наукова думка, 1973. – 591.
2. Денисова Г. А. Терпеноидсодержащие структуры растений / Г. А. Денисова – Л.: Наука, 1989. – 140 с.
3. Еленевский А. Г. Систематика высших или наземных растений / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров – М.: Академия. – 2004 г. – 423 с.
4. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова / А. В. Ена – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – С. 134–139.
5. Кутько С. П. Біологічні особливості шавлії (*Salvia officinalis* L.) лікарської у Передгірному Криму: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня. канд. біол. наук / С. П. Кутько; Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр УААН. – Ялта, 2005. – 21 с.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
7. Логвиненко И. Е. Интродукция лекарственных растений на Украине / И. Е. Логвиненко, Л. А. Логвиненко // Бюллетень Главного Ботанического сада. – М.: Наука, 2003. – Вып. 186. – С. 4.
8. Мяделец М. А. Исследование химического состава эфирных масел некоторых видов семейства Lamiaceae L., культивируемых в условиях Западной Сибири / М. А. Мяделец, Д. В. Долерачев, В. А. Черемушкина // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 111–117.
9. Назаренко Л. Г. Эфираносы юга Украины / Л. Г. Назаренко, А. В. Афонин. – Симферополь, Таврия, 2008. – 144 с.

10. Павлыгина Л. М. Новые эфиромасличные растения для степной зоны Крыма / Л. М. Павлыгина, З. Я. Иванова // Бюллетень ГНБС. – Ялта, 1987. – Вып. 63. – С. 62–67.
11. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М.: Колос, 1970. – 255 с.
12. Свиденко Л. В. Біологічні особливості і господарсько цінні ознаки перспективних ефіроолійних рослин в умовах Херсонської області: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня. канд. біол. наук / Л. В. Свиденко; Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр УААН. – Ялта, 2002. – 21 с.
13. Тахтаджян А. Л. Жизнь растений в шести томах / А. Л. Тахтаджян. – М.: Просвещение, 1981. – (Цветковые растения) Т. 5 (2). – С. 404–412.
14. Эфиромасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской области: эколого-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки / [В. Д. Работягов, Л. В. Свиденко, В. Н. Деревянко и др.]. – Херсон, 2003. – 286 с.

Бірюльова Е. Г., Петрішина Н. М. Епідермальні структури та анатомія вегетативних органів *Melissa officinalis* у зв'язку з ефіроолійністю // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 88–93.

Вивчено анатомо-морфологічні особливості органів *Melissa officinalis* у зв'язку з ефіроолійністю. Виявлено наявність епідермальних структур: криючі волоски та три типи залозистих структур. Встановлена їх топографія по органах та визначен кількісний розподіл.

Ключові слова: *Melissa officinalis*, ефіроноси, залозисті структури, криючі волоски.

Birulova E. G., Petrishina N. N. Epidermal structure and anatomy of vegetative organs of *Melissa officinalis* in connection with essential-oil productivity // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 88–93.

It was studied anatomic-morphological features of the organs of *Melissa officinalis* in connection with its essential-oil productivity. It was revealed the existence of the epidermal structures: covering trichomes and three types of glandular structures. It was installed them topography by the authorities and is determined quantitative distribution.

Key words: *Melissa officinalis*, essential oil plants, glandular structures, covering trichomes.

Поступила в редакцію 13.01.2014 г.

УДК 582.929.4:581.5 (477.42)

БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *HYSSOPUS ANGUSTIFOLIUS* ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ НА ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Котюк Л. А.

Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир, kotyukl@mail.ru

Представлено результати досліджень біохімічного складу фітосировини та ефірної олії *Hyssopus angustifolius* M. Bieb., вирощеної в умовах Полісся України. Показано, що надземна частина рослин характеризується значним вмістом протеїну, клітковини, аскорбінової кислоти та жирів. Ефірна олія гісопу вузьколистого має високу якість, оскільки сумарний вміст її основних компонентів – пінокамфону та ізопінокамфону, складав у фазу бутонізації 82,25 %, а цвітіння – 76,50 %.

Ключові слова: *Hyssopus angustifolius*, ефірна олія, біохімічні показники, Полісся України.

ВСТУП

Останнім часом у харчовій, фармацевтичній, парфумерній галузях використовують велику кількість різноманітних штучних хімічних сполук (ароматизаторів, стабілізаторів, емульгаторів), тому виникла необхідність їх заміни сполуками природного походження. Розширення асортименту пряно-ароматичних та лікарських рослин шляхом інтродукції є альтернативою отримання біологічно активних речовин, вітамінів, мікроелементів із рослинної сировини [4].

Однією з найперспективніших у цьому відношенні рослин є гісоп вузьколистий (*Hyssopus angustifolius* M. Bieb.), який належить до родини Губоцвіті (Lamiaceae). Рослини *H. angustifolius* у природі поширені у Південній Європі, Турції, на Кавказі [2, 12].

Гісоп вузьколистий – це багаторічний напівкущик, заввишки 30–40 см з чисельними чотиригранними стеблами. Листки вузьколінійні, загострені. Суцвіття колосоподібні, однобічні; квітки по 4–6 в пазухах листків, у несправжніх мутовках на квітконосах; приквітки ниткоподібно – лінійні, у довжину рівні квітконіжкам. Чашечка трубчасто-конічна, з антоціановим забарвленням, віночок фіолетово-синій, верхня губа неглибоко дволопатева, нижня за довжиною перевищує верхню; дві тичинки незначно перевищують віночок. Плід – яйцевидно тригранний, темно-коричневий, голий з гострим ребром горішок [4].

Відомо, що надземна частина гісопу вузьколистого містить смоли, білкові, дубильні речовини, а також ефірну олію (0,3–0,9 %) [11, 13]. Згідно з повідомленням Б. О. Виноградова [1], ефірна олія гісопу має високу якість при загальному вмісті пінокамфону та ізопінокамфону більше 55 відсотків.

H. angustifolius використовують як лікарську рослину для лікування запалення легенів, ларингіту, бронхіту. Є відомості щодо антиоксидантних властивостей цієї рослини. Надземну частину рослини використовують у якості прянощів, в кулінарії для приготування страв з м'яса та риби, у консервній галузі – при засолюванні огірків і томатів. Завдяки тривалому цвітінню *H. angustifolius* є також цінним медоносом, а гісоповий мед характеризується високою якістю та цілющими властивостями [10, 11].

Біохімічний склад рослин гісопу вузьколистого в умовах Полісся України раніше не досліджувався, тому метою наших досліджень було вивчення біохімічного складу надземної частини рослин під час цвітіння та ефірної олії *H. angustifolius* у фази бутонізації і цвітіння.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Інтродукційні дослідження проводилися упродовж 2010–2012 років на експериментальних ділянках ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету. Біохімічні дослідження здійснювали в лабораторії відділу нових культур НБС ім. М. М. Гришка НАН України.

Сировину збирали у генеративний період (у першій декаді серпня), коли рослини досягали максимальної продуктивності. Для біохімічного аналізу використовували надземну частину п'ятнадцяти рослин другого року зростання кожної форми, подрібнювали та перемішували для взяття середньої проби. Дослідження проводились у трьох біохімічних повторностях. Абсолютно суху речовину визначали шляхом висушування зразків при температурі 105° С до постійної маси; вміст жирів – методом визначення знежиреного залишку; «сиру» клітковину – за Геннебергом та Штоманом; кальцій – трилонометричним методом [5]; протеїн – методом К'ельдаля; фосфор – об'ємним методом з молібденовою рідиною [8]; золу – методом зпалювання в муфельній печі (300–700° С); мокре озолення – методом Куркаєва; аскорбінову кислоту – за Муррі [3]; каротин – спектрофотометрично з застосуванням розчинника бензина Калоша (спектрофотометр UNICO 2800) [7]; загальний вміст цукрів – за Крищенко [6]. Визначення вмісту ефірної олії здійснювали методом Клевенджера [9].

Для виділення ефірної олії з фітосировини та встановлення її якісного і кількісного складу наважку матеріалу (0,5 г) поміщали у віалу, ємкістю 20 мл. До зразка добавляли 10 мл води і відганяли леткі сполуки з водяною парою протягом двох годин, використовуючи зворотний холодильник з повітряним охолодженням. Упродовж відгонки леткі речовини адсорбувались на внутрішній поверхні зворотного холодильника. Адсорбовані речовини після охолодження системи змивали повільним додаванням 3 мл особливо чистого пентану у суху віалу, об'ємом 10 мл. Змив концентрували продувкою (100 мл/хв) особливо чистого азоту до остаточного об'єму екстракту 10 мкл, який повністю відбирали хроматографічним шприцом.

Подальше концентрування проби здійснювали у самому шприці до об'єму 2 мкл. Уведення проби у хроматографічну колонку здійснювали у режимі splitless, тобто без поділу потоку, що дозволяло увести пробу без втрат на поділ та суттєво (у 10–20 разів) збільшити чутливість методу хроматографування. Швидкість введення проби 1,2 мл/хв протягом 0,2 хвилин.

Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії виконували на газорідинному хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973. Умови аналізу: хроматографічна колонка – капілярна DB-5, діаметром 0,25 мм і завдовжки 30 м. Швидкість газу-носія (гелію) – 2 мл/хв, температура нагрівача при введенні проби – 250° С. Температура термостата з програмуванням від 50 до 320° С зі швидкістю 4 °/хв. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів більше 470000 в комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати експериментальних досліджень з визначення компонентного складу фітомаси гісопу вузьколистого показали, що вона містила 19,88±0,2 % сухої речовини, 20,28±0,2 протеїну, 9,10±0,40 золи, 1,22±0,43 загальних цукрів, 23,12±2,8 клітковини, 5,04±0,98 жирів, 4,10±0,66 % дубильних речовин (табл. 1).

Таблиця 1

Біохімічний склад рослин *Hyssopus angustifolius*, % на абсолютно суху масу

Суша речовина	Протеїн	Зола	Загальний цукор	Клітковина	Жири	Дубильні речовини
19,88±0,2	20,28±0,2	9,10±0,40	1,22±0,43	23,12±2,80	5,04±0,98	4,10±0,66

Дослідження показали досить високий вміст аскорбінової кислоти у сировині гісопу вузьколистого – 308,91±4,78 мг % на абсолютно суху речовину. Вміст каротину був незначним і становив 0,5±0,03 мг %. Встановлено, що трава гісопу лікарського містить 1,23±0,06 кальцію та 0,07±0,005 % на абсолютно суху масу фосфору (табл. 2).

Встановлено, що вихід ефірної олії з надземної частини рослин *H. angustifolius* у фазу бутонізації складав 1,3 %, а цвітіння – 1,5 % на суху масу.

Таблиця 2

Вміст вітамінів та макроелементів у рослин *Hyssopus angustifolius*

Компонент	Кількісний вміст
Аскорбінова кислота, мг % на абсолютно суху речовину	308,91±4,78
Каротин, мг % на абсолютно суху речовину	0,50±0,03
Кальцій, % на абсолютно суху масу	1,23±0,06
Фосфор, % на абсолютно суху масу	0,07±0,005

За аналізу компонентного складу ефірної олії гісопу вузьколистого під час бутонізації було ідентифіковано 12 сполук, серед яких переважаючими були пінокамфон, вміст якого становив 80,08 % та 1,8-цинеол з кількісним вмістом 11,80 %. Також було виявлено ізопінокамфон (2,17), транс-сабіненгідрат (1,18), 1-октен-3-ол (1,67 %) та інші компоненти (міртенол, ліналоол, терпінен-4-ол, β -туйон, 1(7),3,8-о-ментатрієн, елемол) – у незначних кількостях (табл. 3, рис. 1).

Таблиця 3

Компонентний склад ефірних олій рослин *Hyssopus angustifolius* при умовах інтродукції в зоні Полісся України, % від загальної кількості

№ з/п	Компонент	Фаза бутонізації	Фаза цвітіння
1.	α -пінен	–	0,05
2.	Камфен	–	0,08
3.	Сабінен	–	0,57
4.	β-пінен	–	2,63
5.	Мірцен	–	2,35
6.	α -терпінен	–	0,03
7.	Лімонен	–	0,71
8.	1,8-цинеол	11,80	2,03
9.	Транс-оцимен	–	2,03
10.	Цис-оцимен	–	0,31
11.	γ -терпінен	–	0,08
12.	Транс-сабіненгідрат	1,18	0,21
13.	Терпінолен	–	0,05
14.	Ліналоол	0,58	0,11
15.	β -туйон	0,16	0,35
16.	Алло-оцимен	–	0,25
17.	Пара-ментатрієн	–	7,39
18.	Пінокамфон	80,08	73,96
19.	Ізопінокамфон	2,17	2,54
20.	α -терпінен-4-ол	0,48	0,21
21.	Цис-3-гексен-1-іл 2-метилбутират	–	0,13
22.	Цис-3-гексен-1-іл 3-метилбутират	–	0,2
23.	Пулегон	–	0,68
24.	Нераль	–	0,03
25.	γ -елемен	–	0,22
26.	β -бурбонен	–	0,06
27.	β -каріофілен	–	0,57
28.	Гумулен	–	0,13
29.	Гермакрен D	–	0,66
30.	Біциклогермакрен	–	0,86
31.	Спатуленол	–	0,12
32.	1-октен-3-ол	1,67	–
33.	Пінокарвеол	0,39	–
34.	1(7),3,8-о-ментатрієн	0,39	–
35.	Міртенол	0,93	–
36.	Елемол	0,17	–

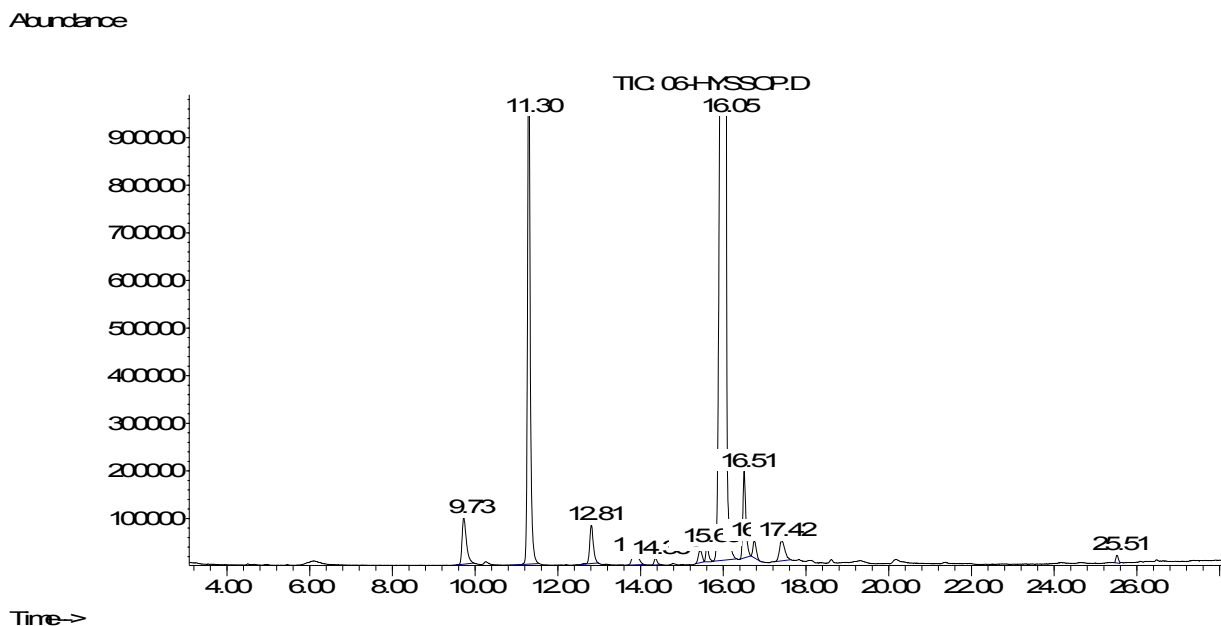


Рис. 1. Хроматограма ефірної олії *Hyssopus angustifolius* – фаза бутонізації

При дослідженні компонентного складу ефірної олії гісопу вузьколистого у фазу цвітіння було виявлено 31 компонент. Переважаючими сполуками виявились пінокамфон та параментатрієн, вміст яких складав відповідно 73,96 % та 7,391 % від загальної кількості компонентів. Відзначено також, що ефірна олія рослин містила 2,63 β -пінену, 2,54 ізопінокамфону, 2,35 мірцену, 2,03 транс-оцимену, 2,03 % 1,8-цинеолу та інші компоненти (сабінен, лімонен, пулегон, β -каріофілен, гермакрен D, біциклогермакрен) у незначних кількостях (див. табл. 3, рис. 2).

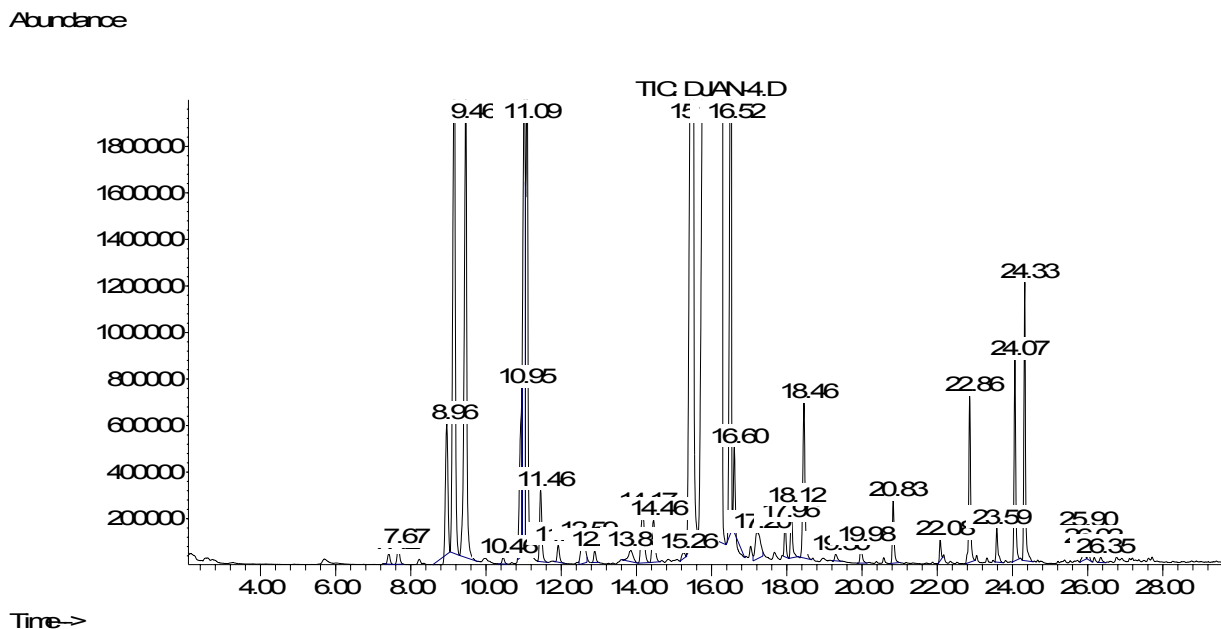


Рис. 2. Хроматограма ефірної олії *Hyssopus angustifolius* (фаза цвітіння)

ВИСНОВКИ

Отже, фітосировина гісопу вузьколистого, вирощена в умовах Полісся України характеризується значним вмістом протеїну, клітковини, аскорбінової кислоти, жирів.

У складі ефірної олії рослин під час бутонізації було ідентифіковано 12 компонентів, цвітіння – 31, з яких 7 сполук є спільними. Ефірна олія *H. angustifolius* має високу якість, оскільки сумарний вміст її основних компонентів – пінокамфону та ізопінокамфону, складав більше 55 %. Дещо вищим був вміст названих компонентів у фазу бутонізації і складав 82,25 %, а у фазу цвітіння – 76,50 %.

Таким чином, широке впровадження в культуру гісопу вузьколистого у зоні Полісся України дасть можливість отримати цінну рослинну сировину, яка може бути джерелом біологічно активних речовин для фармацевції, косметології та харчової галузі.

Список літератури

1. Виноградов Б. Ароматерапия. Учебный курс / Б. Виноградов, Н. Виноградова, Л. Голан. – Калифорния: Fultus Publishing, 2010. – 433 с.
2. Головлев А. А. К предварительной оценке растительного потенциала горной Чечни / А. А. Головлев // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2008. – № 5. – С. 189–194.
3. Грицаенко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаенко, А. О. Грицаенко, В. П. Карпенко. – К.: НІЧЛАВА, 2003. – 320 с.
4. Дудченко Л. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Л. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко [отв. ред. К. М. Сытник]. – К.: Наук. думка, 1989. – 304 с.
5. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова. – Л.: Колос, 1985. – 455 с.
6. Крищенко В. П. Методы оценки качества растительной продукции / В. П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
7. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – 256 с.
8. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К.: Наук. думка, 1976. – 336 с.
9. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла: ГОСТ24027.2–80. [Действующий с 1981-01-01]. – М., 1988. – 120 с. (Межгосударственный стандарт).
10. Черногород Л. Б. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразгранол / Л. Б. Черногород, Б. А. Виноградов // Растительные ресурсы. – Санкт-Петербург, 2006. – Т.42. Вып. 2. – С. 61–68.
11. Automated and standard extraction of antioxidant phenolic compounds of *Hyssopus officinalis* L. ssp. *angustifolius* / [G. Hatipoğlu, M. Sökmen, E. Bektaş et al.] // Industrial Crops & Products. – 2013. – Vol. 43. – P. 427–433.
12. Biological activities of ethyl acetate extract of different parts of *Hyssopus angustifolius* / [H. Alinezhad, R. Baharfard, M. Zare et al.] // Pharm Biol. – 2012. – Vol. 50 (8). – P.1062–1066.
13. Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *angustifolius* (Bieb.) Arcangeli from Turkey / [H. Özer, F. Şahin, H. Kılı et al.] // Flavour and Fragrance Journal. – Vol. 20, issue 1. – P. 42–44.

Котюк Л. А. Биохимические особенности *Hyssopus angustifolius* в условиях интродукции на Полесье Украины // Экосистемы, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 94–98.

Представлены результаты исследований биохимического состава фитосырья и эфирного масла *Hyssopus angustifolius* М. В. культивируемого в условиях Полесья Украины. Показано, что надземная часть растений отличается значительным содержанием протеина, клетчатки, аскорбиновой кислоты и жиров. Эфирное масло иссопа узколистного имеет высокое качество, потому что общее содержание его основных компонентов – пинокамфона и изопинокамфона, во время бутонизации составило 82,25 %, а цветения – 76,50 %.

Ключевые слова: *Hyssopus angustifolius*, эфирное масло, биохимические показатели, Полесье Украины.

Kotyuk L. A. Biochemical features of *Hyssopus angustifolius* under its introduction in Ukrainian Polissya // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 94–98.

The article presents the results of the research of the biochemical composition of the plant raw material and ethereal oil of *Hyssopus angustifolius* M.B. grown in Ukrainian Polissya. They prove that the aerial part of plants is characterized by a substantial content of protein, cellulose, ascorbic acids and fats. Ethereal oil of narrow-leaved hyssop is of high quality, since the total content of its principal components, namely pinocamphone and isopinocamphone, amounted to 82,25 per cent at the phase of budding and 76,50 – per cent at the flowering phase.

Key words: *Hyssopus officinalis*., essential oil, biochemical parameters, Woodlands of Ukraine.

Поступила в редакцию 20.02.2014 г.

УДК 582.998.1 (477.42)

ХРОМАТОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ ТА ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК ТРАВИ *ARTEMISIA AUSTRIACA* ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ В ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

Іващенко І. В.¹, Рахметов Д. Б.², Сластья Є. А.³, Іващенко О. А.⁴

¹Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир, kalateja@ukr.net

²Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, Київ, jamal_r@bigmir.net

³Національний інститут винограду і вина «Магарач», Ялта, slastja@list.ru

⁴Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, olia.ivashchenko@gmail.com

Методом газо-рідинної хроматографії у ефірній олії *Artemisia austriaca* Jacq. встановлено наявність 48 компонентів, з яких ідентифіковано 46 речовин. Основні сполуки: транс-вербенол (30,77 %), пінокарвон (10,77 %), сабінілацетат (18,16 %). В результаті дослідження надземної частини полину австрійського методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) виявлено 31 сполуку фенольної природи. Ідентифіковано флавоноїди рутин, апігенін, кверцетин-біозид та кофейну, хлорогенову, ізохлорогенову кислоти. Сума фенольних сполук в повітряно-сухій сировині полину австрійського становить 27,25 мг/г (2,73 %), домінуюча речовина – рутин (18,6 %).

Ключові слова: *Artemisia austriaca*, інтродукція, газо-рідинна хроматографія, фенольні сполуки, флавоноїди, ефірна олія.

ВСТУП

Artemisia austriaca Jacq. (полин австрійський) – багаторічна трав'яниста рослина, належить до родини Asteraceae (Айстрові); поширений майже по всій території України (за винятком Карпат та північної частини Полісся). В народній медицині траву полину австрійського використовують як засіб, що стимулює секрецію шлункового соку і жовчі, підвищує діурез і виділення поту, виявляє жарознижуючу, кровоспинну, протисудомну, слабку снодійну, протиблювотну та глистогінну дію [11]. Полин австрійський цінна лікарська ефіроолійна рослина, різноманітність біологічно активних речовин обумовлює її практичну цінність. Надземна маса рослин (трава) *Artemisia austriaca* містить сесквітерпенові лактони, які характеризуються протизапальною активністю, мають кардіотонічну дію; ефірні олії, які мають антимікробну і протитуберкульозну активність; флавоноїди [1, 2, 4]. Вивчений амінокислотний і мікроелементний склад надземної частини рослини [3, 5]. Встановлено, що екстракти *Artemisia austriaca* мають виражену антиоксидантну активність [9, 8]. Представляє значний інтерес дослідження компонентного складу ефірної олії та фенольних сполук полину австрійського за умов інтродукції в зоні Житомирського Полісся.

Мета роботи полягала у вивченні хроматографічними методами компонентного складу ефірної олії, фенольних сполук та їх кількісного вмісту у траві *Artemisia austriaca* при інтродукції в умовах Полісся України та на цій засаді виявлення напрямів подальшого практичного використання сировини у фармацевтичній, парфумерно-косметичній промисловостях та інших галузях.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Предмет дослідження – рослини *Artemisia austriaca*. Інтродукційні дослідження проводили на експериментальних ділянках ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету. Посадковий матеріал *Artemisia austriaca* отримано із Національного ботанічного саду (НБС) ім. М. М. Гришка НАН України. Біохімічні аналізи сировини проводили у період активної вегетації рослин – фаза гілкування (липень) та цвітіння рослин (серпень). Для хроматографічного аналізу ефірної олії використовували надземну частину рослин першого року вегетації (зелену масу), для дослідження фенольних сполук – повітряно-суху траву. Хроматографічні дослідження виконували в Національному інституті винограду і вина «Магарач» НААН України. Ефірну олію отримували методом гідродистиляції [6]. Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії виконували на газорідинному хроматографі Agilent

Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973. Умови аналізу: хроматографічна колонка – капілярна DB-5, діаметром 0,25 мм і завдовжки 30 м. Швидкість газу-носія (гелію) – 2 мл/хв., температура нагрівача при введенні проби – 250°C. Температура термостата з програмуванням від 50 до 320°C зі швидкістю 4 °/хв. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів понад 470000 в комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST [6]. Вивчення фенольних сполук трави полину австрійського проводили на високоефективному рідинному хроматографі Prominens 20 фірми Shimadzu (Японія). Екстракт трави *Artemisia austriaca* для хроматографічних досліджень отримували шляхом настоювання повітряно-сухої сировини у 50 % метанолі протягом 7 діб (1:4). Умови аналізу: колонка хроматографічна Supelco Discovery HS C18 розміром 150×2,1 мм, заповнена зворотньофазним сорбентом із зернінням 3 мкм, оснащена передколонкою розміром 20×2,1 мм з тим же сорбентом. Розділення компонентів здійснювали в градієнтному режимі. В якості розчинників використовували розчин А: 0,5 % розчин перхлоратної кислоти з рН 1,5 в дистильованій воді; розчин В: суміш 40 % метанолу кваліфікації для ВЕРХ (Merck), 40 % ацетонітрилу кваліфікації для ВЕРХ (Lab-Scan), 20 % розчину А. Алгоритм побудови градієнту: 0–50 хв. лінійне зростання долі розчину В від 0 % до 80 %, 50–55 хв. зростання долі В до 100 %, 55–65 хв. промивка розчином В 100 %, 65–70 хв. промивка розчином А 100 %. Швидкість потоку розчинників 0,2 мл / хв. Об'єм проби для введення – 1 мкл. Детектування проводилось за допомогою спектрофотометричного діодно-матричного детектору SPD-M 20A при довжинах хвиль 280, 310, 330, 360, 525 нм.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В результаті проведених досліджень методом газо-рідинної хроматографії виявлено 48 компонентів у ефірній олії рослин *Artemisia austriaca*, з яких ідентифіковано 46 сполук (табл. 1, рис. 1).

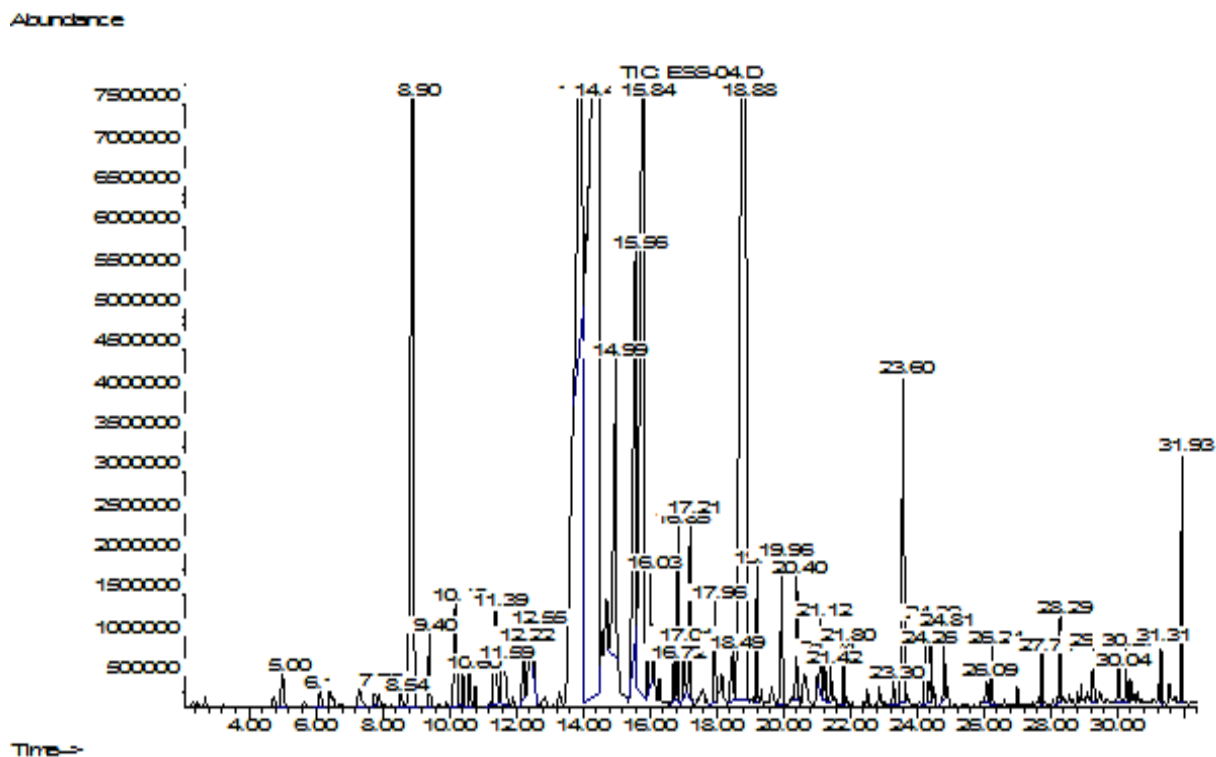


Рис. 1. Хроматограма ефірної олії трави *Artemisia austriaca*

Таблиця 1

Компонентний склад ефірної олії, отриманої з трави *Artemisia austriaca* (фаза гілкування)

№ з/п	Час утримування, хв.	Компонент	Кількісний вміст, %
1	1.5	α -пінен	0,34
2	6.13	Вербенен	0,17
3	7.3	1-октен-3-ол	0,26
4	7.75	α -терпінен	0,14
5	8.53	Транс-оцимен	12,10
6	8.9	1,8-цинеол	7,31
7	9.4	γ -терпінен	0,43
8	10.18	Транс-сабіненгідрат	1,13
9	10.41	Терпінолен	0,19
10	10.6	2-метилбутил 2-метилбутират	0,23
11	11.38	Цис-вербенол	0,96
12	11.59	Цис-сабіненгідрат	0,72
13	12.22	α -туйон	0,40
14	12.54	β -туйон	0,32
15	13.93	Сабінол	6,02
16	14.46	Транс-вербенол	30,77
17	14.98	Терпінен-4-ол	2,98
18	15.56	Пара-мент-1,5-дієн-8-ол	3,55
19	15.84	Пінокарвон	10,77
20	16.02	Міртенол	0,72
21	16.71	Пара-цимен-8-ол	0,22
22	16.84	Метилхавікол	0,99
23	17	Міртеналь	0,32
24	17.21	Хризантенілацетат	1,13
25	17.95	Вербенон	0,64
26	18.48	—	0,45
27	18.87	Сабінілацетат	18,16
28	19.21	Пінокарвілацетат	0,72
29	19.95	Міртенілацетат	0,97
30	20,4	Карвілацетат	0,68
31	21.12	В-каріофілен	0,43
32	21.24	Сабінілпропіонат	0,26
33	21.42	Фенілпента-2,4-дієн	0,18
34	21.8	Сабінілізобутират	0,33
35	23.3	Бензилбутират	0,15
36	23.6	Гермакрен D	2,74
37	24.25	Біциклогермакрен	0,35
38	24.39	Сабінілізовалерат	0,43
39	24.81	Сабініл-2-метилбутират	0,34
40	26.08	Лауринова кислота	0,19
41	26.24	2-метилбутил фенілацетат	0,29
42	27.73	Каріофіленоксид	0,22
43	28.29	Сабінілкапронат	0,41
44	29.27	α -кадинол	0,30
45	30.04	Міристинова кислота	0,20
46	30.26	Метилжасмонат	0,22
47	31.31	—	0,21
48	31.93	Хамазулен	0,95

Примітка до таблиці. «—» – неідентифікованні компоненти.

Основні компоненти ефірної олії полину австрійського: транс-вербенол (30,77 %), сабінілацетат (18,16 %), пінокарвон (10,77 %), 1,8-цинеол (7,31 %), сабінол (6,02 %), терпінен-4-ол (2,98 %), пара-мент-1,5-дієн-8-ол (3,55 %), гермакрен D (2,74 %), хризантемілацетат (1,13 %). Вміст ефірної олії у надземній частині рослин становив 1,47 %. Серед ідентифікованих сполук за кількісним вмістом домінує терпеноїд транс-вербенол (30,77 %). Відомо, що ефірні олії, які містять терпеноїди вербенол та карвон використовуються в парфумерії, харчовій промисловості в якості ароматизаторів, в ароматерапії. Моноциклічний терпен цинеол застосовують в медицині як антисептичний і відхаркуючий засіб.

Методом вискоєфективної рідинної хроматографії у траві полину австрійського виявлено 31 сполуку фенольної природи (рис. 2). Ідентифіковано флавоноїди: рутин (рис. 3В), кверцетин-біозид (рис. 3Г), апігенін (рис. 3Е).

Вміст рутину у повітряно-сухій сировині полину австрійського складає 5,07 мг/г, апігеніну – 0,13 мг/г, кверцетин-біозиду – 0,49 мг/г (табл. 2).

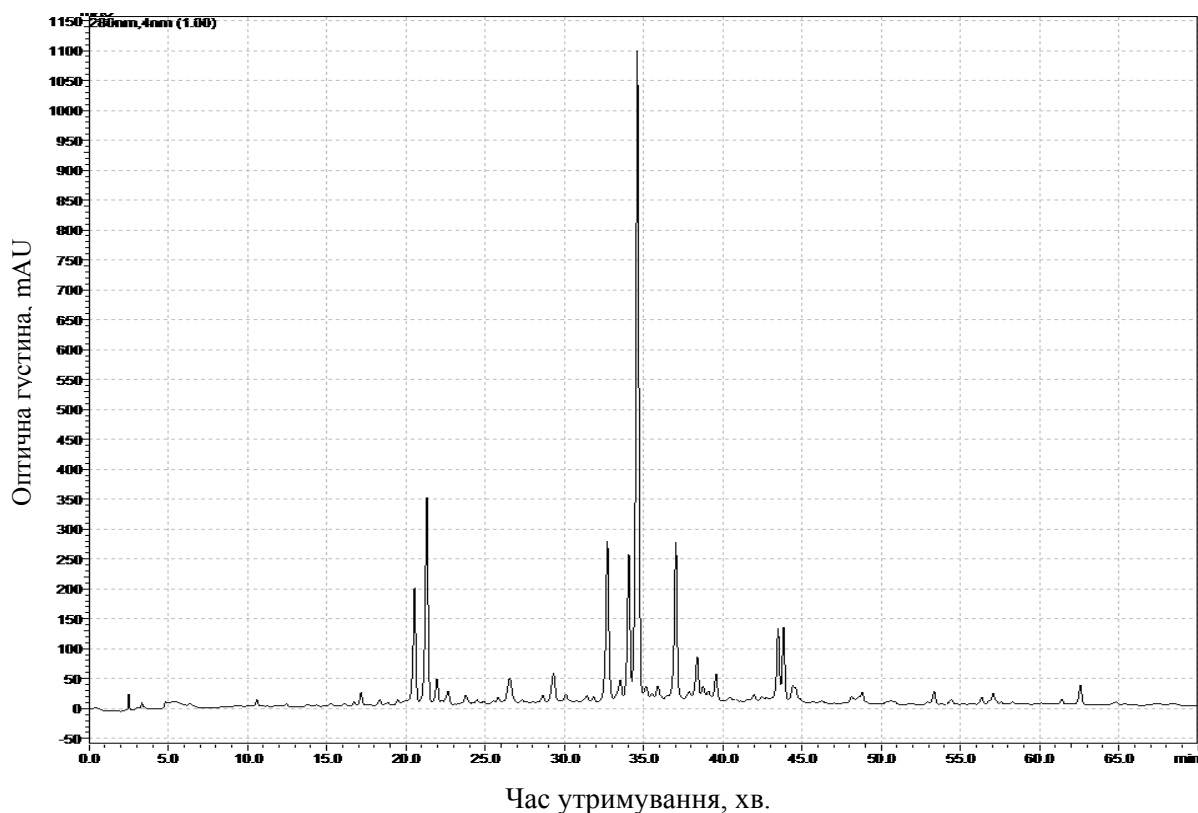


Рис. 2. Хроматограма фенольних сполук екстракту трави *Artemisia austriaca*

Таблиця 2

Фенольні сполуки, виявлені в траві *Artemisia austriaca* методом ВЕРХ

№ п/п	Час утримування, хв.	Компонент	Кількісний вміст у повітряно-сухій сировині, мг/г	% від суми фенольних сполук
1	17.16	Хлорогенова	0,12	0,44
2	21.31	Кофейна	2,08	7,63
3	32.71	Рутин	5,07	18,6
4	33.43	Кверцетин-біозид	0,49	1,80
5	37.03	Ізохлорогенова	1,74	6,39
6	56.34	Апігенін	0,13	0,48

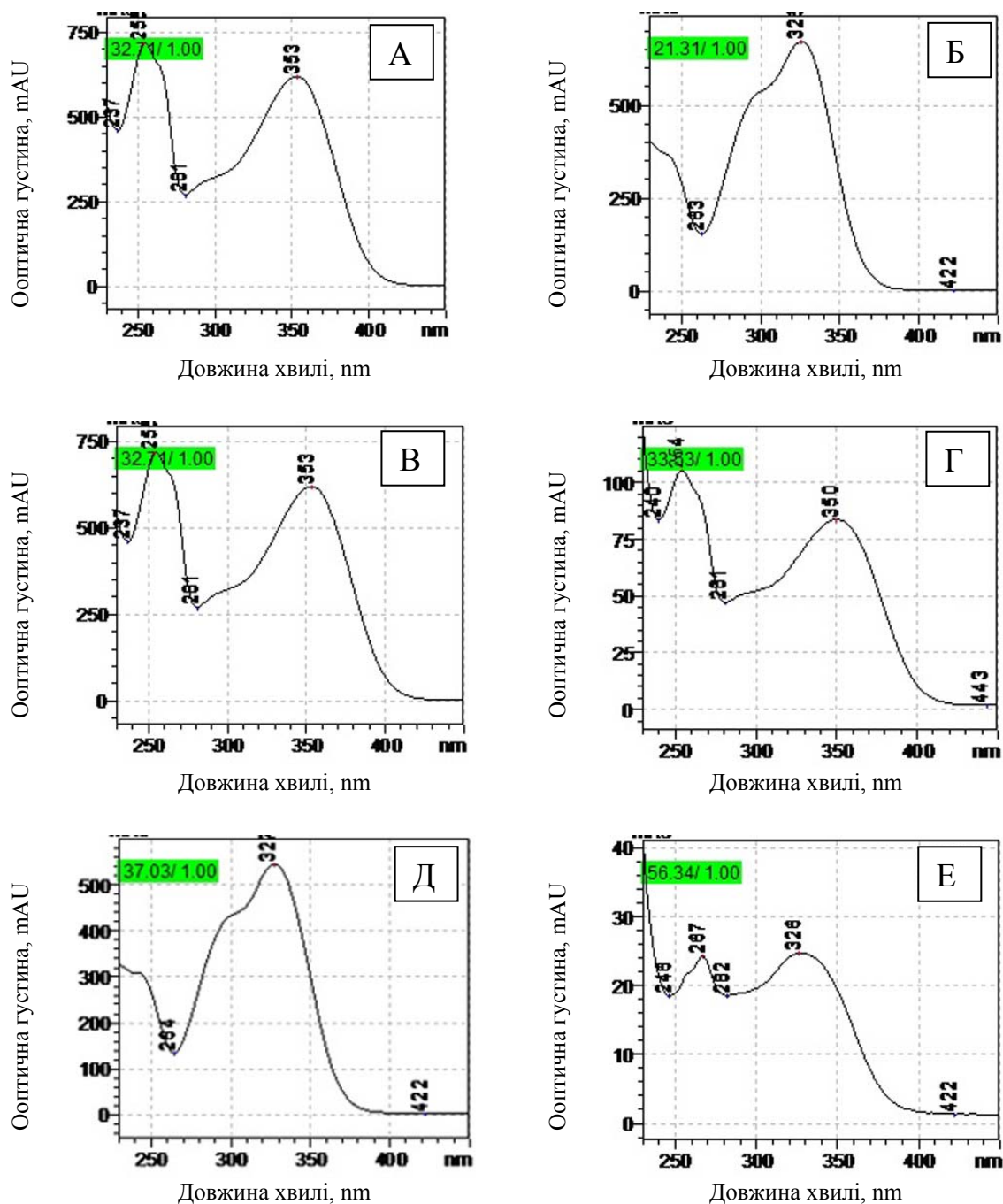


Рис. 3. УФ спектри фенольних сполук із екстракту *Artemisia austriaca*

А – хлорогенова; Б – кофейна; В – рутин; Г – кверцетин-біозид; Д – ізохлорогенова; Е – апігенін.

Рутин становить 18,6 % усіх виявлених фенольних сполук. Флавоноїди являють безумовну цінність для медицини. Вони є джерелом капіляроукріплюючих, бактерицидних, жовчогінних, спазмолітичних, протипухлинних, судинорозширювальних, діуретичних, гіпоглікемічних та інших препаратів; відіграють важливу роль в процесах обміну речовин, знижують проникність мембран тканин і тому використовуються при захворюваннях печінки та при запальних процесах. Вони є природними біодоступними антиоксидантами, мають радіпротекторну дію, виводять радіонукліди. Кверцетин збільшує амплітуду серцевих скорочень, нормалізує серцевий ритм. Флавоноли кверцетин, рутин та флавіон апігенін зумовлюють спазмолітичну дію. Рутин має

Р-вітамінну активність, здатен знижувати проникність і крихкість капілярів, підвищувати їх резистентність [7, 12, 13].

Також ідентифіковано кофейну кислоту (оксикорична кислота) (рис. 3Б) та її похідні – хлорогенову (рис. 3А), ізохлорогенову (рис. 3Д) кислоти. Аналіз їх кількісного вмісту, згідно ВЕРХ, показав, що в повітряно-сухій сировині полину австрійського міститься : кофейної – 2,08 мг/г, хлорогенової – 0,12 мг/г, ізохлорогенової – 1,74 мг/г. (табл. 2). Відомі праці, в яких хлорогенова та кофейна кислоти розглядаються як захисний фактор стосовно деяких мікроорганізмів, їх вміст корелює із антиоксидантною активністю рослин [10].

Сума фенольних сполук в повітряно-сухій сировині полину австрійського становить 27,25 мг/г (2,73 %).

ВИСНОВКИ

1. Методом газо-рідинної хроматографії встановлено компонентний склад ефірної олії трави полину австрійського, в якій виявлено 48 сполук, з них ідентифіковано 46. Домінуючі сполуки: транс-вербенол (30,77 %), сабінілацетат (18,16 %), пінокарвон (10,77 %).

2. Методом вискоефективної рідинної хроматографії у траві полину австрійського виявлено 31 сполуку фенольної природи, з них ідентифіковано флавоноїди рутин, апігенін, кверцетин-біозид, а також кофейну, хлорогенову, ізохлорогенову кислоти. Сума фенольних сполук в повітряно-сухій сировині полину австрійського становить 27,25 мг/г (2,73 %). Домінуюча сполука – рутин (18,6 %).

3. Значна кількість цінних біологічно активних сполук в траві полину австрійського за умов інтродукції в зоні Житомирського Полісся створює передумови для подальшого його вивчення як перспективного сировинного джерела для фармацевтичної, парфумерно-косметичної промисловостей.

Список літератури

1. Беленовская Л. М. Флаваноиды некоторых видов семейства *Artemisia* (Asteraceae) при введении в культуру в Ленинградской области / Л. М. Беленовская, А. А. Коробков // Растительные ресурсы. – 2005. – Вып. 41. – С. 100–105.
2. Коновалов Д. А. Компонентный состав эфирного масла полыни австрийской, произрастающей в Ставропольском крае / Д. А. Коновалов // Кубанск. научн. мед. вестник. – 2006. – Вып. 10, № 91. – С. 38–39.
3. Коновалов Ю. Б. Микроэлементный состав полыни австрийской / Ю. Б. Коновалов // Экология и здоровье: сб. науч. тр. – Эссенуки: Ассоциация мед. центров ЮНЕСКО. – 2004. – Вып. 8. – С. 206–210.
4. Коновалов Ю. Б. Антимикробная активность эфирного масла полыни австрийской / Ю. Б. Коновалов, Д. А. Коновалов // Научное обозрение. – 2005. – № 3. – С. 11–12.
5. Коновалов Ю. Б. Изучение аминокислотного состава полыни австрийской методом тонкослойной хроматографии / Ю. Б. Коновалов, Т. Д. Мезенова, Д. А. Коновалов // Дни науки: науч. тр. – Пятигорск. – 2005. – № 29. – С. 149–151.
6. Черногород Л. Б. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразанол / Л. Б. Черногород, Б. А. Виноградов // Растительные ресурсы. – СПб., 2006. – Т. 42, Вып. 2. – С. 61–68.
7. Шалдаева Т. М. Флавоноиды *Artemisia dracunculoides* L. из природных местообитаний юга Сибири. / Т. М. Шалдаева // Растительный мир Азиатской России. – 2009. – № 1 (3). – С. 105–110.
8. Antioxidant activities and total phenolic compounds amount of some Asteraceae species / [U. Ozgen, A. Mavi, Z. Terzi et al.] // Turkish Journal of Pharm. Sci. – 2004. – V. 1 (3). – P. 203–216.
9. Comparison of the Total Phenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of Methanolic Extracts of *Artemisia specigera* and *A.splendens* Growing in Iran / F. Heshmati Afshar, A. Delazar, H. Nazemiyeh et al. // Pharmaceutical sciences. – 2012. – V. 18 (3). – P. 165–170.
10. Identification, quantitative determination and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in prune (*Prunus domestica* L.) / [N. Nakatani, S. Kayano, H. Kikuzaki et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2000. – V. 48. – P. 5512–5516.
11. Investigation of Acute Liver Toxicity and Anti-Inflammatory Effects of *Artemisia Austriaca* J. Jacqm. / U. Mercan, A. C. Oner, H. Ontur et al. // Pharmacol. online. – 2008. – N 1. – P. 131–138.
12. Taguri T. Antibacterial spectrum of plant polyphenols and extracts depending upon hydroxyphenyl group / T. Taguri, T. Tanaka, I. Kouno // Biol. Pharm. Bull. – 2006. – V. 29. – P. 2226–2235.
13. Total Phenolic and Total Flavonoids Content of Aerial Parts of *Artemisia abrotanum* Linn. and *A. pallens* Wall / [J. Suresh, J. Fluja, N. Paramakris Hnan et al.] // Analytical Chemistry Letters. – 2012. – V. 2 (3). – P. 186–191.

Ивашенко И. В., Рахметов Д. Б., Сластья Е. А., Иващенко О. А. Хроматографический анализ эфирного масла и фенольных соединений *Artemisia austriaca* при интродукции в Житомирском Полесье // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 99–105.

Методом газо-жидкостной хроматографии в эфирном масле *Artemisia austriaca* установлено наличие 48 компонентов, идентифицировано 46 веществ. Основными компонентами являются транс-вербенол (30,77 %), пинокарвон (10,77 %), сабинилацетат (18,16 %). В результате исследования надземной части полыни австрийской методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) выявлено 31 соединения фенольной природы. Идентифицированы флавоноиды рутин, апигенин, кверцетин-биозид также кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая кислоты. Сумма фенольных соединений в воздушно-сухом сырье полыни австрийской составляет 27,25 мг/г (2,73 %). Доминирующее соединение – рутин (18,6 %).

Ключевые слова: *Artemisia austriaca*, интродукция, газо-жидкостная хроматография, фенольные соединения, флавоноиды, эфирное масло.

Ivashchenko I. V., Rakhmetov D. B., Slast'ya Ye. A., Ivashchenko O. A. Chromatographic analysis of ethereal oil and phenolic compounds of *Artemisia austriaca* under its introduction in Zhytomyr Polissya // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 99–105.

Using the method of gas-liquid chromatography we have detected 48 components in ethereal oil of *Artemisia austriaca* and identified 46 substances, the main compounds being trans-verbenole (30,77 %), pinocarvone (10,77 %), and sabinilacetate (18,16 %). By the method of highly efficient solution chromatography (HESChr) in the grass of *Artemisia austriaca* we have detected 31 phenolic compounds, of which we identified such flavonoids as rutin (0,51 %), apigenin (0,013 %), quercetin-bioside (0,05 %) and the following acids: caffeic (0,21 %), chlorogenic (0,012 %) and isochlorogenic (0,17 %). Amount of phenolic compounds in the air-dry raw Austrian wormwood is 27,25 mg / g (2,73 %). Rutin is a dominant compound (18,6 %).

Key words: *Artemisia austriaca*, gas-liquid chromatography, introduction, phenolic compounds, flavonoids, etheric oil.

Поступила в редакцию 09.02.2014 г.

УДК 581.471:582.772.3 (477.75)

МОРФОЛОГО-БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОДОВ И СЕМЯН КОНСКОГО КАШТАНА ОБЫКНОВЕННОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM*) В КРЫМУ

Кузнецова Т. М.

Крымский агротехнологический университет, Симферополь, anavikuz@mail.ru

В статье приведены результаты изучения морфологии плодов и семян конского каштана обыкновенного. Проанализирована индивидуальная изменчивость плодов и семян по следующим признакам: форма, размер, масса, количество шипов на 1 см², окраска семян. Выявлены особи отличные по количеству и характеру шипов, а также диагностированы разновидности форм и окраски семян, ранее не описанные в научной литературе.

Ключевые слова: конский каштан обыкновенный, плоды, семена, изменчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение морфологии плодов и семян включает оценку их строения, формы, пространственного расположения отдельных структур, их размерные показатели и таким образом дает объективную оценку морфологическому разнообразию, как в пределах вида, так и в отношении отдельных популяций.

Из истории ботаники известно, что прямой предшественник будущих классификаторов системы растений Андреа Цезальпин (XVI в.), придавал большое значение форме плода, числу семян, присутствию или отсутствию их покрова и т. д. [10]. Классификации и номенклатуре плодов большое внимание уделяли в своих научных работах многие исследователи [3, 5, 8, 9].

На территории Крымского полуострова зеленые насаждения являются важнейшим составным элементом экосистемы, выполняя эстетические, санитарно-гигиенические и психофизиологические функции, которые положительно влияют на среду обитания человека. Среди большого разнообразия представленных интродуцентов древесно-кустарниковых пород конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.) нашел широкое применение в парковых и уличных насаждениях в предгорной части Крыма и ЮБК. Он представлен здесь не менее чем десятью поколениями местной семенной репродукции.

Ознакомление с литературой по дендрологии показывает, что сведения о внутривидовой изменчивости конских каштанов в Крыму по морфологическим признакам отсутствуют.

Актуальность исследований морфологии плодов и семян конского каштана обыкновенного обусловлена очевидной практической востребованностью данных по изменчивости карпологических признаков и классификации на их основе фенотипов в пределах данного вида.

Целью данного исследования явилось изучение карпологических признаков конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в Крыму.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили зрелые плоды и семена, собранные во время полевых работ в 2007 г. и 2012 г. в предгорной и южной частях Крыма. В процессе отбора материала выбраковывали плоды и семена, пораженные патогенными грибами, насекомыми-вредителями и недоразвитые.

Объем выборок отвечал условиям получения достоверных аналитических данных. За периоды полевых работ для определения морфолого-биометрических характеристик было собрано и изучено 780 плодов с тридцати двух деревьев, случайная выборка с одного дерева n=20–30 шт., и 1249 семян конского каштана обыкновенного.

Изучение изменчивости проводилось по методике С. А. Мамаева с использованием справочников по описанию внутривидовых декоративных форм [3, 4, 6, 7].

Морфологические особенности отдельно взятых плодов определялись по следующим параметрам: форма плода; длина и характер шипов; количество шипов или бородавок на 1 см², линейные размеры плода, масса плода.

При изучении морфологических признаков семян учитывали форму семян, линейные размеры семян, массу и цвет семян, а также размеры семенного рубца.

Математическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel с учетом общепринятых методических указаний по биологической статистике [2].

Для каждого признака определяли минимальное (min) и максимальное (max) значение, среднее арифметическое значение (M), его ошибку (m), коэффициент вариации (C, %).

При сопоставлении полиморфизма признаков в качестве меры изменчивости использовали эмпирическую шкалу, предложенную С. А. Мамаевым (1975). Уровень изменчивости принимается как очень низкий (C<8 %), низкий (C=8–12 %), средний (C=13–20 %), высокий (C=21–40 %), очень высокий (C>40 %).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе рассмотрены метрические показатели и количественные характеристики (частично) плодов и семян конского каштана обыкновенного. Более подробно количественные характеристики плодов и семян будут рассмотрены в других сообщениях.

При изучении морфометрических особенностей плодов и семян были получены следующие результаты.

Плоды. Предгорный район, г. Симферополь, п. Аграрное. В 2007 г. по форме выделены образцы (360 шт.) с яйцевидными, широкояйцевидными и округлыми плодами. По шиповатости (количество шипов на 1 см²): сильно шиповатые (7–10), средне шиповатые (4–6), слабошиповатые (1–3), с бородавками и без шипов. По длине шипов: очень короткие (0,1–0,2 см), короткие (0,3–0,4 см), шипы средней длины (0,5–0,6 см); длинные (0,7–0,9 см) и очень длинные (1 см и больше). По характеру шипов: тонкие и толстые; прямые, крючковидные и слегка изогнутые; сильно колючие, и слабоколючие (рис. 1–6).

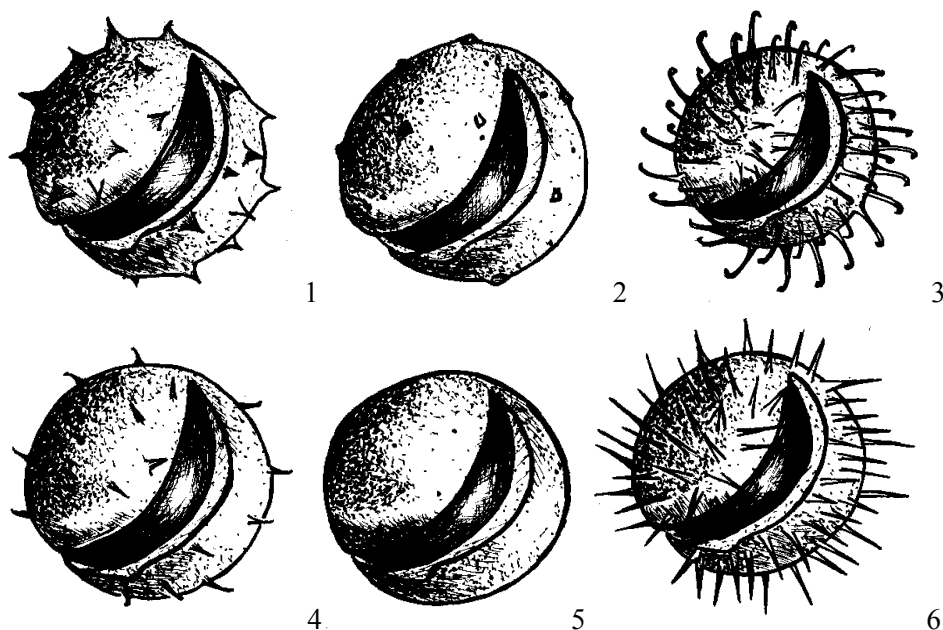


Рис. 1–6. Изменчивость плодов конского каштана обыкновенного по шиповатости

1 – шипы короткие или средней длины, толстые, прямые; 2 – с бородавками; 3 – шипы очень длинные, тонкие, крючковидные; 4 – шипы тонкие, слегка изогнутые; 5 – без шипов и бородавок; 6 – шипы длинные или очень длинные тонкие, прямые.

Таблица 1

Метрические показатели плодов конского каштана обыкновенного
в г. Симферополь, п. Аграрное, 2007 г.

№ дерева	Длина шипов (бородавок), мм		Количество шипов (бородавок) на 1 см ² , шт		Размеры плодов, мм			
					ширина плода, мм		длина плода, мм	
	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	С, %	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	С, %	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	С, %	$\frac{M \pm m}{\text{min-max}}$	С, %
1	$\frac{4,1 \pm 0,17}{3-5}$	18,7	$\frac{5,7 \pm 0,27}{4-9}$	21,4	$\frac{43,2 \pm 1,19}{32-55}$	12,3	$\frac{46,4 \pm 1,15}{36-58}$	11,1
2	$\frac{3,9 \pm 0,18}{3-5}$	21,1	$\frac{4,8 \pm 0,35}{1-7}$	33,4	$\frac{45 \pm 1,41}{36,1-56,1}$	14	$\frac{46,3 \pm 0,73}{41,6-52,2}$	7,1
3	$\frac{5,2 \pm 0,09}{5-6}$	7,9	$\frac{5,0 \pm 0,15}{4-6}$	13,9	$\frac{47,4 \pm 1,41}{38-56,2}$	13,3	$\frac{44,8 \pm 0,57}{40-50}$	5,7
4	$\frac{2,4 \pm 0,11}{2-3}$	20,8	$\frac{3,7 \pm 0,15}{3-5}$	18,4	$\frac{35,8 \pm 0,81}{30,6-45,6}$	10,1	$\frac{38,5 \pm 0,74}{34,3-47,2}$	8,6
5	Плоды без шипов и бородавок				$\frac{43,6 \pm 1,14}{39-57}$	11,7	$\frac{47 \pm 1,20}{42,2-60,3}$	11,4
6	$\frac{7,7 \pm 0,35}{4-10}$	20,3	$\frac{6,5 \pm 0,26}{4-9}$	17,6	$\frac{44 \pm 1,05}{36,6-55,5}$	10,7	$\frac{45,5 \pm 1,13}{37,2-57,2}$	11,1
7	$\frac{3,4 \pm 0,15}{2-5}$	20	$\frac{7,2 \pm 0,16}{5-8}$	9,7	$\frac{39,8 \pm 0,90}{36-48,5}$	10,2	$\frac{46,8 \pm 0,63}{43-54,4}$	6
8	$\frac{5,6 \pm 0,28}{3-8}$	22,7	$\frac{4,0 \pm 0,16}{3-5}$	18,1	$\frac{43,5 \pm 0,80}{37,8-52}$	8,3	$\frac{45 \pm 0,81}{40-54}$	8
9	$\frac{5,8 \pm 0,27}{4-8}$	20,6	$\frac{5,5 \pm 0,18}{5-7}$	15	$\frac{39,6 \pm 1,11}{31,9-55}$	12,5	$\frac{45,3 \pm 1,05}{37-53,3}$	10,4
10	$\frac{5,7 \pm 0,17}{5-8}$	13,2	$\frac{6,8 \pm 0,35}{4-8}$	23,5	$\frac{43,5 \pm 0,61}{38,9-49,8}$	6,2	$\frac{46,2 \pm 0,57}{41,8-50,6}$	5,6
11	$\frac{1,8 \pm 0,09}{1-2}$	20,9	$\frac{1,8 \pm 0,17}{1-3}$	41,2	$\frac{45,5 \pm 0,47}{41,9-51}$	4,6	$\frac{49,8 \pm 0,42}{46,2-52,1}$	3,8
12	$\frac{9,7 \pm 0,25}{7-12}$	11,6	$\frac{8,2 \pm 0,27}{6-10}$	15	$\frac{44,3 \pm 0,79}{37-51}$	8	$\frac{56,7 \pm 1,44}{42,2-64,3}$	11,4
13	$\frac{2,0 \pm 0,05}{1-2}$	11,5	$\frac{1,0 \pm 0}{1-1}$	0	$\frac{44,1 \pm 0,62}{41-51,1}$	6,3	$\frac{47,3 \pm 0,61}{43-54,2}$	5,8
14	$\frac{3,4 \pm 0,25}{2-5}$	33,9	$\frac{9 \pm 0,09}{8-10}$	4,4	$\frac{38,1 \pm 0,80}{30,9-44}$	9,4	$\frac{41,5 \pm 0,7}{31,7-46,1}$	7,6
15	$\frac{1,9 \pm 0,10}{1-3}$	23,5	$\frac{1,2 \pm 0,14}{1-3}$	51,3	$\frac{43,1 \pm 0,68}{33,9-46,2}$	7	$\frac{47,6 \pm 0,54}{39,5-50,7}$	5,1
16	$\frac{3,5 \pm 0,21}{3-6}$	27,4	$\frac{5,4 \pm 0,20}{4-8}$	16,4	$\frac{42,1 \pm 0,65}{38-46,2}$	6,9	$\frac{44,9 \pm 0,72}{40,1-50,5}$	7,2
17	$\frac{2,2 \pm 0,09}{2-3}$	17,7	$\frac{1,1 \pm 0,08}{1-2}$	29,1	$\frac{41,9 \pm 0,64}{37,3-50}$	6,8	$\frac{45,5 \pm 0,78}{40,6-55}$	7,7
18	$\frac{8,3 \pm 0,22}{7-9}$	11,8	$\frac{8,9 \pm 0,11}{8-10}$	5,5	$\frac{31,2 \pm 0,8}{20,1-36,6}$	11,5	$\frac{33,9 \pm 0,79}{23-38,8}$	10,4

Из приведенного рисунка видно, что плоды конского каштана обыкновенного достаточно хорошо различаются визуально по степени шиповатости коробочки, что демонстрирует хорошо заметные специфические индивидуальные различия между отдельными особями. По шиповатости плодов конского каштана обыкновенного случайно отобранные особи распределились следующим образом. У семи деревьев (№ 3, № 4, № 7, № 8, № 10, № 11, № 17) из восемнадцати отмечены в основном плоды с короткими или средней длины, толстыми, прямыми шипами (см. рис. 1), и только у дерева № 6 такой плод один. Всего 141 плод (39,2 %). Плоды с тонкими, слегка изогнутыми шипами (см. рис. 4) отмечены у деревьев № 1, № 2, № 9, № 13, № 14, № 16, № 18 (140 шт., 38,9 %). У дерева № 12 плоды (20 шт., 5,6 %) с очень длинными, тонкими, крючковидными шипами (см. рис. 3). Плоды (20 шт., 5,6 %) у дерева № 15 с бородавками (см.

рис. 2), а с длинными или очень длинными, тонкими, прямыми шипами (см. рис. 6) у дерева № 6 (19 шт., 5,3 %). Только у дерева № 5 плоды (20 шт., 5,6 %) гладкие (см. рис. 5), внешне схожие с орехом грецким. Различия, выявленные у деревьев по степени шиповатости плодов, вероятно, являются генетически закрепленным показателем-феном, который возможно использовать для изучения популяционной структуры вида.

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что длина шипов (бородавок) варьирует от очень низкого ($C=7,9$ %) к высокому ($C=33,9$ %) уровню изменчивости. Различия деревьев по среднестатистическим значениям этого показателя четко проявляются у деревьев №11 и № 12: длина шипов на плодах первого в 5 раз короче, чем у второго. Числовое значение уровня изменчивости плодов по количеству шипов (бородавок) на 1 см^2 находится в пределах $C=0-51,3$ % (от очень низкого (дерево № 13) до очень высокого (дерево № 15)). Отличительными признаками между отдельными особями, в основном, явились длина и количество шипов на плоде, которые имеют незначительные отклонения в пределах одной особи.

Корреляционный анализ биометрических показателей плодов показал значительную тесноту связи ($r=0,620$) между длиной и количеством шипов на 1 см^2 . Таким образом, наличие на поверхности плода длинных и очень длинных шипов, длиной 0,7–1 см и более, увеличивает их плотность на 1 см^2 .

Линейные размеры плодов варьируют в пределах от очень низкого ($C=4,6$ %) до низкого ($C=14$ %) уровня по ширине плода, а по длине от очень низкого ($C=3,8$ %) до среднего ($C=11,4$ %). В группе растений значения показателей находятся в пределах от 20,1 мм до 56,2 мм (ширина плода) и от 23 мм до 64,3 мм (длина плода).

Исследования в 2007 г. показали, что плоды по массе варьировали от 3,86 г до 95,55 г. (Предгорный район, 360 шт.) и от 14,6 г до 103,4 г (ЮБК, 420 шт.). Среднее арифметическое значение и его ошибка соответственно $10,33\pm0,96$ мм и $37,21\pm3,65$ мм; $34,6\pm1,9$ мм и $66,3\pm3,2$ мм. Эндогенная изменчивость признака характеризуется уровнем изменчивости от среднего к очень высокому: $C=14,4-43,9$ % (Предгорный район) и $C=16-42$ % (ЮБК). Такая вариабельность показателя, вероятно, обусловлена не только погодно-климатическими, почвенными, гидрологическими и экологическими условиями районов, но и особенностями материнской особи.

Семена. Морфолого-биометрические показатели семян конского каштана обыкновенного определены у 1250 шт.

Определенной изменчивостью характеризовались размеры семян: длина – наибольший промер семян; ширина – средний и толщина – наименьший промер семян. Результаты метрических показателей семян конского каштана обыкновенного засвидетельствовали, что их линейные параметры характеризуются, в основном, незначительным уровнем изменчивости ($C=8,4-12,9$ %), и, только в п. Аграрное (2012 г.) от среднего до высокого ($C=18,4-22,1$ %). Уровень изменчивости линейных размеров семенного рубца возрастает от низкого к среднему ($C=10,5-16,5$ %) в пунктах исследования п.г.т. Партенит и г. Симферополь и к высокому ($C=26,8-33,3$ %) в п. Аграрное (табл. 2).

Семена *A. hippocastanum* имели широкий диапазон значений массы. В среднем масса одного семени в 2007 г. составила $19,82\pm0,25$ г при $C=28,6$ % (п.г.т. Партенит) и $14,23\pm0,23$ г при $C=32,8$ % (п. Аграрное). В 2012 г. этот показатель составил: $12,75\pm0,01$ г. при $C=20,8$ % (п.г.т. Партенит); $7,49\pm0,04$ г. при $C=63,4$ % (п. Аграрное); $17,54\pm0,04$ г. при $C=24,8$ % (г. Симферополь, парк им. Гагарина). Таким образом, масса семян значительно варьирует, что может быть обосновано уровнем экологических условий района исследований и климатическими особенностями года исследований.

Изучаемые семена конского каштана обыкновенного были чрезвычайно изменчивы по форме семени и семенного рубца, поэтому, в зависимости от конфигурации семян, было выделено три основных формы семени, восемь их разновидностей, а также шесть форм семенного рубца.

Форма семян варьирует от округлой, овальной и до угловатой. Учитывая поливариантность формы, выделены следующие их разновидности: сферическая, двояковыпуклая, плоско-выпуклая с наклонной верхушкой, плоско-выпуклая с округлой верхушкой, вогнуто-выпуклая с округлой верхушкой, вогнуто-выпуклая с наклонной верхушкой, двояковогнутая, двояко-плоско-выпуклая с одним ребром. Наиболее часто встречаемые из них – двояковыпуклая и вогнуто-выпуклая формы.

Форма семян конского каштана обыкновенного зависит от размера плода и количества семян в нем. Чем меньше плод, тем более округлое семя, и соответственно, наличие в большом плоде трех семян придает им угловатую форму. Конфигурация ареола семенного рубца (места крепления семени к стенкам плода) представляется: округлой, неправильно-округлой, эллиптической, неправильно-овальной, сердцевидной и серповидной.

Таблица 2

Биометрические показатели семян конского каштана обыкновенного

Биометрический показатель	Семена			Семенной рубец		
	M ± m	min – max	C, %	M ± m	min – max	C, %
п. Аграрное (2007 г.)*						
Длина, мм	33,4±0,20	17,1–44,2	12,2	-	-	-
Ширина, мм	30,1±0,19	13,2–38,2	12,9	-	-	-
Толщина, мм	-	-	-	-	-	-
ЮБК, п.г.т. Партенит (2012 г.)**						
Длина, мм	31,93 ± 0,193	24,15–40,10	8,5	24,50 ± 0,183	17,20–31,20	10,5
Ширина, мм	29,39 ± 0,174	20,10–35,30	8,4	20,48 ± 0,239	6,20–30,80	16,5
Толщина, мм	23,50 ± 0,196	30,75–13,70	11,8	-	-	-
г. Симферополь, парк им. Гагарина (2012 г.)***						
Длина, мм	35,98 ± 0,576	26,85–46,60	11,3	26,34 ± 0,588	19,10–35,45	15,8
Ширина, мм	32,34 ± 0,438	24,3–38,80	9,6	23,87 ± 0,429	14,40–28,50	12,7
Толщина, мм	25,03 ± 0,335	20,65–29,15	9,5	-	-	-
п. Аграрное (2012 г.)***						
Длина, мм	26,20 ± 0,820	15,00–39,30	22,1	17,96 ± 0,681	4,20–31,05	26,8
Ширина, мм	23,89 ± 0,650	13,8–34,95	19,2	16,51 ± 0,777	4,70–29,70	33,3
Толщина, мм	19,02 ± 0,494	12,20–27,10	18,4	-	-	-

Примечание к таблице. * – объем выборки равен 425 шт., ** – объем выборки равен 200 шт., *** – объем выборки равен 50 шт. Прочерк означает отсутствие данных.

Важным морфологическим признаком, который также широко используется в семеноводстве и в популяционной биологии является окраска семени. Результаты исследований показали, что основной цветовой гаммой окраски семенной кожуры, согласно шкале Бондарцева [1], является коричневый тон. Цветовую палитру составили следующие оттенки: ржаво-коричневый, коричнево-каштановый, темно-умбровый, темно-коричневый, красновато-бурый, темно-бурый, коричневый, темно-каштановый и битровый.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена широкая изменчивость особей *A. hippocastanum* по степени проявления шиповатости плодов. Выделено шесть основных форм шиповатости. Высказана гипотеза о том, что хорошо заметные специфичные индивидуальные различия по плодам между отдельными особями, вероятно, являются генетически закрепленным показателем-феном, который возможно использовать для изучения популяционной структуры вида. Отмечена значительная корреляционная связь ($r=0,620$) между длиной и количеством шипов на 1 см².

2. Линейные размеры плодов (ширина, длина) характеризуются очень низким, низким и средним уровнем изменчивости признака ($4 \leq C \leq 14$). Размах вариации по массе плодов в предгорном Крыму составил $R=91,69$ г., а на ЮБК $R=88,8$ г., что вероятно, обусловлено не только экзогенными факторами среды, но и эндогенными особенностями материнской особи.

3. Результаты исследований линейных параметров семян конского каштана обыкновенного показали в основном незначительный уровень изменчивости ($8 \leq C \leq 13$), исключением выявились метрические показатели семян в п. Аграрное (2012 г.) с коэффициентом вариации от среднего до высокого ($18 \leq C \leq 22$).

4. Выделено три основных формы семян, восемь их разновидностей и шесть форм семенного рубца, которые варьировали в зависимости от размера плода и количества семян в нем. Выявлено наличие девяти оттенков семенной кожуры в пределах коричневого тона.

5. Полученные данные могут быть полезны в практике семеноводства и зеленого строительства.

Список литературы

1. Бондарцев А. С. Шкала цветов / А. С. Бондарцев. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 27 с.
2. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1991. – 183 с.
3. Каден Н. Н. О некоторых основных вопросах классификации, типологии и номенклатуры плодов / Н. Н. Каден // Ботанический журнал. – 1961. – Т. 46, № 12. – С. 496–506.
4. Колесников А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 703 с.
5. Левина Р. Е. Морфология и экология плодов / Р. Е. Левина. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.
6. Лыпа А. Л. Определитель деревьев и кустарников / А. Л. Лыпа. – К.: Изд-во Киевского ун-та, 1957. – 386 с.
7. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере *Pinaceae* на Урале) / С. А. Мамаев. – М. – Наука, 1972. – 283 с.
8. Плоды и семена деревьев и кустарников, культивируемых в Украинской ССР / [И. А. Кохно, А. М. Курдюк, Н. М. Дудик и др.]. – К.: Наукова думка, 1991. – 320 с.
9. Сравнительная анатомия семян. Двудольные. *Rosidae* I. [гл. ред. А. Л. Тахтаджян, ред. М.Ф. Данилова]. – СПб.: Мир и семья, 1996. – Т. 5. – 512 с.
10. Энциклопедический словарь / Издатели Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефронь. – СПб.: Типолитография И. А. Ефрона, 1895. – 960 с.

Кузнецова Т. М. Морфолого-біометричні характеристики плодів і насіння кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*) в Криму // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 106–111.

У статті наведені результати вивчення морфології плодів і насіння гіркого каштана звичайного. Проаналізована індивідуальна мінливість плодів і насіння за такими ознаками: форма, розмір, маса, кількість шипів на 1 см², забарвлення насіння. Виявлені особини відмінні за кількістю і характером шипів, а також діагностовано різновиди форм і забарвлення насіння, що раніше не були описані в науковій літературі.

Ключові слова: гіркий каштан звичайний, плоди, насіння, мінливість.

Kuznetsova T. M. Morphological and biometric characteristics of fruits and seeds of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) in the Crimea // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 106–111.

The results of studying the morphology of fruits and seeds of *Aesculus hippocastanum* L. in this article are shown. The individual variability of fruits and seeds of the following characteristics: shape, size, weight, quantity of spikes per 1 cm², seed color was analyzed. Individuals differ in the number and spines character of the identified, the variety of forms and coloration of seeds, that were not previously described in the scientific literature, were diagnosed.

Key words: horse chestnut, fruit and seeds, variability.

Поступила в редакцію 16.01.2014 г.

УДК 598.2/9 (477.91)

СОСТОЯНИЕ И ТЕРРИТОРИАЛЬНО-БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРНИТОФАУНЫ ЗАКАЗНИКА «КАРАНЬСКИЙ» (КРЫМ)

Костин С. Ю.

Украинское общество охраны птиц, *serj_kostin@mail.ru*

В публикации представлены результаты двухлетнего орнитологического обследования территории заказника «Караньский». Выявлено не менее 100 видов птиц, что составляет 31% орнитофауны Крыма, из которых гнездящихся – 53, мигрантов – 63, зимующих – 40 видов.

Ключевые слова: орнитофауна, биотопы, заказник «Караньский», Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Территория между Балаклавской бухтой, Высотой Горной и Мраморной балкой, включающая Василеву балку, высоты Таврос, Мытилино, Кая-Баш и Караньское плато, а также участок прилегающей акватории Черного моря решением III сессии Севастопольского горсовета (№ 804, от 13.09.2006 г.) были зарезервированы в качестве ботанического заказника местного значения «Караньский», Общая площадь – 1071,3 га, в том числе 946,5 га суши и 124,8 га морской акватории.

Эта уникальная территория отличается высоким уровнем ландшафтного и биологического разнообразия. Располагаясь на юго-западной границе предгорий, охватывая пояс дубовых и можжевельно-сосновых лесов межгорных котловин и эрозионного низкогорья, она отличается пестрым сочетанием скально-приморских, открытых, лесостепных и лесных местообитаний (рис. 1). Обследование территории проводилось в 2012–2013 гг. во время регулярных (1–2 раза в месяц) однодневных маршрутных учетов по общепринятым методикам. Номенклатура и объем видов птиц соответствует таковым у Л.С. Степаняна [3], сосудистых растений приводится по С. Л. Мосякину, М. Н. Федорончуку [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гнездовой орнитокомплекс. Гнездовой аспект орнитофауны включает представителей различных экологических групп и насчитывает не менее 53 видов птиц. Ядро орнитокомплекса составляют экологически пластичные широко распространенные эвритопы, связанные с древесно-кустарниковой растительностью (семь видов): вяхирь (*Columba palumbus*), серая ворона (*Corvus cornix*), обыкновенная горихвостка (*Phoenicurus phoenicurus*), черный дрозд (*Turdus merula*), лазоревка (*Parus caeruleus*), большая синица (*Parus major*), зяблик (*Fringilla coelebs*), а также скальными биотопами или их антропоморфными модификациями (5 видов): обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), хохотунья (*Larus cachinnans*), черный стриж (*Apus apus*), галка (*Corvus monedula*), ворон (*Corvus corax*).

1. Открытые и полукрытые биотопы с доминированием травянистой растительности, которая представлена петрофитными сообществами с включением асфоделин крымской (*Asphodeline taurica*), желтой (*A. lutea*) и разных видов ковылей (*Stipa*). Выделяются на среднекрутых склонах плато и высот [контур 1], водораздельно-грядовых участках [контур 1а], на среднекрутых водораздельных склонах, приводораздельных и останцево-водораздельных участках, где они граничат с комплексом фисташково-можжевельных или грабинниковыми редколесьями [контур 1б].

Основу гнездового комплекса птиц составляют семь видов: кеклик (*Alectoris chukar*), серая куропатка (*Perdix perdix*), удод (*Upupa epops*), полевой конек (*Anthus campestris*), обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe*) и плешанка (*Oenanthe pleschanka*), просянка (*Emberiza calandra*).

2. Закрытые и полузакрытые биотопы с древесной растительностью, представленной лесами и редколесьями. На среднекрутых и крутых открытых склонах формируются фисташково-

можжевеловые редколесья [контур 2], которые на крутых полуоткрытых склонах переходят в смешанные фисташково-можжевеловые редколесья в комплексе с дубово-грабинниковыми лесошибляками [контур 2а], а на крутых полузакрытых склонах – дубово-грабинниковые леса сшибляками, в которых выделяются обширные поляны и скальные обнажения [контур 3]. По долинам, склонам балок представлены сомкнутые дубово-грабинниковые леса [контур 3а] и фисташково-можжевеловые редколесья [контур 2б]. В лесных сообществах развивается подлесок из жасмина кустарникового (*Jasminum fruticans*) и иглицы понтийской (*Ruscus ponticus*).

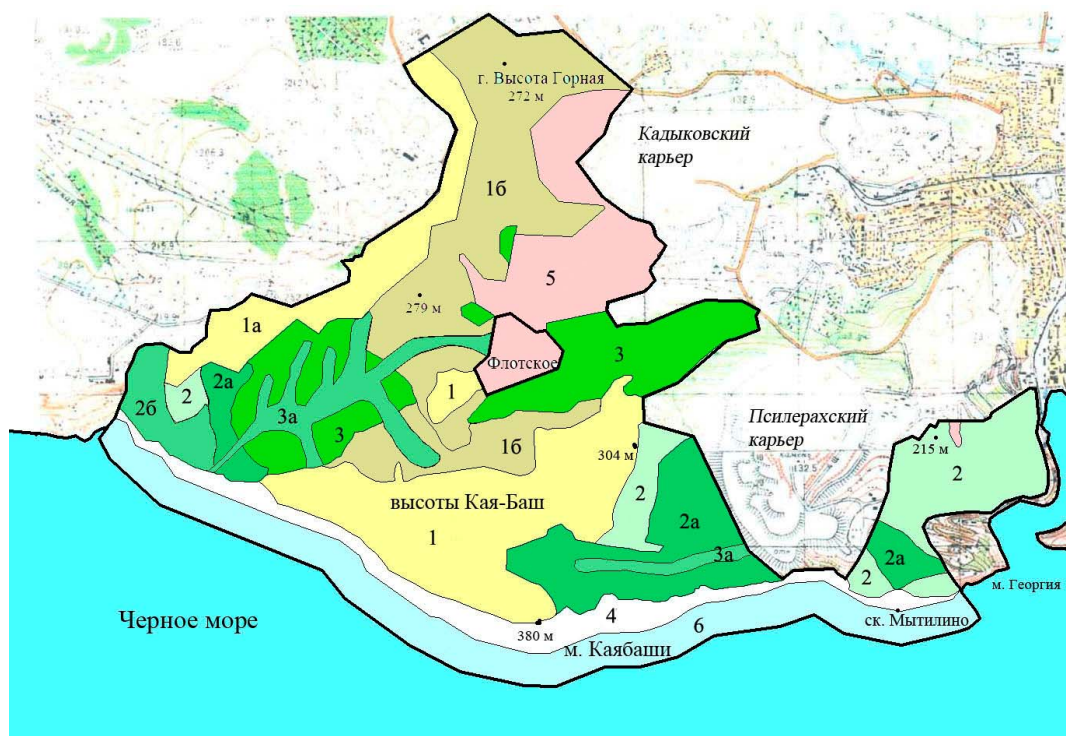


Рис. 1. Схема биотопического деления территории заказника «Караньский» (выполнена на основе ландшафтной карты Е.А. Позаченюк [2])

Условные обозначения: 1 – открытые и полуоткрытые петрофитные травянистые биотопы; 2 – полузакрытые лесные биотопы с фисташково-можжевеловым редколесьем; 3 – закрытые и полузакрытые лесные биотопы с дубово-грабинниковыми лесами и лесошибляками; 4 – скалистые клифовые склоны; 5 – искусственные биотопы; 6 – аквальные комплексы.

Весь комплекс лесных биотопов, кроме упомянутых ранее семи широко распространенных видов птиц, насчитывает еще 14. Влажные лесные биотопы в балках населяют шесть видов: пестрый дятел (*Dendrocopos major*), сойка (*Garrulus glandarius*), крапивник (*Troglodytes troglodytes*), черноголовая славка (*Sylvia atricapilla*), зарянка (*Erithacus rubecula*), деряба (*Turdus viscivorus*). В редколесьях и кустарниковых ассоциациях гнездится еще не менее восьми видов птиц. Здесь отмечены: обыкновенная горлица (*Streptopelia turtur*), козодой (*Caprimulgus europaeus*), лесной конек (*Anthus trivialis*), обыкновенный жулан (*Lanius collurio*), серая славка (*Sylvia communis*), длиннохвостая синица (*Aegithalos caudatus*), коноплянка (*Acanthis cannabina*), садовая овсянка (*Emberiza hortulana*).

3. Скальные формы рельефа представлены естественными крутыми и обрывистыми клифовыми склонами с единичными можжевельниками (*Juniperus excelsa*) [контур 4] и их антропоморфными аналогами на склонах Кадыковского и Псилерахского карьеров, расположенных на границе заказника. Данные биотопы используют в качестве гнездовых не менее девяти видов: сапсан (*Falco peregrinus*), белобрюхий стриж (*Apus melba*), у верхней кромки береговых обрывов – плешанка, а в нижней части – хохлатый баклан (*Phalacrocorax aristotelis*).

Кроме того, здесь отмечены небольшие колонии воронка (*Delichon urbica*), а на Кадыковском карьере – курганник (*Buteo rufinus*).

4. Искусственные элементы ландшафта включают селитебно-парковую зону поселка Флотское, отдельные строения в/ч с парковой растительностью, дороги, опоры ЛЭП и виноградники [контур 5]. Они обусловили присутствие на гнездовании ряда синантропных видов: кольчатая горлица (*Streptopelia decaocto*), сирийский дятел (*Dendrocopos syriacus*), деревенская ласточка (*Hirundo rustica*), хохлатый жаворонок (*Galerida cristata*), обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*), домовый воробей (*Passer domesticus*), и лесостепных: фазан (*Phasianus colchicus*), сплюшка (*Otus scops*), чернолобый сорокопуд (*Lanius minor*), сорока (*Pica pica*), серая славка, южный соловей (*Luscinia megarhynchos*), обыкновенная зеленушка (*Chloris chloris*), черноголовый щегол (*Carduelis carduelis*). В обрывчиках террасированных склонов отмечены единичные пары золотистой щурки (*Merops apiaster*), а в постройках на виноградниках – домовый сыч (*Athene noctua*).

Миграционный и зимовочный аспекты. Юго-западный Крым пересекает один из крупных пролетных путей – Понтийский или Черноморский [1]. По нашим данным мигрирующие птицы составляют самый разнообразный компонент орнитофауны этого района (более 60 видов), но при этом кратковременность наблюдений дает основание приводить предварительные результаты при характеристике сезонных аспектов

Наибольшая активность мигрантов отмечена осенью. В сентябре-октябре над территорией заказника «Караньский» концентрируются многочисленные стаи птиц-парильщиков – хищников, журавлей, аистов, где собираясь в своеобразной «воронке» у самых южных берегов полуострова, они совершают бросок через море в юго-западном направлении. Так, 25.09.2013 г. за 0,5 часа над Караньским плато пролетели: 147 особей обыкновенных осоедов (*Pernis apivorus*), 3 болотных луны (*Circus aeruginosus*), 2 тетеревятника (*Accipiter gentilis*), 23 перепелятника (*Accipiter nisus*), 134 обыкновенных канюков (*Buteo buteo*), 1 змееяд (*Circaetus gallicus*), 18 могильников (*Aquila heliaca*), 9 особей обыкновенной пустельги, 76 золотистых щурок, несколько десятков черных стрижей и сотни ласточек трех видов – береговой (*Riparia riparia*), деревенской и воронка. Обычными на осеннем пролете также являются чеглок (*Falco subbuteo*), кобчик (*Falco vespertinus*), перепел (*Coturnix coturnix*), лесной конек, славки черноголовая, садовая (*Sylvia borin*) и серая, пеночки весничка (*Phylloscopus trochilus*) и теньковка (*Phylloscopus collybita*), мухоловки пеструшка (*Ficedula hypoleuca*), белошейка (*Ficedula albicollis*), малая (*Ficedula parva*) и серая (*Muscicapa striata*), горихвостки, обыкновенная и чернушка (*Phoenicurus ochruros*), зарянка, певчий дрозд (*Turdus philomelos*).

Весной на пролете отмечены серый журавль (*Grus grus*), авдотка (*Burhinus oedipnemos*), черный и белобрюхий стрижи, сизоворонка (*Coracias garrulus*), ласточки, полевой жаворонок (*Alauda arvensis*), белая трясогузка (*Motacilla alba*), чернолобый сорокопуд, обыкновенная иволга (*Oriolus oriolus*), луговой (*Saxicola rubetra*) и черноголовый (*Saxicola torquata*) чеканы.

Над морской акваторией и прибрежными участками суши весной пролетают чернозобая гагара (*Gavia arctica*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), кваква (*Nycticorax nycticorax*), цапли желтая (*Ardeola ralloides*), большая (*Egretta alba*) и малая (*Egretta garzetta*) белые, серая (*Ardea cinerea*) и рыжая (*Ardea purpurea*), кряква (*Anas platyrhynchos*), красноголовая чернеть (*Aythya ferina*), чайки черноголовая (*Larus melanocephalus*), озерная (*Larus ridibundus*) и сизая (*Larus canus*), речная крачка (*Sterna hirundo*).

Стабильный, но малочисленный зимовочный орнитокомплекс формируется в древесно-кустарниковых насаждениях с невысокой сомкнутостью крон (более 18 видов) и достаточно бедный состав открытых биотопов (около 9 видов). При этом четкой привязки к определенным биотопам в этот период не прослеживается. Обычны вяхирь, обыкновенный скворец, крапивник, сойка, грач, серая ворона, ворон, желтоголовый королек (*Regulus regulus*), зарянка, дрозды черный, деряба и рябинник (*Turdus pilaris*), синицы длиннохвостая, большая и лазоревка, зяблик, обыкновенная зеленушка, черноголовый щегол, чиж (*Spinus spinus*), дубонос (*Coccothraustes coccothraustes*), просянка. Редко встречаются полевой лунь (*Circus cyaneus*) и зимняк (*Buteo lagopus*), а также небольшие стаи степных (*Melanocorypha calandra*) и полевых жаворонков.

Зимой на прибрежных морских акваториях [контур 6] небольшие скопления образуют пелагические ихтиофаги: чернозобая гагара, большая поганка (*Podiceps cristatus*), большой и хохлатый бакланы, пестроногая крачка (*Thalasseus sandvicensis*), а также кряква, красноголовая, хохлатая (*Aythya fuligula*) чернети, лысуха (*Fulica atra*) и чайки озерная, хохотунья, сизая.

Раритетная фауна птиц насчитывает 11 видов Красной книги Украины [4], из которых к гнездящимся относятся три вида: хохлатый баклан, сапсан (2 пары), курганник (одна пара); к мигрантам – шесть: желтая цапля, скопа (*Pandion haliaetus*), могильник, змееяд, серый журавль, авдотка, а на зимовке отмечено пять редких видов: хохлатый баклан, полевой лунь, курганник, сапсан, серый сорокопут. На скалах в окрестностях Свято-Георгиевского монастыря до 70-х гг. прошлого века отмечали гнездование орлана белохвоста (*Haliaetus albicilla*).

ВЫВОДЫ

По предварительным данным в состав орнитофауны заказника «Караньский» входит не менее 100 видов, или 31 % видового состава птиц Крымского полуострова из которых мигрантов – 63, зимующих – 40 и гнездящихся – 53 вида.

Орнитологическое обследование территории заказника «Караньский» показало, что наибольшее природоохранное значение она имеет как комплексный ландшафтный резерват природы наиболее южной части не только Крымского полуострова, но и Украины в целом. Здесь представлен разнообразный состав орнитологических комплексов, небогатый по видовой насыщенности, но полностью отражающий зонально-ландшафтные особенности данной территории. Наибольшим разнообразием отличается миграционный аспект орнитофауны, так как данный район пересекает один из основных путей миграции птиц.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность д.б.н. Н. А. Багриковой, к.б.н. Л. В. Бондаревой и другим коллегам за содействие и помощь в проведении полевых исследований и подготовке данной публикации.

Список литературы

1. Мензбир М. А. Миграции птиц с зоогеографической точки зрения / М. А. Мензбир. – М.–Л.: Биомедгиз, 1934. – 112 с.
2. Отчет о НИР «Географическое исследование части территории Гераклейского полуострова, зарезервированной с целью отнесения к природно-заповедному фонду в качестве ботанического заказника местного значения «Караньский» – Севастополь, ИнБЮМ, 2007 г. – 79 с.
3. Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян. – М.: Наука, 1990. – 727 с.
4. Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 600 с.
5. Mosyakin S. L. Vascular Plants of Ukraine a nomenclatural checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 345 p.

Костін С. Ю. Стан та територіально-біотопічне розташування орнітофауни заказника «Караньський» (Крим) // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 112–115.

У публікації подані результати дворічного орнітологічного обстеження території заказника «Караньський». Виявлено не менш ніж 100 видів птахів, що становить 31 % орнітофауни Криму, з яких гніздиться 53, мігрантів – 63, зимуючих – 40 видів.

Ключові слова: орнітофауна, біотопи, заказник «Караньський», Крим.

Kostin S. Yu. Condition and territorially-biotopical distribution of birds of the zakaznik «Karansky» (Crimea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 112–115.

Results of two-year ornithological study of territory of the zakaznik «Karansky» have been given in article. About 100 species of birds (31 % of avifauna of the Crimea) have been determined. 53 species amount them belong to nesting birds, 63 – to migrating birds, 40 – to wintering birds.

Key words: birds, biotopes, zakaznik «Karansky», Crimea.

Поступила в редакцію 27.01.2014 г.

УДК 591.525:598.288.5

ГОРИХВОСТКА-ЧЕРНУШКА (*PHOENICURUS OCHRUIROS*) В УСЛОВИЯХ КРИВОГО РОГА

Шупова Т. В.

Институт эволюционной экологии НАН Украины, Киев, tv.raksha@gmail.com

Процесс адаптации горихвостки-чернушки к условиям обитания в Кривом Роге не завершен, поскольку заселение птицами территории города фрагментарно. Относительное обилие вида в сообществах гнездящихся птиц в различных биотопах составляет: 0,002–0,018. Плотность гнездования чернушки в селитебной зоне 1,2 пар/км², а в регионе в целом – 0,8 пар/км². Наиболее предпочитаемыми и плотно заселенными являются кварталы индивидуальной застройки, в которых гнездится 42,9 % пар птиц. Криворожская популяция горихвостки-чернушки уже достигла высокой степени синантропизации (величина индекса синантропизации составляет +87,5) и относится к категории видов, отдающих предпочтение территориям, которые плотно заселены человеком.

Ключевые слова: горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruiros*), обилие, адаптации, городская среда.

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень роста городов привел к тому, что урбанизация стала экологическим фактором, под воздействием которого происходит биотическая гомогенизация мировой орнитофауны [16]. В результате урбанизации создаются условия для случайного включения в состав формирующихся экосистем новых природных компонентов, в том числе не соответствующих естественным биотопам данной природно-географической области. Благодаря таким компонентам в орнитокомплексы городов проникают чужеродные виды, приспособленные к измененным биотопам. Таким интервентом в равнинные ландшафты Европы является горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruiros* S. G. Gmelin.). Эти птицы представители горной фауны и в естественных биотопах первичного ареала гнездятся в трещинах и нишах скал. Сейчас они успешно селятся в стенах построек, находя в них аналог гнездовых стаций горных ландшафтов. Процесс расселения горихвостки-чернушки по территории Европы начался в середине XX столетия [12]. Адаптируясь к урбанизированным условиям обитания, она расширила ареал гнездования до Калининграда [9], Санкт-Петербурга [5], Ульяновской области [3], южных областей Украины и прибрежных районов Черного моря [7] и Крыма [1], освоив, таким образом, различные природно-географические зоны.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа основана на материалах, собранных в полевых условиях в гнездовой сезон 2012–2013 годов в селитебной зоне г. Кривого Рога и природных биотопах города и его окрестностей. Плотность гнездования птиц определяли методом маршрутных учетов численности по Г. А. Новикову [11]. Заложено 25 постоянных маршрутов длиной от 300 до 2000 м в 4-х группах биотопов отличающихся типом застройки и степенью антрополической нагрузки. Общая протяженность маршрутов составила около 24 км. Из них в кварталах многоэтажной застройки – 5,2, индивидуальной застройки – 4,4, городских парках – 3,3, слабо трансформированных природных биотопах – 9,5 км. Выбирая участки для стационарных исследований, мы ориентировались на общепринятые классификации биотопов городов, разработанные ранее нашими коллегами [2; 8; 13], отдавая приоритет тем элементам структуры города, которые играют значимую роль в распределении населения горихвостки-чернушки. Слабо трансформированные биотопы Кривого Рога и его окрестностей представлены участками степного разнотравья, с включениями пологих балок с древесной растительностью. Приурочены они к берегам рек Ингулец и Саксагань, озера Соленое, и к зоне обрушения, не пригодной к застройке и расположенной мозаично между жилыми кварталами города.

Для выявления наиболее пригодных для гнездования птиц биотопов, использовали коэффициент предпочтения, определенный по формуле, предложенной В. Н. Мамонтовым [10]:

$K = n/l$. Где: n – доля горихвостки-чернушки в гнездовом населении птиц данного типа биотопов, l – доля маршрутов в данном типе биотопов, от общей длины маршрутов. Определяли также относительное обилие вида в сообществе гнездящихся птиц: $P_i = n_i/N$, где: N – общая плотность гнездования птиц всех видов, отмеченных на участке, n_i – плотность гнездования горихвостки-чернушки.

Для числового изображения степени синантропизации горихвостки-чернушки использован индекс [6]: $Si = ((2a + b - 2c)/2)$, где: a – доля пар вида, которая гнездится в кварталах жилой застройки, b – в парковых насаждениях, c – в естественных биотопах (слабо трансформированных участках степного разнотравья и степных балках). Индекс может иметь значение от +100 до –100. Бальная характеристика степени синантропизации распределяется следующим образом:

- +100 – +76 – явное предпочтение плотно заселенных человеком территорий;
- +75 – +50 – явное предпочтение заселенных человеком территорий;
- +50 – +16 – предпочтение заселенных человеком территорий;
- +17 – –17 – независимость вида от поселений человека;
- 18 – –50 – предпочтение не заселенных человеком территорий;
- 50 – –100 – избегание поселений человека.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Кривой Рог расположен в Днепропетровской области в северной части степной зоны Украины в среднем течении р. Ингулец. Это одна из наиболее заселенных областей Украины, здесь сосредоточена большая концентрация промышленности, а городское население составляет около 70 % [4]. В связи с добычей руды в Криворожском железорудном бассейне, окружающие ландшафты подверглись сильной трансформации на огромных территориях. Более 3/4 площади, окружающей город занято сельскохозяйственными, урбанизированными и техногенными биотопами.

Разнообразие естественных и антропогенных факторов обусловили наличие в Кривом Роге различных биотопов, характеризующихся своеобразием застройки, степени озеленения и уровня антропогенного влияния. В процессе эволюции города, происходило поглощение им большого количества рудничных поселков и постепенное слияние их в единый урбано-техногенный агломерат, в связи с чем, городской ландшафт Кривого Рога не только разнообразен, но и существенно фрагментирован. Жилые районы различного типа застройки соседствуют здесь с гигантскими промышленными комплексами, окруженными буферной зоной. С другой стороны, жилые кварталы граничат со слабо трансформированными природными биотопами, которые активно используются жителями в качестве зоны отдыха. Слабо трансформированные участки невелики по площади и занимают территории неудобные для хозяйственного освоения, как в черте города, так и в его окрестностях.

Своеобразна структура жилой зоны города. Районы индивидуальной застройки в прошлом составляли практически всю селитебную территорию Кривого Рога, сейчас они расположены фрагментарно, но большими массивами и занимают существенную площадь. В процессе развития инфраструктуры рудников, вдоль основной линии залежей железных руд, формировались старые микрорайоны шахтерских поселений Кривого Рога, связанные друг с другом транспортными магистралями и окруженные кварталами индивидуальной застройки местных жителей. В 50–80-е годы XX столетия вдоль центральных улиц были выстроены кварталы 5-ти или 9-ти этажных зданий жилого и служебного назначения. Внутри дворов, как и ранее, находятся одноэтажные здания индивидуальной застройки с приусадебными участками. В 80–90-е годы XX столетия на окраине Кривого Рога на месте естественных и сельскохозяйственных биотопов, которые окружали город, создали спальные микрорайоны 9–16-ти этажных зданий. Эти микрорайоны занимают большие площади на окраине города и граничат с биотопами, сохранившимися в естественном состоянии, служащими рекреационной зоной жителям. Сейчас жилищное строительство в Кривом Роге ведется слабо: отдельные элитные здания встраиваются на пригодные для этого места в старых районах города.

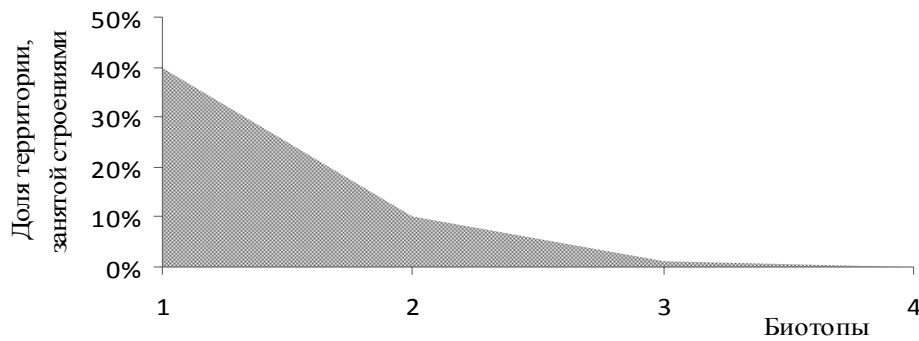


Рис. 1. Количество построек в биотопах Кривого Рога

1 – кварталы многоэтажной застройки, 2 – кварталы индивидуальной застройки, 3 – парки, 4 – слабо трансформированные биотопы.

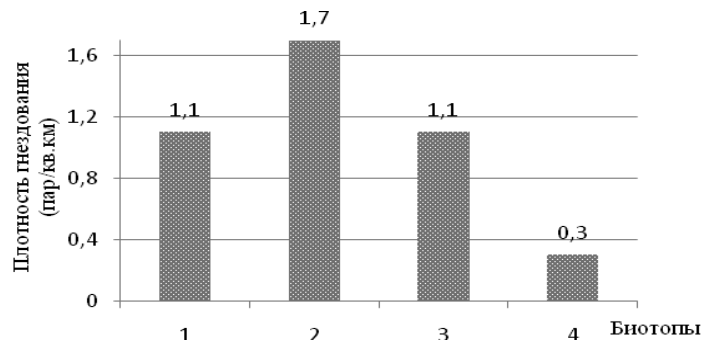


Рис. 2. Плотность гнездования горихвостки-чернушки в Кривом Роге

1 – кварталы многоэтажной застройки, 2 – кварталы индивидуальной застройки, 3 – парки, 4 – слабо трансформированные биотопы.

Снижение доли территории, занятой постройками, демонстрирует следующий ряд биотопов: кварталы многоэтажной застройки → кварталы индивидуальной застройки → парки → слабо трансформированные биотопы (рис. 1).

По результатам исследований, проводимых на территории Кривого Рога в период с 1987 по 1999 гг., горихвостка чернушка здесь не гнездилась. Следовательно, ее инвазия в исследуемый регион произошла уже в нынешнем тысячелетии, а период обитания вида в Кривом Роге, на сегодняшний день, составляет не более 15 лет. Сейчас птицы населяют различные биотопы Кривого Рога и его окрестностей. Наибольшая плотность гнездования горихвостки-чернушки наблюдается в кварталах индивидуальной застройки (рис. 2).

В целом, около половины Криворожской популяции горихвостки-чернушки селится в кварталах индивидуальной застройки (рис. 3).

Нами отмечено, что в центральных районах птицы заселяют жилые кварталы многоэтажной застройки любой архитектуры. На окраине города в спальных районах 9–16-ти этажных зданий горихвостка-чернушка отмечена не везде. Возможно, это связано с особенностями сочетания биотопов. Величина коэффициента предпочтения биотопов Криворожья горихвосткой чернушкой в кварталах индивидуальной застройки наибольшая (рис. 4). В слабо трансформированных биотопах она наименьшая. Если учесть, что кварталы многоэтажной застройки непосредственно граничат в старой части города с кварталами индивидуальной застройки, а на периферии со слабо трансформированными биотопами, то распределение горихвостки-чернушки биотопах Кривого Рога проявляет зависимость и от окружающих ландшафтов.

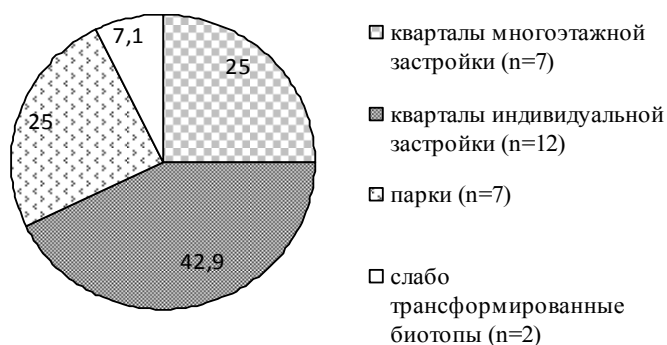


Рис. 3. Распределение горихвостки-чернушки по биотопам Кривого Рога (%)

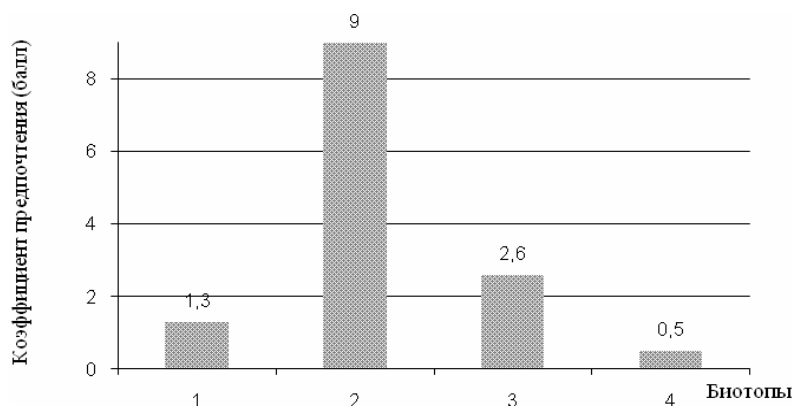


Рис. 4. Коэффициент предпочтения биотопов Кривого Рога горихвосткой-чернушкой

1 – квартиры многоэтажной застройки, 2 – квартиры индивидуальной застройки, 3 – парки, 4 – слабо трансформированные биотопы.

Величина коэффициента предпочтения биотопов Кривого Рога горихвосткой-чернушкой демонстрирует сходство с относительным обилием вида в сообществах гнездящихся здесь птиц. Их градиенты составляют один ряд биотопов (рис. 4; 5).

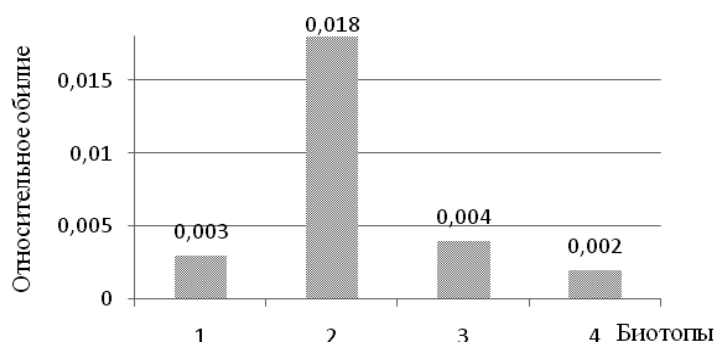


Рис. 5. Относительное обилие горихвостки-чернушки в сообществах гнездящихся птиц

1 – квартиры многоэтажной застройки, 2 – квартиры индивидуальной застройки, 3 – парки, 4 – слабо трансформированные биотопы.

В целом относительное обилие чернушки в орнитофауне Криворожья составляет 0,006. Таким образом, в Кривом Роге мы наблюдаем, что избыток строений не приводит к росту численности и

долевого обилия чернушки. Наилучший результат заселения птицами отмечен для территорий, застройка которых составляет около 10 %.

В связи с изложенным, можно предположить, что начало освоения Кривого Рога горихвосткой-чернушкой шло путем ее адаптации к кварталам индивидуальной застройки. Из этих биотопов птицы стали расселяться в расположенные рядом кварталы многоэтажной застройки и парки. И лишь достигнув определенного уровня численности, птицы расселилась на периферию города. Сейчас в селитебной зоне Кривого Рога плотность гнездования чернушки составляет 1,2 пар/км². Слабо трансформированные биотопы региона содержат очень мало строений и как следствие, не имеют необходимых горихвостке-чернушке гнездовых стаций. В слабо трансформированных биотопах горихвостка-чернушка гнездится только в одном из 8-ми обследованных. Здесь птицы устраивают гнезда на металлических опорах ЛЭП (n=2).

Поскольку некоторые микрорайоны города, насыщенные необходимыми виду гнездовыми стациями, все еще остаются незаселенными птицами, можно говорить о том, что процесс адаптации горихвостки-чернушки к территории Кривого Рога не завершен. В целом плотность гнездования чернушки в регионе достигла 0,8 пар/км².

По результатам определения индекса синантропизации [6], который для криворожской популяции горихвостки-чернушки составил +87,5, птицы относятся к категории видов, отдающих явное предпочтение территориям, которые плотно заселены человеком. Для популяции чернушки г. Черновцы индекс синантропизации выше: +92, но птицы, также относятся к этой категории видов [14]. Для киевской популяции показатель данного индекса ниже +24, и птицы относятся к категории видов, отдающих предпочтение территориям, заселенным человеком [15]. Таким образом, в условиях обитания чернушки в Украине, при продвижении на восток, степень синантропизации ее популяций несколько ниже. Но даже при высокой синантропизации популяции, при наличии выбора птицы предпочитают не слишком населенные человеком участки города.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день горихвостка-чернушка находится в процессе адаптации к условиям обитания в Кривом Роге и его окрестностях. Это проявляется в малом относительном обилии вида в сообществах гнездящихся птиц, и в фрагментарном заселении птицами территории города. Плотность гнездования чернушки в селитебной зоне составляет 1,2 пар/км², а в регионе в целом – 0,8 пар/км². Наиболее предпочитаемыми и плотно заселенными являются кварталы индивидуальной застройки, в которых гнездится 42,9 % пар птиц. Несмотря на это, криворожская популяция горихвостки-чернушки уже достигла высокой степени синантропизации и относится к категории видов, отдающих предпочтение территориям, которые плотно заселены человеком.

Список литературы

1. Бескаравайный М. М. Птицы Крымского полуострова / М. М. Бескаравайный. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2012. – С. 276–277.
2. Бокотей А. А. Орнітофауна міста Львова: населення, поширення, динаміка: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / А. А. Бокотей. – Варшава, 1999. – 24 с.
3. Бородин О. В. Обзор современной орнитофауны Ульяновской области / О. В. Бородин, Т. О. Барабашин, М. А. Корольков, В. В. Кирышин, Д. А. Кишкинев, А. Н. Москвичев, Г. В. Пилюгина, С. Л. Смирнова, А. В. Салтыков // Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии: мат. междунар. конф. – Казань: Матбугат йорты, 2001. – С. 109–110.
4. Географія Української РСР: навчальний посібник для студентів географічних спеціальностей університетів і педагогічних інститутів / [За ред. М. Д. Пістуна, Є. Й. Шиповича]. – К.: Вища школа, 1982. – 303 с.
5. Иовченко Н. П. Первые находки горихвостки-чернушки *Phoenicurus ochruros* (S. G. Gmelin, 1774) на гнездовании в Санкт-Петербурге / Н. П. Иовченко, С. Л. Занин // Поволжский зоологический журнал. – 2010. – № 3. – С. 331–336.
6. Клауснитцер Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
7. Корзюков А. И. Горихвостка-чернушка (*Phoenicurus ochruros*) – гнездящийся вид населенных пунктов юга Украины / А. И. Корзюков, О. И. Бондарь // Сомовская библиотека. Выпуск 1. – Экология птиц: виды, сообщества, взаимосвязи. Тр. научн. коф., посвященной 150-летию со дня рождения Н. Н. Сомова (1861–1923) 1–4 декабря 2011 г., Харьков, Украина. Книга 2. – Харьков. – 2011. – С. 437–441.

8. Лопарьов С. О. Орнітофауна населених пунктів Центру України та її зміни: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / С. О. Лопарьов; Ін-т зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України. – К., 1997. – 23 с.
9. Лыков Е. Л. Видовой состав, численность и особенности территориального размещения гнездящихся птиц семейства дроздовых в Калининграде / Е. Л. Лыков // Беркут. – 2006. – Т. 15, вып. 1–2. – С. 66–80.
10. Мамонтов В. Н. Коэффициент предпочтения и его использование при оценке качества мест обитания диких животных / В. Н. Мамонтов // Экология. – 2009, № 2. – С. 155–157.
11. Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г. А. Новиков. – М.: Сов. наука, 1953. – 502 с.
12. Степанян Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян. – М.: Наука, 1990. – 728 с.
13. Скільський І. В. Структура й особливості формування фауни та населення птахів середнього міста (на прикладі Чернівців): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / І. В. Скільський; Ін-т зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України. – К., 2000. – 19 с.
14. Скильский И. В. О степени синантропизации орнитофауны: подходы, методики, результаты (на примере г. Черновцы) / И. В. Скильский // Беркут. – 2001. – Т. 10, вып. 2. – С. 140–152.
15. Шупова Т. В. Адаптації горихвістки чорної (*Phoenicurus ochruros* S.G. Gmelin,) до існування в умовах Київської міської агломерації / Т. В. Шупова // Біологічні студії. – 2014. – Т. 8, № 1. – С. 187–196.
16. Croci S. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits? / S. Croci, A. Buter, Ph. Clergeau // Condor. – 2008. – Vol. 110, N 2. – P. 223–240.

Шупова Т. В. Горихвістка чорна (*Phoenicurus ochruros*) в умовах Кривого Рогу // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 116–121.

На сьогодні процес адаптації горихвістки чорної до існування в умовах Кривого Рогу не завершений. Частка виду в угрупованнях птахів, що гніздяться, коливається в межах: 0,002–0,018. Заселення птахами території міста фрагментарне. Щільність гніздування горихвістки чорної в селітебній зоні міста сягає 1,2 пар/км², а в регіоні в цілому – 0,8 пар/км². Біотопами, що найбільш обираються горихвісткою, та щільно заселеними є квартали індивідуальної забудови, де оселяється 42,9 % пар птахів. Криворізька популяція горихвістки чорної має високий ступінь синантропізації (величина індексу складає +87,5) і відноситься до категорії видів, що віддають перевагу територіям, які щільно заселені людиною.

Ключові слова: горихвістка чорна (*Phoenicurus ochruros*), адаптації, міське середовище існування.

Shupova T. V. Black Redstart (*Phoenicurus ochruros*) in Krivoy Rog city // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 116–121.

Adaptation of Black Redstart to life in Krivoy Rog not completed. The Black Redstart a part in avifauna of Krivoy Rog city: 0,2–1,8 %. Birds inhabit a city in fragments. Density of nesting of Black Redstart in settlement zone of Krivoy Rog city is 1.2 pairs / km², and on regions is 0.8 pairs / km². For nesting Black Redstart most the suitability of massifs of individual houses in Krivoy Rog. 42,9 % pairs of Black Redstart of Krivoy Rog nesting in massifs of individual houses. Population of Black Redstart in Krivoy Rog has already reached a high degree of synanthropization. Index of synanthropization of Black Redstart on Krivoy Rog by +87,5. Black Redstart in Krivoy Rog is classified as species, which preferring areas that are densely populated by man.

Key words: Black Redstart (*Phoenicurus ochruros*), adaptation, urbanized habitat.

Поступила в редакцію 31.02.2014 г.

УДК 591.471.4:599.323.43

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ ОНДАТРЫ (*ONDATRA ZIBETHICUS*) НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ

Саварин А. А.

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь, a_savarin@mail.ru

Анализируются патологии верхней челюсти ондатры (*Ondatra zibethicus*), обитающей в юго-восточной части Беларуси: локальная перфорация, вздутие и остеолит костной ткани. Высказано предположение, что выявленные патологии (кроме вздутия верхнечелюстной кости) не являются важным фактором элиминации зверьков.

Ключевые слова: *Ondatra zibethicus*, юго-восток Беларуси, череп, перфорация, вздутие кости, остеолит.

ВВЕДЕНИЕ

Ондатра (*Ondatra zibethicus* (Linnaeus, 1766)) – широко распространенный и многочисленный вид териофауны Беларуси. По оценкам специалистов, численность зверька составляет около 80–100 тыс. особей, но, вероятно, гораздо больше. На территорию Брестской области ондатра проникла из Польши в 1948 г. [1], а затем были проведены выпуски грызуна в ряд других областей (Минскую, Витебскую и Гомельскую). Причем в Гомельскую область (Житковичский район, оз. Червоное) ондатру первоначально (в 1953 г.) завезли из Херсонской области Украины. Таким образом, ондатра входит в список териофауны Беларуси более 60 лет. Несмотря на это, комплексные исследования популяционных группировок вида на территории страны не проводились. Лишь в последние годы появились первые публикации по орган- и краниометрии ондатры, обитающей в центральном Полесье [2]. Сведения по аномалиям и патологиям черепа этого грызуна отсутствуют.

В настоящее время на территории Гомельской городской агломерации (площадь более 135 км²) ондатра является обычным видом, заселив практически все имеющиеся водоемы. Возраст «городской» популяции не более 20–30 лет. По нашей оценке, в водоемах г. Гомеля (без учета р. Сож и заливов) в летнее время обитает около 50–70 особей [3]. Основными факторами, способствующими миграции и сохранению численности зверька, являются: протекание р. Сож по центральной части города; наличие на территории всех его 4-х административных районов естественных и искусственно созданных водоемов (рис. 1), многие из которых заросли макрофитами; обилие двустворчатых и брюхоногих моллюсков, которые в зимний период становятся одним из главных кормов для грызуна (что связано с недоступностью растительной пищи и недостатка макро- и микроэлементов [4]).

Цель работы – дать предварительную оценку воздействия патофизиологических процессов в черепе на состояние популяций ондатры. Это предусматривало решение следующей задачи: выявить особенности патоморфологических характеристик черепа ондатры на основе модельной популяции юго-востока Беларуси.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили черепа особей ондатры (n = 49), добытых разными охотниками в течение 2000–2010 гг. в водоемах г. Гомеля и ближайшего пригорода. Основная часть особей отловлена в пойме р. Сож (микрорайон Волотова) и на впадающей в нее р. Ипуть (рис. 1). Возраст зверьков определяли по комплексу признаков, прежде всего, кондиллобазальной длине, степени выраженности затылочного гребня и швов черепа [5]. Пол особей не учитывался. Часть черепов полностью разбиралась на отдельные кости с целью анализа морфологических особенностей внутренней стороны свода и основания черепа. Фотографии выполнены камерой Fujifilm Corp. FinePix S1600. Некоторые из выявленных морфо-анатомических изменений требуют более тщательного анализа и поэтому не приведены в данной работе.

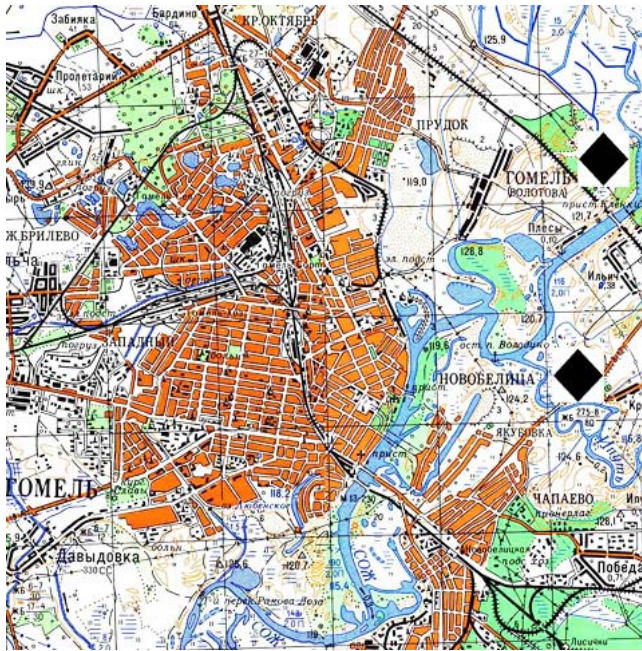


Рис. 1. Карта основных мест отлова ондатры (указано ромбом)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

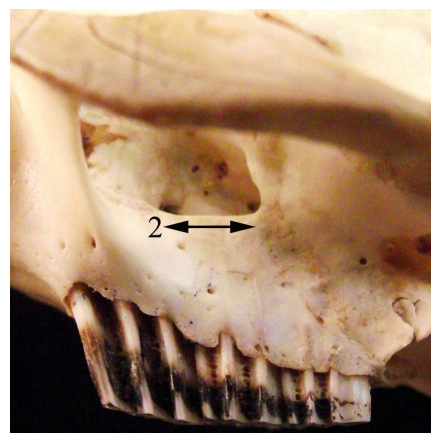
В норме (при отсутствии патологий) выявляются два варианта формы верхней поверхности верхнечелюстной кости: округло-выемчатая и ровная (рис. 2). Приблизительная частота встречаемости указанных вариантов составляет 3 : 4.

Формы патологий. В результате анализа собранного материала в верхней челюсти ондатры были обнаружены три основных формы патологий: локальная перфорация, вздутие и остеолит (рассасывание участка кости без замещения другой тканью).

Локальная перфорация костной ткани, как правило, происходит в области корней М1 (рис. 3-А) (у ондатры – три коренных зуба, представляющие собой своеобразные «батареи»). Внешне она может быть очень изменчивой: от мелких «точек» до сравнительно больших, чаще округлых, «пустот» (так как анализировалась коллекция вываренных черепов, то нельзя исключить, что указанные «пустоты» в черепе живых зверьков заполнены другой соединительной тканью). Деструктивный очаг (рис. 3-Б, 1) вызван одновременно происходящими несколькими патофизиологическими процессами: разрежением костной структуры и ее рассасыванием, а также секвестрацией (образованием отделяющихся фрагментов). Это дает основание полагать, что



А

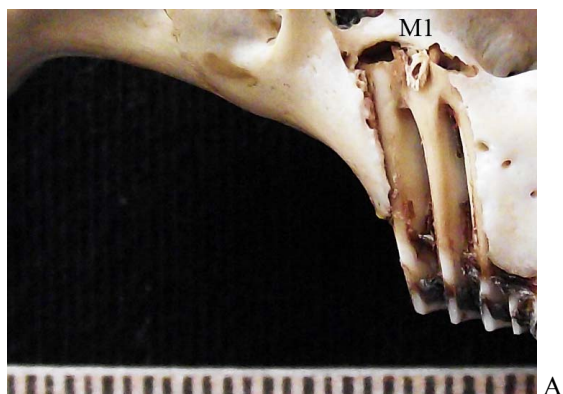


Б

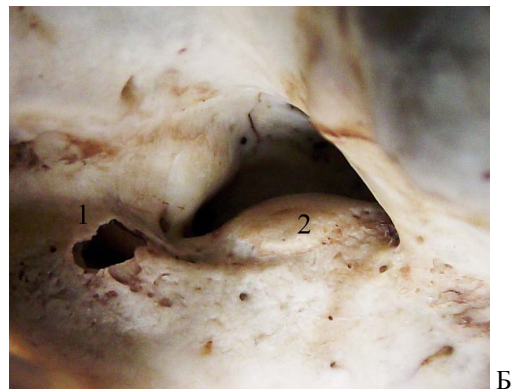
Рис. 2. Нормальная морфология верхнечелюстной кости

1 – отсутствие обнажения корней зубов, 2 – верхняя поверхность округло-выемчатая (А) или ровная (Б)

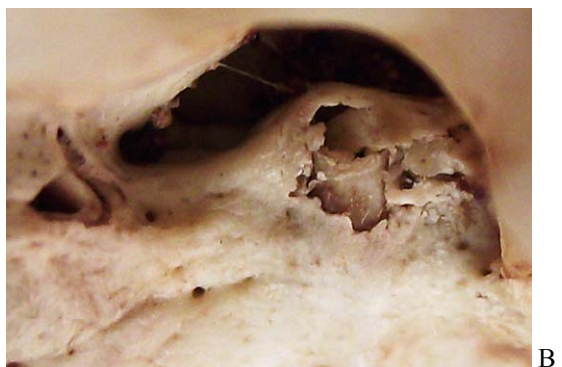
рассматриваемая форма патологии обусловлена воспалением костной ткани и не имеет онкологической природы [6, 7]. Следует заметить, что в очаге не диагностируется и ячеистая структура – «сота» с несколькими периферическими слоями, характерная и часто обнаруживаемая в верхней челюсти у северного белогрудого ежа (*Erinaceus concolor roumanicus* Barrett-Hamilton, 1900), обитающем на юго-востоке Беларуси [8].



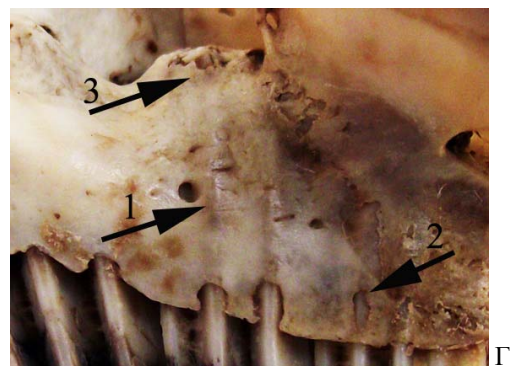
А Расположение участков перфорации



Б Совместная перфорация (1) и вздутие (2)



В Деструкция области вздутия



Г Множественная патология: истончение костной ткани (1) с обнажением корней зубов (2), вздутие с одновременной перфорацией (3)

Рис. 3. Патологические изменения верхнечелюстной кости

Вздутие верхнечелюстной кости в основном и наиболее ярко проявляется в области корней M2 (рис. 3-Б, 2), реже – M1 и M2 одновременно. Участок вздутия представляет «возвышенность» около 3 мм в основании и 2 мм по высоте. Плоскость вздутия округлая, острые вершины отсутствуют. Этиология данной формы патологии требует уточнения в дальнейших исследованиях при изучении спилов костной ткани. Выявлены случаи разрушения костной ткани области вздутия в зоне корней M2 при одновременной перфорации костной ткани в области M1 (рис. 3-В).

Обширный остеолит верхнечелюстной кости проявляется в виде истончения костной ткани. В случае сильной степени истончения спрятанные в костной ткани зубы выступают как «ребра», оголяются корни зубов (рис. 3-Г). Эта форма патологии часто наблюдается у животных различных таксономических и экологических групп, в том числе и растительноядных [9, 10]. Остеолит может быть обусловлен не только протеканием хронических патофизиологических процессов, вызванных инфекцией различной природы, но и нарушением кальциевого обмена.

Патофизиологические процессы охватывают всю костную структуру верхней челюсти. Так, внутренняя поверхность черепа в области корней M1 – M3 в той или иной степени имеет мелкоочаговую деструкцию (рис. 4) у всех особей в не зависимости от возраста. Кроме того, практически в любом черепе можно обнаружить одну или несколько форм патологий.

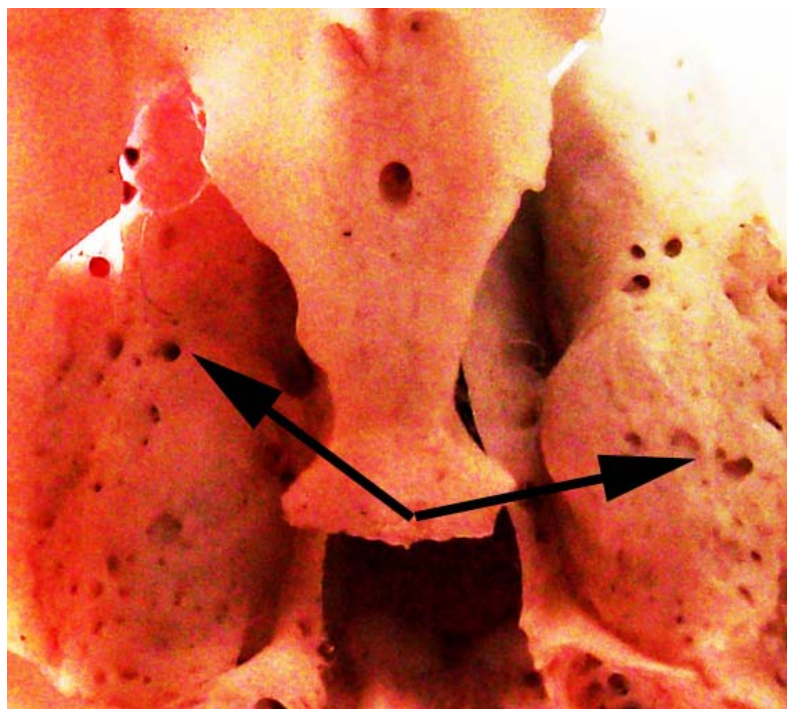


Рис. 4. Деструкция внутренней поверхности черепа в области корневых зубов (возраст 5–8 месяцев)

Частота встречаемости отдельных форм патологий. Анализ полученной выборки позволил выявить некоторые предварительные данные по особенностям протекания патофизиологических процессов у особей разного возраста (табл. 1).

По мере взросления особей частота встречаемости увеличивается только по двум из трех форм патологии, а именно, перфорации в области М1 и остеолиту верхнечелюстной кости (с 81,8 до 100 % и с 54,5 до 80 % соответственно). При этом возрастает и степень разрушения и истончения костной ткани. Указанные факты свидетельствуют об усилении хронических патофизиологических процессов. При этом, однако, крайней, наиболее разрушительной и поэтому опасной для жизни зверьков степени проявления патологий не выявлено.

Таблица 1

Частота встречаемости (%) патологий у ондатр различных возрастов

Форма патологии	Возрастные группы			
	До 4 месяцев (n = 11)	5–8 месяцев (n = 18)	9–12 месяцев (n = 15)	Более 18 месяцев (n = 5)
Перфорация в области М1	81,8	94,4	93,3	100
Вздутие верхнечелюстной кости	90,9	44,4	40,0	40,0
Остеолит верхнечелюстной кости	54,5	72,2	73,3	80,0

Вздутие верхнечелюстной кости зарегистрировано у 10 из 11 особей (90,9 %) в возрасте до четырех месяцев, но в более старших возрастных группах частота встречаемости этой патологии снижается более, чем в 2 раза и стабилизируется на уровне 40 %. Известно, что в течение первого года жизни в популяциях ондатры по различным причинам может погибать более 80 % особей [11]. В этой связи можно предположить определенное влияние на элиминацию сеголетков данной формы патологии черепа.

Следует акцентировать внимание на следующем: кондилобазальная длина особей старших возрастных групп (анализируемой выборки) может достигать 66,7–66,9 мм. Сравнение данного параметра с литературными данными [12, 13] позволяет утверждать, что на юго-востоке Беларуси условия обитания для ондатры являются благоприятными.

ВЫВОДЫ

1. Патологические процессы в костной ткани верхней челюсти имеют хронический характер, так как очаги деструкций и деформаций выявляются у особей всех возрастов, а частота их встречаемости и степень разрушения костной ткани увеличиваются по мере взросления особей по двум из трех рассматриваемых форм патологии.

2. С учетом отсутствия в анализируемой выборке крайней степени проявления патологий, а также возможность достижения больших промеров черепа, можно предположить, что выявленные патологии (кроме вздутия костной ткани) не являются важным фактором элиминации зверьков.

3. Резкое снижение и стабилизация частоты встречаемости (с 90,9 до 40 %) вздутия верхнечелюстной кости может быть вызвано высокой смертностью молодых особей с данной формой патологии.

4. Для подтверждения высказанной предварительной оценки воздействия патологических процессов в черепе на состояние популяций ондатры в дальнейших исследованиях необходимо установить этиологию вздутия верхнечелюстной кости методом изучения спилов костной ткани. Кроме того, представляет особую ценность сравнение форм и частот встречаемости патологий черепа у ондатр, обитающих на юго-востоке Беларуси и сопредельных территорий Украины, (прежде всего, Черниговской, Киевской и Житомирской областях), а также Херсонской области, откуда первоначально завезли ондатру в Гомельскую область. Нельзя исключать и того, что определенное влияние в проявлении патологий играют наследственные факторы.

Список литературы

1. Сержанин И. Н. Определитель млекопитающих Белоруссии / И. Н. Сержанин, Ю. И. Сержанин, В. В. Слесаревич. – Минск: Наука и техника, 1967. – С. 94.
2. Пупа Т. А. Морфометрическая характеристика ондатры (*Ondatra zibethica* L.), обитающей в центральном Полесье / Т. А. Пупа // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 1. – С. 82–85.
3. Саварин А. А. Об экологии ондатры в городах на юго-востоке Беларуси / А. А. Саварин // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова (22–25 мая 2012 г.) / ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова Россельхозакадемии; под общ. ред. В. В. Ширяева. – Киров, 2012. – С. 189–190.
4. Харатов А. В. Животные корма в питании ондатры *Ondatra zibethicus* (L.) / А. В. Харатов, Л. А. Кустарева // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2012. – Вып 6. – С. 3–10.
5. Клевезаль Г. А. Принципы и методы определения возраста млекопитающих / Г. А. Клевезаль. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. – С. 162–165.
6. Михайлов М. К. Дифференциальная рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов / М. К. Михайлов, Г. И. Володина, Е. К. Ларюкова. – Ленинград: ЛГИ усовершенствования врачей им. С. М. Кирова, 1985. – 66 с.
7. Линденбратен Л. Д. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии) / Л. Д. Линденбратен, И. П. Корольюк. – М.: Медицина, 2000. – С. 572.
8. Саварин А. А. Патоморфологические изменения в верхней челюсти белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) на территории Республики Беларусь / А. А. Саварин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2010. – № 15 (86), вып. 12. – С. 103–108.
9. Prevalence of dental pathology in wolves (*Canis lupus* L.) in Croatia – a case report / [D. Pavlović, T. Gomerčić, G. Gužvica et al.] // Veterinarski Arhiv. – 2007. – Vol. 77, № 3. – P. 291–297.
10. Кораблев П. Н. Патологические изменения верхнечелюстных костей лоса / П. Н. Кораблев // Экология. – 1989. – № 5. – С. 40–43.
11. Ондатра: Морфология, систематика, экология. – М.: Наука, 1993. – 542 с.
12. Ruprecht A. L. Craniometric Variations in Central European Populations of *Ondatra zibethica* (Linnaeus, 1766) / A. L. Ruprecht // Acta Theriologica. – 1974. – Vol. 19, № 31. – P. 463–507.
13. Pankakoski E. Skull morphology of Finnish muskrats: geographic variation, age differences and sexual dimorphism / E. Pankakoski, K. Nurmi // Ann. Zool. Fennici. – 1986. – № 23. – P. 17.

Саварин О. О. Патологічні зміни у верхніх щелепах ондатри (*Ondatra zibethicus*) на території південно-сходу Білорусі // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 122–127.

Аналізуються патології верхньої щелепи ондатри (*Ondatra zibethicus*), що мешкає в південно-східній частині Білорусі: локальна перфорація, здуття і остеоліз кісткової тканини. Висловлено припущення, що виявлені патології (крім здуття верхньощелепної кістки) не є важливим фактором елімінації звірків.

Ключові слова: *Ondatra zibethicus*, південний-схід Білорусі, череп, перфорація, здуття кістки, остеоліз.

Savarin A. A. Pathomorphological changes in upper jaw of muskrat (*Ondatra zibethicus*) on the territory of south-eastern Belarus // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 122–127.

Pathologies in the upper jaw of muskrat (*Ondatra zibethicus*) inhabiting the territory of South-Eastern Belaru, are analyzed: local perforation, swelling and osteolysis of bone tissue. Suggested that revealed pathologies (except of bone tissue swelling) are not an important factor of animals' elimination.

Key words: *Ondatra zibethicus*, south-eastern of Belarus, skull, perforation, swelling of bone, osteolysis.

Поступила в редакцию 22.01.2014 г.

УДК 594.124.191.1

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛОМЕТРИЧЕСКОГО РОСТА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА АНАДАРЫ (*ANADARA INAEQUIVALVIS*) КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

Жаворонкова А. М., Золотницкий А. П.

Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, ann4356@yandex.ru, zap9@yandex.ua

Выявлены морфологические параметры представителя семейства арковых – анадара (*Anadara inaequalvis*), акклиматизированной в Черном море. Дана количественная характеристика связи длины (L) с высотой (H) и выпуклостью (толщиной) раковины (D), взаимосвязь длины с массой (W) целого моллюска, а также зависимость массы раковины (W_r), мягких тканей (W_m) и мантийной жидкости (W_{mj}) от массы раковины от общей живой массы моллюска, а также различию выпуклости левой и правой створки. Полученные данные могут быть использованы для сравнительного анализа дифференциации популяций анадары и культивирования при выращивании в разных биотопах Черного моря.

Ключевые слова: анадара, раковина, размерные параметры, аллометрия, изометрия.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время важнейшим направлением мировой аквакультуры является конхиокультура – расширенное воспроизводство и промышленное выращивание раковинных моллюсков в шельфовой зоне морей и океанов. В Черном море основными объектами культивирования являются аборигенные виды – мидия (*Mytilus galloprovincialis*) и устрица (*Ostrea edulis*), а также интродуцированная в Черное море тихоокеанская (японская, гигантская) устрица (*Crassostrea gigas*).

Во второй половине 60-х годов в процессе аутоакклиматизации в Черном море был обнаружен двустворчатый моллюск анадара – *Anadara inaequalvis* (Bruguère, 1789). За сравнительно короткое время этот моллюск распространился по всему шельфу западной части Черного моря. В ряде районов на песчаных и илистых грунтах этот моллюск образовал поселения с плотностью 400 экз./м² и биомассой до 4280 г/м² [1].

Характерным местом обитания моллюска является морское побережье до глубины 30 м; он встречается как на песчаном, так и на каменистом грунте, иле и песке с зарослями морских трав.

Анадара относится к семейству Арковых (Arcidae), отряду Arcoidea, классу Двустворчатых моллюсков (Bivalvia), типу Моллюски (Mollusca) [2]. Этот вид широко распространен в Индийском и Тихом океане, но в Красном море он отсутствует. В средиземноморье этот вид под названием *Scapharca cornea* (Reeve) впервые зарегистрирован в 1969 году у берегов Италии, в районе Равенны [3, 4], откуда быстро распространился в смежные акватории.

Принято считать, что был моллюск впервые отмечен в Черном море в 1981 году в прибрежных районах Болгарии и Румынии [1]. Однако, согласно другим данным [5], первое обнаружение анадары в Черном море датируется 1968 годом, то есть практически одновременно с таковым в Адриатике. Очевидно, вселение этого вида могло происходить независимо в разные бассейны и различные участки одного бассейна, пригодные для его обитания.

Проникновение анадары в Черное море, а также другие районы средиземноморья, вероятно, произошло путем завоза его личинок с балластными водами морских судов. К настоящему времени анадара обитает в Черном море вдоль всего побережья на различных грунтах глубине до 20 м. В Азовском море этот вид заселил южный, западный и частично северный участки [6].

Анадара употребляется в пищу и является полезным продуктом питания для человека. *Anadara inaequalvis* – перспективный кандидат для выращивания в промышленных масштабах.

Известно, что скорость роста массы является наиболее важным показателем продукционного потенциала популяций гидробионтов [7]. При анализе закономерностей роста и продукции моллюсков большое значение имеет исследование особенностей относительного (аллометрического) роста различных частей тела [7, 8]. Такие исследования представляют

определенный научный интерес, в частности, для понимания адаптивного характера изменчивости моллюска в онтогенезе при различных зоологических и экологических исследованиях.

В задачу настоящей работы входило изучение аллометрического роста различных частей тела анадары, собранных в Керченском проливе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собирали в Керченском проливе в 2013 году при варьирующей солености в пределах 10–14 ‰. Собранных моллюсков естественных популяций подвергали полному биологическому анализу. Измеряли длину (L , мм), высоту (H , мм), выпуклость (толщину или ширину – D , мм). Одновременно с этим, определяли общую (живую) массу моллюска (W), массу раковины (W_r) и мягких тканей тела (W_m). Массу мантийной жидкости (W_{mg}) определяли по разнице между общей массой анадары и массой раковины и мягких тканей тела (во избежание выхода мантийной жидкости наружу все моллюсков перед взвешиванием содержали в емкостях с морской водой).

Длина моллюсков варьировала в пределах 7,5–48,5 мм, индивидуальная масса от 0,11 до 30,8 г. Связь между различными частями тела моллюска аппроксимировали степенной функцией: $Y = A \times X^b$ и линейным уравнением: $Y = A + B \times x$, где x и y – исследуемые параметры моллюска, a – коэффициент пропорциональности при $x = 1$, b – коэффициент регрессии (тангенс угла наклона). Всего морфологическому анализу подвергнуто 56 моллюсков. Достоверность отличия коэффициента b от единицы в размерных соотношениях и от трех в масс-размерных зависимостях оценивали по соотношению:

$Z = (b - 1)/SE$ – для размерных соотношений,

$Z = (b - 3)/SE$ – для масс-размерной зависимости.

Значения в интервале $-1,96 < Z < +1,96$ соответствуют изометрии [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ сопряженных изменений длины (H) и высоты (L) раковин анадары показал (рис. 1, кривая 1), что связь между этими показателями хорошо описывается степенной функцией:

$$H = 0,730 \times L^{1,037 \pm 0,0184}, R^2 = 0,982 \quad (1).$$

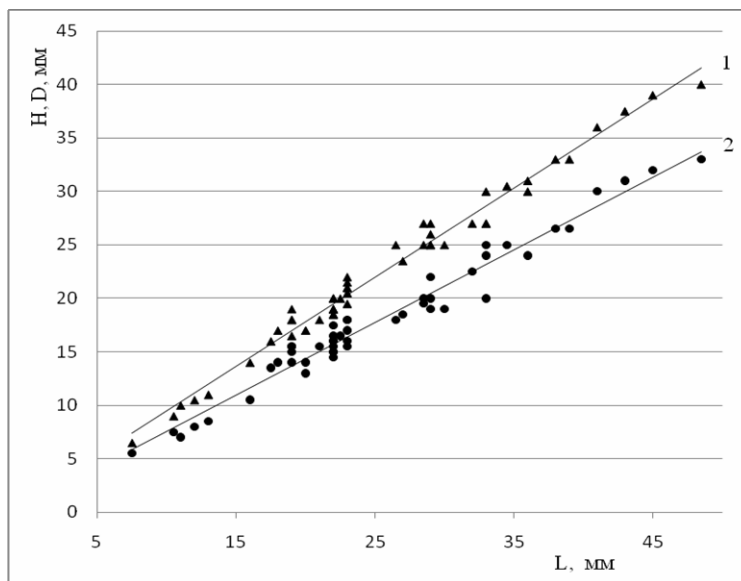


Рис. 1. Зависимость высоты (1) и выпуклости (2) от длины раковины анадары

Из приведенных данных видно, что рост в высоту характеризуется положительной аллометрией (коэффициент регрессии больше 1). Соответственно, с учетом величины b высота анадары будет близка к 0,8 от длины (L). В частности, анализ относительной высоты раковины (H/L) относительно длины тела составил 0,819 (81,9 %), со стандартным отклонением (S) равным 4,77 % и варьированием минимальных и максимальных значений в пределах 71,1–91,8 %.

Зависимость толщины (ширины или выпуклости – D) от длины раковины (L) у анадары несколько отличалась от уравнения (1) (рис. 1, кривая 2):

$$D = 0,473 \times L^{1,103 \pm 0,022}, R^2 = 0,980 \quad (2).$$

Обращает на себя внимание хорошо выраженная положительная аллометрия, где коэффициент регрессии составляет более 1,1. Анализ средней выпуклости (D/L) раковины относительно длины тела составил 0,652 (65,2 %), со стандартным отклонением (S) равным 4,89 %. Варьирование минимальных и максимальных значений наблюдалось в пределах 54,6–76,2 %. Таким образом, высота раковины составляла в среднем немногим более 80 %, а выпуклость заметно больше 60 % от длины анадары, причем, в процессе роста моллюска выпуклость изменялась сильнее, чем высота раковины. Полученные данные согласуются с работами других авторов на этом виде моллюсков Черного моря [10, 12].

Параллельно с линейными характеристиками нами было изучены размерно-массовые отношения у данного вида. Статистический анализ показал, что связь длины с массой моллюска описывается аллометрическим уравнением:

$$W = 3,36 \times 10^{-4} \times L^{2,966 \pm 0,058}, R^2 = 0,982 \quad (3).$$

На рис. 2 и уравнении (3) видно, что имеет место слабо выраженная отрицательная аллометрия, близкая к изометрии – с увеличением массы и возраста животного коэффициент регрессии несколько меньше 3-х, т.е. индивидуальная масса моллюсков несколько отстает от скорости роста длины анадары. Вероятно, это связано с тем, что в процессе онтогенеза наблюдается более быстрый рост моллюсков в высоту и толщину (рис. 1), чем в длину.

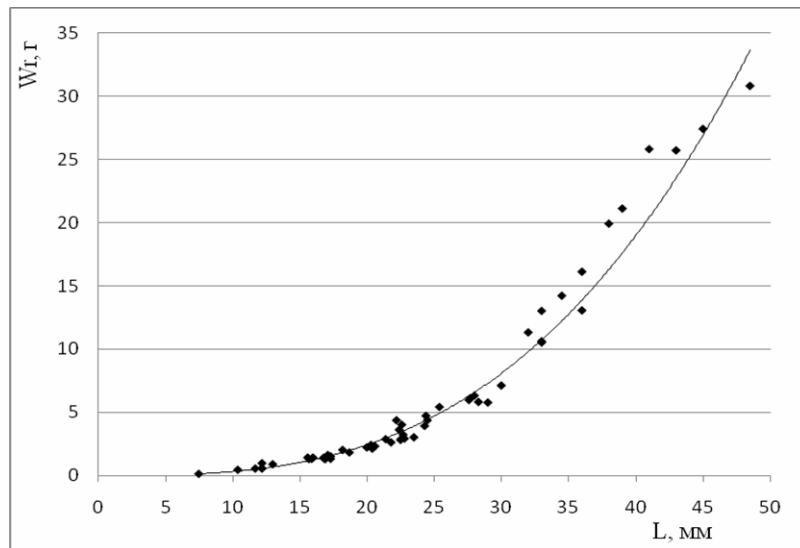


Рис. 2. Зависимость живой (общей) массы (W) от длины (L) в процессе роста анадары Керченского пролива

Следует также отметить, что общая масса тела складывается из нескольких компонентов (переменных) – массы раковины, соматической и генеративной ткани, а также количества мантийной жидкости. Эти компоненты могут существенно варьировать в зависимости от многих экологических факторов – температуры, солености, степени развития гонад, состояния кормовой базы и др. [12]. В связи с этим у многих авторов связь длины с общей массой тела, в зависимости

от стадии жизненного цикла, характеризовалась как отрицательной, так и положительной аллометрией [9, 10, 12].

При изучении продукционных процессов и анализа потоков вещества и энергии в популяциях гидробионтов, а также для ряда практических целей (при сборе и сортировке собранного урожая) значительный интерес представляют данные по изменению удельного веса раковины, мягких тканей и мантийной жидкости у этого моллюсков.

Анализ показал, что зависимость массы раковины (W_r) от общей массы целого моллюска (W) описывается степенной функцией (рис. 3, кривая 1):

$$W_r = 0,607 \times W^{1,012 \pm 0,012}, R^2 = 0,991 \quad (4).$$

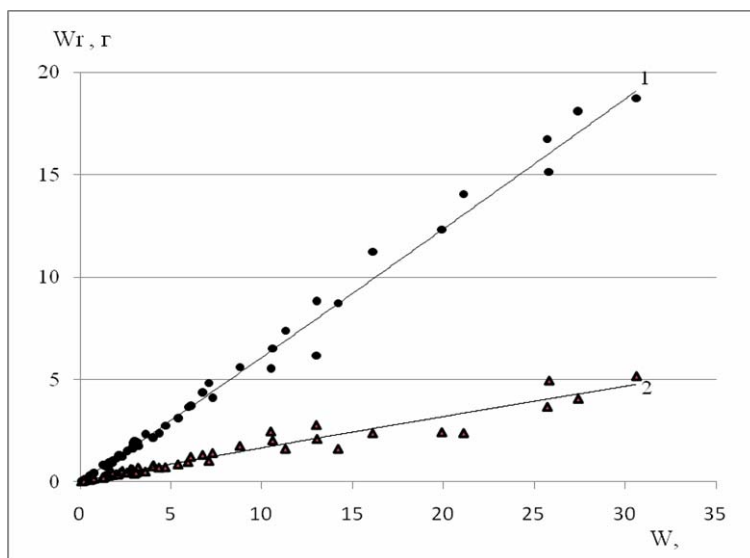


Рис. 3. Зависимости массы раковины (1) и мягких тканей (2) от общей массы анадары

Среднее значение относительной массы раковины W_r составило 0,621 (62,1 %), где значение S было равно 5,05 %. Коэффициент регрессии (1,012) указывает на изометрию роста раковины моллюсков. В целом, масса раковины составляет немногим менее 2/3 от общей массы всего животного [11].

Удельная скорость роста мягких тканей (W_m) по мере увеличения общей массы анадары характеризовалась заметно выраженной отрицательной аллометрией – коэффициент регрессии был значительно меньше единицы (рис. 3, кривая 2).

$$W_m = 0,183 \times W^{0,958 \pm 0,024}, R^2 = 0,976 \quad (5).$$

Таким образом, скорость роста массы мягких тканей (соматической и генеративной) в процессе индивидуального развития несколько отставала от темпа роста массы целого моллюска, возможно, за счет разного содержания воды в мантийной полости. Среднее значение относительной массы мягких тканей (W_m) составило 0,17,7 (17,7 %), что довольно близко к данным О. Ю. Вяловой [11] и несколько меньше материалов, полученных А. В. Пирковой [12].

В связи с полученными данными представляло интерес оценить изменение относительной массы мантийной жидкости (W_{mj}) анадары. При проведении биологического анализа двустворчатых моллюсков ее часто вообще не учитывают, хотя она является составной частью живого моллюска. Обнаружено, что по мере увеличения размеров анадары масса мантийной жидкости в среднем была выше, чем масса мягких тканей. Зависимость между этими показателями описывалась уравнением:

$$W_{mj} = 0,198 \times W^{0,992 \pm 0,028}, R^2 = 0,966 \quad (6).$$

Значение коэффициента регрессии свидетельствует, что параллельно со снижением скорости роста мягких тканей в онтогенезе, возрастает скорость роста массы мантийной жидкости. Анализ среднего значения относительной массы мантийной жидкости W_{mj} составило 0,202 (20,2 %), где значение S было равно 4,41 %, с колебанием минимального и максимального значения в пределах – 12,0–33,3 %.

Кроме исследуемых параметров нами отдельно проанализированы изменения размеров и массы правой и левой створок моллюсков. В литературе отмечалось [2, 4], что раковина этого вида неравносторонняя и неравностворчатая, причем левая створка несколько крупнее правой. Анализ наших материалов не выявил достоверных различий по длине, высоте и массе левой и правой створок. В то же время, выпуклость левой створки (D_l) и правой (D_p) описывается степенной функцией, имеющей вид (рис. 4, кривая 1):

$$D_l = 0,373 \times D^{1,107 \pm 0,037}, R^2 = 0,938 \quad (7).$$

$$D_p = 0,543 \times D^{0,932 \pm 0,027}, R^2 = 0,947 \quad (8).$$

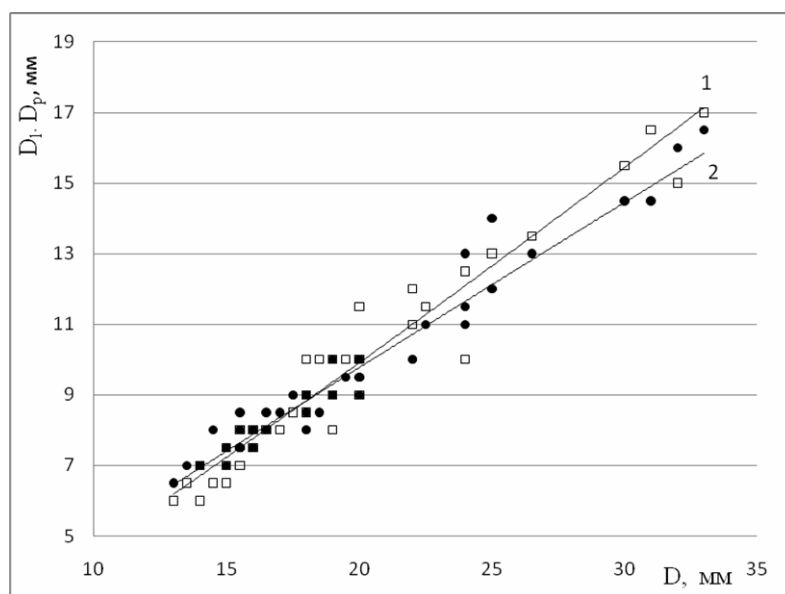


Рис. 4. Зависимость выпуклости левой (1) и правой (2) створок от толщины целой раковины (D) анадары

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что выпуклость левой створки достоверно отличается от правой створки.

Следует отметить, что левая створка не всегда больше правой – в ряде случаев выпуклость правой створки может быть даже больше левой.

Представленные материалы могут являться исходными данными для сравнительного анализа популяций анадары, культивируемых в разных биотопах Азовского и Черного морей.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена положительная аллометрия скорости роста высоты и выпуклости раковины относительно длины анадары.
2. Охарактеризована взаимосвязь длины и массы моллюсков, которая характеризуется слабой отрицательной аллометрией, близкой к изометрии.
3. Показано, что масса раковины тесно связана с массой тела целого моллюска и характеризуется положительной аллометрией, тогда как масса мягких тканей тела и мантийной жидкости описывается отрицательной зависимостью.

4. Обнаружено, что по мере роста моллюска выпуклость левой створки достоверно выше правой створки.

Список литературы

1. Золотарев В. Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря / В. Н. Золотарев, П. Н. Золотарев // Докл. АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501–503.
2. Анистратенко В. В. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна / В. В. Анистратенко, И. А. Халиман // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505–511.
3. Rinaldi E. Osservazioni relative a molluschi appartenenti al genere *Anadara* viventi in Adriatico / E. Rinaldi // Conchiglie. – 1972. – 8 (9–19). – P. 121–124.
4. Ghisotti F. *Scapharca* cfr. *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterraneo / F. Ghisotti // Conchiglie. – 1972. – Vol. 9, № (3–4). – 68 p.
5. Киселева М. И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа. Многолетние изменения зообентоса Черного моря / М. И. Киселева – К.: Наук. Думка, 1992. – С. 84–99.
6. Чихачев А. С. Новый вселенец в Азовское море / А. С. Чихачев, Л. Н. Фроленко, Ю. И. Реков // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.
7. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков / А. Ф. Алимов. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
8. Заика В. Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов / В. Е. Заика. – К.: Наук. думка, 1983. – 206 с.
9. Финогенова Н. Л. Популяционные характеристики поселений *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) Одесского региона Черного моря / Н. Л. Финогенова / Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2011. – Т. 1, Вып. 25. – С. 392–399.
10. Золотницкий А. П. Некоторые данные по росту и аллометрии двустворчатого моллюска кунеарки (*Cunearca cornea* Reeve), как возможного объекта черноморской марикультуры // А. П. Золотницкий, В. И. Вижевский // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 3/4. – С. 19–21.
11. Вялова О. Ю. Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадара *Anadara inaequalis* в Черном море (акватория Голубого залива, ЮБК) / О. Ю. Вялова // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей: [ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман и др.]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 189–182.
12. Пиркова А. В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании / А. В. Пиркова // Труды ЮгНИРО. – 2012. – Т. 2. – С. 73–78.

Жаворонкова А. М., Золотницкий О. П. Характеристика аллометричного росту двостулкого моллюска анадари (*Anadara inaequalis*) Керченської протоки // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 128–133.

Виявлені морфологічні параметри представника сімейства аркових – анадари (*Anadara inaequalis*), акліматизовано в Чорному морі. Дана кількісна характеристика зв'язку довжини (L) з висотою (H) і опуклістю (товщиною) раковини (D), взаємозв'язок довжини з масою (W) цілого моллюска, а також залежність маси раковини (W_r), м'яких тканин (W_m) і мантийної рідини (W_{mj}) від маси раковини від загальної живої маси моллюска, а також відмінності лівостулочної і правостулочної. Отримані дані можуть бути використані для порівняльного аналізу диференціації популяцій анадари і культивування при вирощуванні в різних біотопах Чорного моря.

Ключові слова: анадара, раковина, розмірні параметри, аллометрія, ізометрія.

Zhavoronkova A. M., Zolotnitsky A. P. Characteristic of the allometric growth of bivalve mollusk anadara (*Anadara inaequalis*) of the Kerch Strait // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 128–133.

Morphological characteristics representative of the family Arkovo – anadara (*Anadara inaequalis*) acclimatized in the Black Sea. A quantitative characterization of connection between the length (L) with the height (H) and convexity (thickness) sink (D) and relationship length with weight (W) of the whole clam, as well as the dependence of the mass shell (W_r), soft tissue (W_m) and hemolymph (W_{mj}) by weight of the total basin live weight of mollusk as well as the difference lypuklosti left and right wing. The data obtained can be used for comparative analysis of population differentiation anadara and culture when grown in different habitats of the Black Sea.

Key words: anadara, sink, size parameters, allometry, isometry.

Поступила в редакцію 30.01.2014 г.

УДК 612.176:612/014.4

МОДУЛЯЦІЯ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГІПОКАМПА ЩУРІВ ПІД ВПЛИВОМ ВИХРОВОГО ІМПУЛЬСНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Задорожна Г. О.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпропетровськ, vinograd03@list.ru

Досліджували спектральну композицію біоелектричної активності гіпокампа щурів, які були під вихровим впливом імпульсного магнітного поля правого та лівого напрямків обертання. Встановили, що під магнітною дією у гіпокампограмі щурів спостерігається реакція десинхронізації. Вираженість ефекту впливу вихрового магнітного поля залежить від напрямку його обертання.

Ключові слова: магнітне поле, гіпокамп, біоелектрична активність.

ВСТУП

Однією з актуальних проблем фізіології є вивчення закономірностей взаємовідносин організму з оточуючим середовищем та дослідження адекватного реагування організму на зовнішні впливи. Вплив магнітним полем (МП) відомий як стимулюючий фактор і широко використовується сучасною медициною щодо корекції порушених функцій організму. На відміну від фармакологічних препаратів, використання МП не потребує копіткого підбору доз, не має протипоказань. Вихровий вплив імпульсним МП вважається найбільш ефективним завдяки трьохмірній структурі такого сигналу, якій відповідає у моделюванні трьохмірній структурі біооб'єктів [1]. Дискусійним залишається питання пов'язані з використанням правого та лівого напрямків обертання вихрового МП.

При формуванні фізіологічної відповіді на зовнішню дію неспецифічні захисні реакції організму є первинними і виникають у відповідь на будь який надпороговий вплив. У випадку значної сили впливу виникає виражена напруга регуляторних систем та глибокі функціональні зсуви в електрогенезі лімбічної системи головного мозку [2]. Гіпокамп є центральною структурою лімбічної системи і надає модулюючого впливу і, в ряді випадків, визначає спрямованість адаптаційних реакцій. Тому метою даного дослідження було з'ясування особливостей функціонального стану гіпокампу за умов дії вихрового імпульсного МП правого та лівого напрямків обертання.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Всі експерименти були виконані відповідно з існуючими міжнародними вимогами і нормами гуманного ставлення до тварин.

Досліди проводилися на білих безпородних щурах-самцях, яких розподілили на три групи. Перша, контрольна група складалася з тварин ($n=35$), які перебували за стандартних умов віварію. На щурів другої ($n=27$) і третьої груп ($n=28$) здійснювали вихровий вплив імпульсним МП правого та лівого напрямків обертання відповідно. У нашому дослідженні МП створювали за допомогою магнітотерапевтичного апарату «Магнітер – 01» [3]. Випромінююча частина приладу – магнітна голівка – встановлювалась над твариною, яка перебувала у коробці з магнітопрозорого матеріалу. Експозиція загального опромінення для тварин тривала 15 хвилин щоденно в один і той же час. Параметри МП складали: індукція магнітного поля – 5–10 мТл, частота – 80 Гц.

Загальна тривалість експерименту складала 21 тиждень.

Реєстрацію сумарної фонові електричної активності гіпокампа (електрогіпокампограми, ЕГГ) проводили за умов гострого експерименту паралельно у тварин всіх груп через кожні три тижні впродовж усього періоду спостереження. Хірургічну підготовку здійснювали, використовуючи тіопентал натрію (50 мг/кг) та кетаміну гідрохлорид (15 мг/кг), які вводили внутрішньочеревино.

Відведення біопотенціалів гіпокампа здійснювали голчатими електродами (ніхром, діаметр 100 мкм, лакова ізоляція за винятком кінчика) за допомогою поліграфу ПБЧ – 01. Координати зон

гіпокампа визначали за атласом фронтальних перерізів мозку щура: bregma (B) = -1,4 мм; латеральна вісь (L) = 0,8 мм; інтєррауральна вісь (I) = -4 мм [4].

Запис ЕГГ щурів проводили з використанням стандартного електрофізіологічного устаткування. Після кожного експерименту проводили декапітацію тварин і ідентифікацію локалізації електродів (рис. 1).

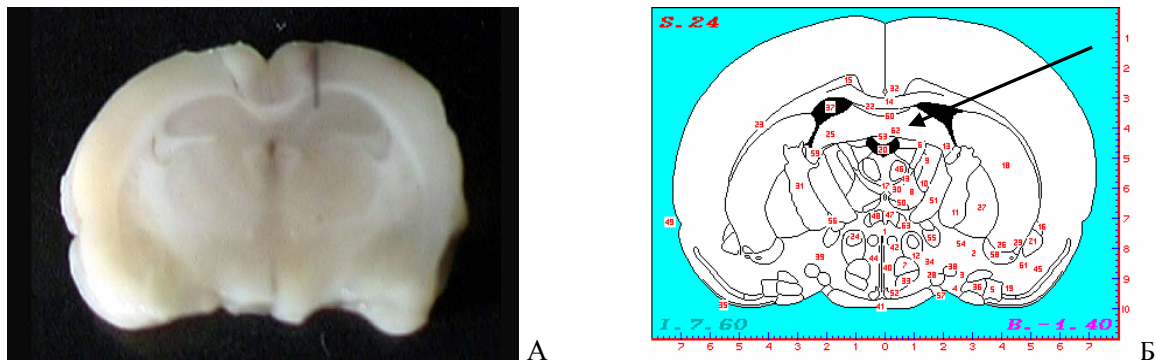


Рис. 1. Верифікація локалізації електрода у гіпокампі щура

А – фронтальний зріз мозку щура та трек електрода, Б – схематичний план зрізу по атласу [4], 7 – гіпокамп щура на рівні -1,4 мм від брегми (В).

Розподіл ЕГГ на частотні компоненти здійснювали методом цифрового перетворення Фур'є. Аналізували спектральну композицію ЕГГ, тобто відсоток потужності хвиль певного діапазону щодо загальної потужності всіх коливань у запису, прийнятої за 100 %.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Протягом усього періоду спостереження в ЕГГ піддослідних щурів, відчутно домінувала повільнохвильова аперіодична активність. Встановлено, що у тварин контрольної групи дельта-активність складала $71 \pm 6,68\%$ – $88 \pm 7,82\%$ від загальної потужності ЕГГ (рис. 2). Потужність тета-, альфа- і бета-активності коливалась в межах $16 \pm 1,8\%$ – $6 \pm 0,75\%$, $16 \pm 1,42\%$ – $4 \pm 0,61\%$, $5,23 \pm 0,49\%$ – $2 \pm 0,19\%$ відповідно.

Аналіз динаміки нормованої потужності хвиль різних частотних діапазонів ЕГГ тварин другої і третьої груп показав, що спектральній композиції біоелектричної активності гіпокампа щурів під впливом МП спостерігався певний перерозподіл частот. Під впливом магнітного сигналу правого напрямку обертання відсоток аперіодичної активності ЕГГ щурів знижувався від початку експерименту до $38 \pm 4,11\%$ – $27 \pm 2,50\%$ і залишався зменшеним відносно контролю весь термін спостереження. Представленість більш високочастотних компонентів у ЕГГ щурів другої групи була завжди більша, ніж у контрольних тварин і доходила до 40 % у тета-діапазоні, $20 \pm 0,23\%$ у діапазоні альфа-подібної активності, $10 \pm 0,17\%$ у діапазоні бета-подібної активності. Відсоток аперіодичної активності в ЕГГ щурів третьої групи складав $76 \pm 7,44\%$ – $45 \pm 5,33\%$, альфа-подібної $13 \pm 1,56\%$ – $37 \pm 4,35\%$, бета-подібної – $2 \pm 0,22\%$ – $7 \pm 0,64\%$.

Лівонаправлене вихрове МП діяло на біоелектричну активність гіпокампа щурів подібно до правонаправленого сигналу, але ефект цього впливу спостерігався не одразу, а лише через 6–9 тижнів від початку експерименту, і зменшення показників у щурів третьої групи було менш інтенсивним.

Зниження представленості повільнохвильової компоненти біоелектричної активності мозкової структури на тлі підвищення відсотку більш високочастотних компонент свідчить про розвиток реакції десинхронізації, значно більш вираженої під дією правонаправленого МП.

Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що характер впливу імпульсних магнітних полів на електричну активність гіпокампа істотно залежав від напрямку обертання МП. Зокрема, звертає увагу факт більш вираженої десинхронізації ЕГГ протягом експерименту у

тварин другої групи, ніж третьої. Отримані дані дають підстави вважати, що вихрове імпульсне МП правого напрямку обертання є більш біологічно активним. Цікава аналогія такого результату з висновками, отриманими в експериментах, в яких досліджували вплив крайнє високочастотного випромінювання на амплітуду альфа-ритму ЕЕГ людини і виявили, що правополяризоване випромінювання діяло більш ефективно, ніж лівополяризоване [5]. Встановлена також різна чутливість ока до лівої та правої компонент циркулярно поляризованого світла [6]. Враховуючи дані цитованих робіт, можна стверджувати, що результати наших експериментів відображали певну універсальну закономірність дії електромагнітних випромінювань на біооб'єкти.

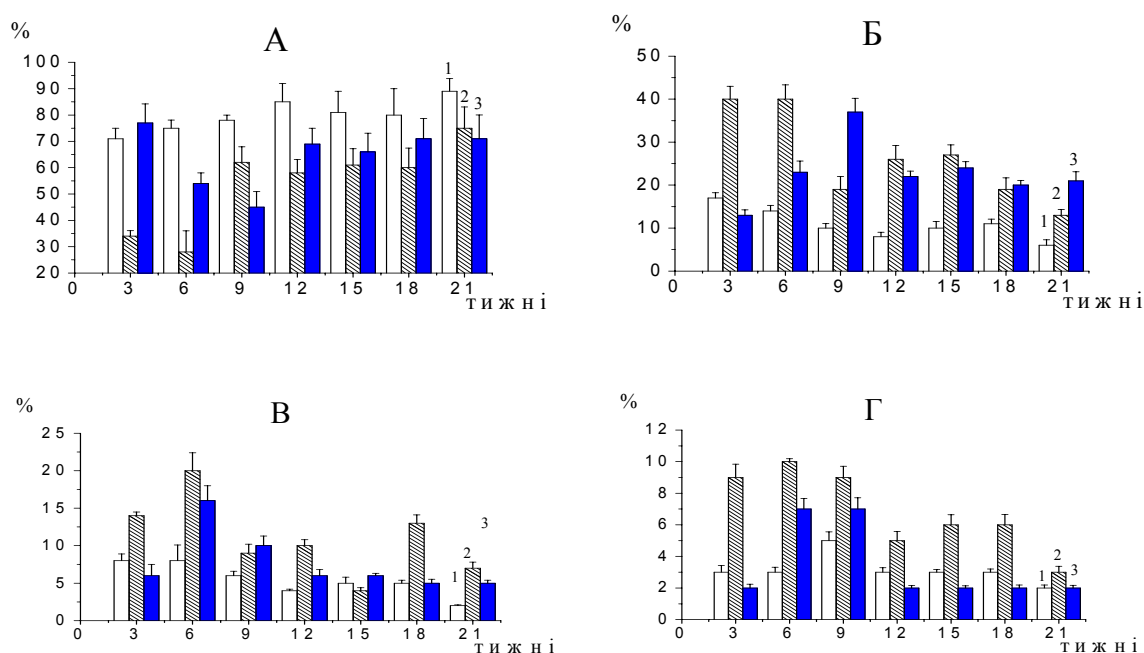


Рис. 2. Динаміка нормованої спектральної потужності частотних компонентів ЕЕГ щурів

По осі абсцис – термін спостереження, тижні, по осі ординат – спектральна потужність (%), нормована до сумарної потужності коливань ЕЕГ у кожному часовому інтервалі спостереження. А–Г – динаміка потужностей коливань дельта-, тета-, альфа- та бета-діапазонів відповідно.

Найбільш чутливими до різноманітних хімічних і фізичних агентів є мембрани. МП, як відомо, впливають на рухомі електричні заряди. Тому дія МП викликає у мембранах низку зв'язаних між собою змін: транспорту іонів, величини мембранного потенціалу клітин, числа і типу активних потенціалзалежних іонних каналів і, у кінцевому підсумку, збудливості нейронів. Це може відображатись у модуляції фонові сумарної електричної активності мозкових структур, яка є результатом сумарної постсинаптичних потенціалів на мембранах нейронів.

Стверджують, що ефективність дії анізотропного випромінювання може підвищуватись в багато разів при відповідності анізотропії випромінювання структурній анізотропії об'єкту, на який діє дане випромінювання [5, 6]. На мембранному рівні деякі автори пояснюють більший ефект анізотропної дії МП. Мембрани клітин є рідкокристалічними системами [7]. Здатність МП до переорієнтування рідких кристалів є основою зміни під дією полів структури і властивостей мембран. Саме анізотропними властивостями рідких кристалів пояснюють поведінку молекул, клітин і складних організмів у МП [8]. Можливо, дія правонаправленого МП призводить до більш переважного напрямку орієнтації рідкокристалічних утворень у мембранах клітин, ніж дія поля з лівим напрямком обертання. Такі перетворення, безумовно б відобразились на зміні проникності мембран, що є причиною змін в електричних реакціях клітин і сумарній електричній активності мозкових структур.

Необхідно відмітити, що в ЕГГ тварин, які зазнавали дії вихрових імпульсних МП, найбільш істотно зростала нормована потужність хвиль тета – діапазону, що, очевидно, відображало особливості електричної активності досліджуваної структури мозку. Крім того, зважаючи на те, що подібні зміни параметрів ЕГГ щурів описані в багатьох роботах з моделюванням різних стрес – станів (зооконфліктна ситуація, ноцицептивне подразнення кінцівок експериментальних тварин) [9, 10], отримані нами результати можна розглядати як прояви в електричній активності гіпокампа під дією використаних МП ознак напруги та стресового навантаження.

Посилення активності в тета – діапазоні у щурів і деяких інших тварин, крім того, вважають показником активного стану мозку [2, 10]. Відмічають, що синхронізовані коливання з частотою 4–7 в 1 с виникають в давніх структурах мозку – гіпокампі, гіпоталамусі та ретикулярній формації – у відповідь на різноманітні подразнення. Довгочасна дія слабким низькочастотним імпульсним МП призвела до значного і стабільного зростання потужності тета – ритму, що могло свідчити про розвиток в організмі щурів за таких умов активного стресоподібного стану. Підтвердженням подібному припущенню можуть бути результати наших попередніх робіт, в яких встановлено підвищення рівню кортикостерону у сироватці крові щурів під впливом вихрового імпульсного МП даних параметрів [11].

Інтенсивність магнітного впливу в нашому експерименті знаходиться у діапазоні варіацій інтенсивності природного електромагнітного поля під час геомагнітних збурень. В такі періоди інтенсивність геомагнітного поля може підвищуватись в 10 – 10000 разів, і, як відомо, суттєво впливати на протікання фізіологічних процесів. Варіації біоелектричної активності головного мозку в умовах фізіологічного спокою достовірно сполучені зі змінами параметрів електромагнітного поля наднизькочастотного діапазону у середовищі. Максимальні значення кореляційних відносин відповідають підвищеному рівню сонячної і магнітної активності [12, 13]. Данні про дію геомагнітного збурення на функціональні характеристики організму свідчать, що реакція має характер адаптаційного стресу [14] і узгоджуються з отриманими даними в нашій роботі.

Такий результат є цікавим з точки зору сучасних досліджень, що характеризують різні сторони загальної реакції, індукованої використанням слабких змінних МП, зокрема підвищення загальної резистентності організму [15]. Встановлено, що воно формується по механізму адаптаційного синдрому при провідній ролі системних нейрогуморальних механізмів регуляції функцій і може застосовуватись для корекції розладів діяльності функціональних систем організму внаслідок дії любых стрес-чинників.

ВИСНОВКИ

Протягом усього періоду спостереження в ЕГГ піддослідних щурів, відчутно домінувала повільнохвильова аперіодична активність. Встановлено, що у тварин контрольної групи дельта-активність складала $71 \pm 6,68 \%$ – $88 \pm 7,82 \%$ від загальної потужності електрогіпокампограми.

Вихровий вплив імпульсним магнітним полем викликає реакцію десинхронізації фоновой біоелектричної активності гіпокампа щурів.

Ефекти вихрового впливу імпульсним магнітним полем на формування біоелектричної активності гіпокампа щурів залежать від напрямку обертання поля. Правонаправлене вихрове магнітне поле викликає більш виражені зміни у формуванні електрогіпокампограми щурів.

Вихровий вплив імпульсним магнітним полем сприяє розвитку в організмі щурів активного стресоподібного стану, що підтверджено дослідженнями вмісту кортикостерону у сироватці крові тварин.

Список літератури

1. Хоменко О. М. Вплив змінних магнітних полів на функціональний стан печінки при хронічному активному гепатиті / О. М. Хоменко, А. І. Руденко, О. Б. Мурзін // Вісн. ДДУ, Сер. Біологія. Екологія. – 2002. – Т. 2, Вип. 10. – С. 32–36.
2. Воробьева, Т. М. Электрическая активность мозга (природа, механизмы, функциональное значение) / Т. М. Воробьева, С. П. Колядко // Теоретична і експерим. медицина. – 2007. – № 2. – С. 4–11.

3. Патент 29009 А Украина, 6 А61N2/02., Пристрій для генерування магнітних полів / Ю. О. Філіпов, І. І. Соколовський, І. І. Гриценко, М. Я. Житник, Ю. Г. Путилов, А. І. Руденко; Заяв.15.01.1993 № 3687-ХІІ; опубл. 01.06.2000. Бюл. № 5–11.
4. Стереотаксический атлас мозга крыс (фронтальные сечения) / Электронная версия изготовлена под ред. проф. А. Ю. Буданцева. – Пушино: Аналитическая микроскопия, 2002. – С. 7–15.
5. Дмитриевский И. М. Воздействие поляризованного света на глаз человека (новое объяснение зрительного феномена, обнаруженного И. М. Фейгенбергом) / И. М. Дмитриевский. – М., 1985. – С. 19. – (Препринт МИФИ 014-85).
6. Дмитриевский И. М. Космофизические корреляции в живой и неживой природе как проявление слабых воздействий [Текст] / И. М. Дмитриевский // Биофизика. – 1992. – Т. 37, Вып. 4. – С. 674–680.
7. Гуляр С. А. Постоянные магнитные поля и их применение в медицине [Текст] / С. А. Гуляр, Ю. Л. Лиманский. – К.: Ин-т физиол. им. А. А. Богомольца НАН Украины, 2006. – 320 с.
8. Hong F. T. Magnetic field effects on biomolecules, cells, and living organism [Text] / F. T. Hong // Biosystems. – 1995. – 36, № 3. – P. 187–229.
9. Ляшенко В. П. Динаміка характеристик електричної активності трофо- та ерготропної зон гіпоталамуса щурів у перебігу довготривалого емоційного стресу / О. З. Мельникова, А. В. Горковенко, С. М. Лукашов, Т. Г. Чаус // Нейрофізіологія. – 2007. – Т. 39, № 1. – С. 69–80.
10. Шеверева В. М. Особенности формирования и обратимости эмоциональных нарушений у крыс при нейрогенном стрессе / В. М. Шеверева // Нейрофизиология. – 2003. – Том 35, № 2. – С. 147–158.
11. Задорожна Г. О. Вплив вихрового імпульсного магнітного поля на біоелектричну активність гіпоталамуса щурів за фізіологічних умов та умов стресу. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.13 «фізіологія людини і тварин» / Г. О. Задорожна. – К., 2009. – 20 с.
12. Михайлова Г. А. Возможный биофизический механизм влияния солнечной активности на центральную нервную систему человека / Г. А. Михайлова // Биофизика. – 2001. – Т. 46, вып. 5. – С. 922–926.
13. Побаченко С. В. Сопряженность параметров энцефалограммы мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований / С. В. Побаченко, А. Г. Колесник // Биофизика. – 2006. – Т. 51, вып. 3. – С. 534–538.
14. Рапопорт С. И. Магнитные бури как стрессовый фактор [Текст] / С. И. Рапопорт, Т. Д. Большакова, Н. К. Малиновская и др. // Биофизика. – 1998. – Т. 43, вып. 4. – С. 632–639.
15. Сидякин В. Г. Магнитоиндуцированные реакции в механизмах радиорезистентности организма / В. Г. Сидякин, А. М. Сташков // Ученые записки Таврического национального университета. – 1998. – № 7 (46). – С. 39–46.

Задорожная Г. А. Модуляция биоэлектрической активности гиппокампа крыс под влиянием вихревого импульсного магнитного поля // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 134–138.

Исследовали спектральную композицию биоэлектрической активности гиппокампа крыс, которые были под вихревым влиянием импульсного магнитного поля правого и левого направлений вращения. Установили, что под магнитным действием в гиппокампограмме крыс наблюдается реакция десинхронизации. Выраженность эффекта влияния поля зависит от направления его вращения.

Ключевые слова: магнитное поле, гиппокамп, биоэлектрическая активность.

Zadorojhnaya G. A. Modulations of bioelectrical activity of the hippocampus vortex of the rats under the influence of pulsed magnetic field // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 134–138.

We investigated the spectral composition of bioelectrical activity of the hippocampus of rats, which were under the influence of pulsed magnetic vortex field right and left directions of rotation. We founded that under the action of magnetic hippocampogramme rats observed in the reaction of desynchronization. Intensity effect field effect depends from the direction of its rotation.

Key words: magnetic field, hippocampus, bioelectrical activity.

Поступила в редакцию 31.01.2014 г.

УДК 502.174:330.131

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ – НАПРЯМОК РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Мамчук І. В., Павленко Ю. Є.

Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, tiv_72@i.ua

Показується, що кластеризація – це один з напрямків розвитку регіональної економіки. При цьому створення екологоорієнтованого кластера в рамках індустріального або технологічного парку сприяє забезпеченню екологічної безпеки регіону.

Ключові слова: регіональна економіка, кластерний підхід, екологоорієнтований кластер, технопарки, індустріальні парки, екологічна безпека.

ВСТУП

Одна з причин погіршення екологічної ситуації в більшості регіонів нашої країни – відсутність результативної управлінської системи забезпечення раціонального природокористування та екологічної безпеки хімічних підприємств. Усі інновації у сфері забезпечення екологічної безпеки хімічних підприємств пов'язані з великими матеріальними витратами і значним терміном окупності.

Проблеми кластеризації економічних систем розглянуто в працях численних зарубіжних і вітчизняних науковців (М. Портера, І. Левіна, Р. Нельсона, Н. Вонортаса, С. Соколенка та ін.). Проблематикою функціонування кластерів в економіці займалися провідні закордонні та українські вчені: М. Портер, К. Сала-і-Мартін, Д. Келлехер, В. Чужиков, З. Варналій, М. Войнаренко, Я. Жаліла, Б. Кваснюк, К. Савіна та ін.

Існуючий організаційно-економічний механізм охорони довкілля недостатньо орієнтований на забезпечення екологічної безпеки процесів реструктуризації підприємств хімічної промисловості. Організаційно-економічні інструменти цього механізму не дозволяють врахувати інтереси суб'єктів господарювання та вимоги екологоорієнтованого розвитку сучасного суспільства. Основою розробки такого механізму є кластерний підхід до забезпечення екологічної безпеки процесів реструктуризації підприємств хімічної промисловості. Утворення кластеру на території регіону, де розташовані хімічні підприємства, доцільний, якщо є висока концентрація взаємозв'язаних галузей. У результаті такого взаємовигідного співробітництва формується кластер хімічних підприємств, які співпрацюють не тільки для підвищення конкурентоспроможності, але й для забезпечення одночасно екологічної безпеки за допомогою горизонтальних зв'язків між підприємствами. Застосування кластерного підходу доцільно розглянути виходячи з історії його впровадження.

Кластер – це група компаній та організацій, які географічно наближені й інтеграційно взаємодіють між собою, а також функціонують у певній галузевій (багатогалузевій) сфері і взаємодоповнюють одна одну. Це взаємодія в галузі комп'ютерної техніки й інформаційних технологій у Силіконовій долині в Америці, у галузі зв'язку і телекомунікацій у Хельсінкі, аерокосмічної промисловості в Московському регіоні. Голівуд також є кластером, найуспішнішим у світовому кіновиробництві за всі часи його існування [1; 2].

Звернемо увагу на те, що влада розуміє перспективність кластерної форми господарювання: у вересні у 2008 році прийнята Концепція створення кластерів в Україні. У цій концепції, що прийнята Кабінетом міністрів України (КМУ), міститься аналіз використання кластерної системи у світі, наводяться причини недостатнього її використання в Україні та обґрунтовуються рекомендації щодо розповсюдження кластеризації в економіці країни [3]. У Постанові КМУ визначається низький рівень розповсюдження кластерів у країні, що обумовлено відсутністю наукових розробок та правового забезпечення функціонування даної системи.

На нашу думку, необхідно звернути увагу на сучасні теорії досягнення національної, регіональної і місцевої конкурентоспроможності, що є ядром основи впровадження кластерної моделі розвитку економічної системи.

Проте питання формування кластерів як інструменту забезпечення екологічної безпеки процесів реструктуризації підприємств хімічної промисловості потребують конкретизації. На сучасному етапі глобалізації однією з умов підвищення конкурентоспроможності регіонів та країни в цілому є становлення кластерів економічної діяльності.

Фактично, кластер повинен виступати інтегрованою бізнес-інституцією, яка, з одного боку, оптимізує структуру виробництва шляхом вироблення товарів необхідних споживачам, а з іншого боку, оптимально поєднує та створює взаємозв'язки між суміжними галузями та виробниками ресурсів, не нехтуючи охороною навколишнього природного середовища, тим самим піднімаючи середній рівень конкурентоздатності цих галузей [4; 16].

Метою статті є обґрунтування кластерного підходу у реструктуризації підприємств як один з напрямків розвитку регіональної економіки. При цьому створення екологоорієнтованого кластера сприяє забезпеченню екологічної безпеки.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Результати проведених досліджень дозволили зробити висновок, що кластери в національній економіці формуються досить хаотично. Немає системного підходу до впровадження кластерної моделі розвитку економіки. Якщо у світі між рівнем розвитку бізнес-кластерів та рівнем конкурентоспроможності [5] існує суттєвий прямий зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,79), то в Україні (у розрізі конкурентоспроможності регіонів) – навпаки (коефіцієнт кореляції 0,27) [6]. Отже, проведений аналіз підтверджує принципову роль кластерної моделі розвитку окремої країни і її регіонів. Політика України у сфері кластеризації економіки на даному етапі не відповідає об'єктивним вимогам часу. Нині необхідний комплексний і системний підхід до вироблення стратегій впровадження кластерів у національну економічну систему [3; 7].

Методи, що застосовувались в дослідженні – це методи аналізу первинної інформації і статистичне узагальнення домінуючих тенденцій та інноваційних рішень.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Нова регіональна економіка повинна базуватися на нових підходах, заснованих на «працюючих» теоретичних моделях. Саме кластерний підхід дозволяє концентрувати обмежені ресурси регіону. Кластер визначає спеціалізацію регіону та позиціонує його на зовнішньому ринку, підвищуючи його конкурентоспроможність.

Застосування кластерного підходу має свої особливості в хімічній промисловості. Хімічна промисловість країни є складним комплексом державного господарства і тому відноситься до стратегічних галузей української економіки, оскільки визначає зв'язок з національною економічною та екологічною безпекою.

Кластерний підхід у реструктуризації підприємств хімічної промисловості є новим об'єктом вивчення, тому термінологічний апарат, який характеризує процес реструктуризації, перебуває в процесі формування [8; 9]. Це питання ставиться при розробці та реалізації регіональної інноваційної політики, а також формуванні інноваційного мікроклімату регіону.

Кластер передбачає локалізацію в цілому, враховуючи всі елементи регіональної інфраструктури. Для ефективної роботи кластера слід залучати промислові структури підприємства, науково-дослідні інститути та лабораторії. Завдання держави при формуванні кластера – залучати недовантажені виробничі та наукові потужності підприємств та науково-дослідних інститутів. Найбільш ефективно реалізується кластерний підхід при утворенні технопаркових конструкцій, до яких відноситься «індустріальний (промисловий) парк», «технопарк», «бізнес-інкубатор». Саме кластерний підхід необхідний при реалізації інноваційної політики регіону.

Практика останніх років роботи технопарків свідчить про негативні тенденції, системні вади і потенційні загрози у цій сфері. Такого ж висновку дійшла міжвідомча комісія з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України: «негативні явища в інноваційній сфері набувають незворотного характеру і являють загрозу технологічній та економічній безпеці України, яка потребує вжиття негайних заходів як з боку найвищого політичного керівництва країни, так і органів виконавчої влади на всіх рівнях» [10; 11].

Бізнес-інкубатор – структура, що спеціалізується на створенні сприятливих умов для існування та ефективної діяльності інноваційних підприємств, що реалізують оригінальні науково-технічні ідеї (у якому створенні умови для розроблення і застосування суб'єктами малого та середнього підприємництва інноваційних технологій). Бізнес-інкубатор є дієвим елементом інноваційної інфраструктури, може бути автономною господарською одиницею, а може діяти в складі технопарку як «інкубатор технологій». Інкубатор технологій - це наукомістке підприємство, тісно пов'язане з університетом, індустриальним парком або еколого-інноваційним центром, призначене для обслуговування і "виращування" нових фірм, надання їм допомоги у виживанні й успішній діяльності на ранній стадії їх розвитку. Таким чином, бізнес-інкубатори можуть існувати у двох видах: діяти як самостійні організації або ж виступати як ядро технопарків (індустріальних парків). У першому випадку бізнес-інкубатори створюються, як правило, для підтримки нетехнологічного підприємництва і форм звичайних технологій. У другому – інкубатори, що знаходяться в складі технопарку, орієнтовані на роботу в галузях високих технологій, підтримку малих починаючих іноваційних підприємств, малого інноваційного підприємництва в науково-технічній сфері.

В умовах ринкової економіки і кризового її стану варте уваги питання підходу до формування еколого-економічної політики на найближчу і більш віддалену перспективу. Уся система територіальної організації виробництва і окремих її компонентів має розвиватися в напрямку екологічно стійкого інформаційного простору. Такий розвиток передбачає формування територіальної системи виробництва без збитку для задоволення потреб майбутніх поколінь.

Техногенні фактори екологічної небезпеки є складовими процесів і явищ, що створюють ризик повного або часткового руйнування навколишнього середовища, підвищення вірогідності техногенних і природних катастроф. З метою запобігання цим явищам пропонується кластерний підхід до екологізації хімічних підприємств в рамках індустриальних і технопарків. Основним критерієм кластеризації є ступінь екодеструктивного впливу окремих підприємств, що входять до технопаркових конструкцій. Результатом кластеризації є створення екологоорієнтованого кластера хімічних підприємств (ЕКХП) [12]. Екологоорієнтована кластеризація сприяє підвищенню економічного потенціалу регіону за рахунок його інноваційно-інвестиційної привабливості, покращання взаємодії бізнесу і навколишнього середовища.

Під екологоорієнтованим кластером хімічних підприємств розуміється об'єднання підприємств хімічної промисловості за ознаками близькості географічного розташування, приваблиючого впливу на навколишнє природне середовище та зростання конкурентоспроможності кожного з них за рахунок забезпечення екологічної безпеки.

Екологоорієнтований кластер хімічних підприємств має виконувати такі завдання в рамках забезпечення екологічної безпеки:

- сприяти розвитку хімічної промисловості та активізації господарської діяльності, зменшуючи антропогенне навантаження на навколишнє середовище;
- нарощувати обсяги виробництва і продукції для задоволення місцевого, вітчизняного ринку та формування експортного потенціалу, зменшуючи відходи виробництва за рахунок їхньої переробки;
- створення додаткових робочих місць;
- збільшення відрахувань до бюджетів різних рівнів.

Отже, при забезпеченні екологічної безпеки в ЕКХП її оцінювання ґрунтується на розумінні специфіки реципієнтів негативного впливу, серед яких головними є людина та базова компонента навколишнього природного середовища – екосистема. Виділяють два основних стани екосистеми: рівновага та перехідний (активний) період [13, стор. 229–231].

Стримуючими факторами при формуванні та розвитку екологоорієнтованих кластерів на сучасному етапі є [11; 12]: низька якість управління бізнесом, відсутність орієнтації багатьох підприємств на міжнародний ринок, слабкий рівень розвитку територіальних коопераційних структур які самостійно не можуть розробляти та реалізовувати пріоритети для просування інтересів регіонального бізнесу, недостатній рівень планових рішень з територіального господарського розвитку, значний період досягнення очікуваних результатів (реальний вииграш від створення кластерів проявляється через 5–10 років).

Науково-практичний інтерес становить ситуацію, що нині склалася в Сумській області, зокрема у Шосткинському регіоні. Необхідно зазначити, що соціально-економічний стан регіону нерідко оцінюють як депресивний [14], тобто такий, що має дуже низькі значення індексу сталого розвитку. Область, [15, стор. 86; 16], відноситься до групи аутсайдерів в рейтингу регіонів за індексами вимірів сталого розвитку. Для покращення конкурентоспроможності підприємств хімічної промисловості регіону пропонується об'єднати їх в екологоорієнтований кластер.

Розвиток даного кластера пропонується здійснювати на основі існуючого на території Шосткинського району Сумської області діючого виробничого комплексу, хімічної та нафтохімічної промисловості, який після кризового періоду поступово починає працювати (рис. 1).

Основою для об'єднання підприємств хімічної промисловості в кластер є їх близьке географічне розташування, схожість технопаркових процесів та суттєвий вплив на навколишнє середовище (табл. 1).

Розрахунок індексу агломератної екологічності показує ступінь екологоорієнтованого розвитку на кожному з підприємств, що входить до складу кластера. Чим більше значення показника відрізняється від 0, тим кращий рівень екорозвитку на підприємстві, при цьому більша ймовірність отримання синергетичного ефекту в ЕКХП.

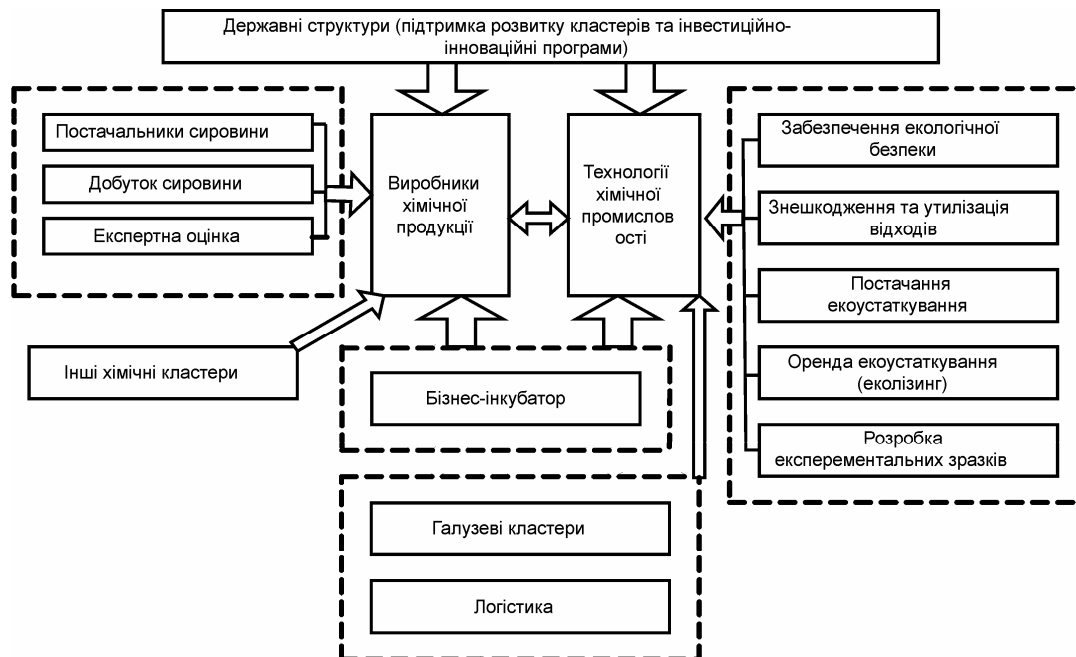


Рис. 1. Взаємодії всередині екологоорієнтованого кластера хімічних підприємств

Граничні витрати можуть бути за умов $B'(Q) < 0$ при всіх можливих Q , а середні витрати знижуються за умов Q_1 та Q_2 таким чином, що умова $0 < Q_1 < Q_2$ виконується при:

$$\frac{B(Q_2)}{Q_2} < \frac{B(Q_1)}{Q_1}$$

Таблиця 1

Ознаки та критерії формування екологоорієнтованого кластера
для підприємств хімічної промисловості

Ознака	Критерій
Взаємодія підприємств, географічне розташування	Близьке територіальне розташування, визначення індексу екологічної агломерації: $I_{EA} = (\sum_i (W_{xi} - W_i)^2) : (1 - \sum_i W_i^2)$, де x – індекс хімічної промисловості регіону; W_{xi} – вага підприємства хімічної промисловості в технопарку; W_i – вага підприємства хімічної промисловості в регіоні. Чим більше цей індекс за 0, тим краще; максимальне значення показника дорівнює 1
Наявність конкуренції	Високий ступінь конкуренції всередині еокластера дозволяє підприємствам зменшувати навантаження на навколишнє природне середовище
Екологічна інноваційність	Високий рівень застосування інноваційних ресурсозберігаючих, енергозощаджувальних технологій
Технологічний екологоорієнтований розвиток	Регулювання викидів в атмосферне повітря, скидів у водоймища та утворення твердих відходів, застосовуючи стандартизацію в галузі охорони природи
Спеціалізація кадрового потенціалу	Наявність кваліфікованого кадрового потенціалу: достатній рівень компетенції персоналу, ефективність його внутрішньої організації, якісне навчання, екологоорієнтоване співробітництво з іншими підприємствами індустріального парку
Зацікавленість	Зменшення настання екологічного ризику при взаємодії між підприємствами
Регіональна підтримка	Надання пільгового режиму, що приводить до скорочення екологічних витрат; інформаційна підтримка
Синергія підрозділів [16, стор. 72–73]	Спільне виробництво коштує дешевше, ніж окреме виробництво, особливо в результаті галузевої інтеграції

Отже, спільне виробництво об'єднаних підприємств в кластер приведе до зменшення викидів та скидів в навколишнє природне середовище для n підприємств, що випускають продукцію в обсязі $Q = (Q_1 \dots Q_n)$:

$$\sum_{i=1}^n B(Q_i) > B\left(\sum_{i=1}^n Q_i\right) \quad (1).$$

Але, разом зі зростанням та нарощуванням виробництва підприємствами може виникнути негативний ефект масштабу [18, стор. 73] за рахунок того, що операційні витрати збільшуватимуться на суму додаткової заробітної плати, знижуватиметься швидкість доставки ресурсів, можливі ускладнення зі складуванням готової продукції.

Структурні характеристики хімічного комплексу області в побудові промисловості менші за середні показники в Україні в 2 рази. Це свідчить про високу концентрацію (локалізацію) хімічного виробництва та характеризує хімічний комплекс як базову галузь економіки Сумської області. Тому впровадження кластеризації підприємств хімічної промисловості на території регіону сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності.

Таким чином, кластерний підхід в екологічній сфері є способом реалізації територіального принципу управління розвитком регіональної економіки та економіки природокористування, а саме виступає інструментом структурування та основою виявлення точок зростання економіки, є новим напрямом розуміння конкуренції та джерел досягнення конкурентних переваг, що в кінцевому результаті приведе до поєднання інтересів території та хімічних підприємств, забезпечуючи при цьому екологічну безпеку.

ВИСНОВКИ

1. Створення екологоорієнтованого кластеру хімічних підприємств в регіоні є основою запобігання їх негативного впливу на навколишнє природне середовище. Основним критерієм

кластеризації є ступінь екодеструктивного впливу окремих підприємств, що входять до технопаркових конструкцій. Екологоорієнтована кластеризація сприяє підвищенню економічного потенціалу регіону за рахунок його інноваційно-інвестиційної привабливості, покращення взаємодії бізнесу з владою. Отже, створення екологоорієнтованого кластера хімічних підприємств в регіоні є одним із напрямків забезпечення їх конкурентоспроможності, сприяє підвищенню життєвого рівня населення регіону шляхом упровадження нових екологобезпечних технологій, що в кінцевому підсумку приводить до збалансування інтересів території та підприємств хімічної промисловості.

2. Перевагами екологоорієнтованої кластеризації в регіоні є:

- збільшення кількості платників екологічних податків, відповідно збільшується база оподаткування, з'являється вигідний інструмент взаємодії з бізнесом, знижується залежність від окремих бізнес-груп, у кінцевому випадку покращується еколого-економічний розвиток території;

- покращується екологоорієнтована кадрова інфраструктура;
- з'являється екологоорієнтована інфраструктура для досліджень та розробок;
- зменшуються еколого-економічні витрати;
- з'являється можливість вийти на міжнародний ринок;
- стимулювання екологоорієнтованих кластерів можливе за рахунок цільових програм.

3. Кластерний екологоорієнтований підхід є одним з напрямків підвищення конкурентоспроможності підприємств регіону за рахунок залучення інвестицій у високотехнологічну інфраструктуру, сприяє підвищенню життєвого рівня населення шляхом впровадження нових екологобезпечних технологій; сприяє розвитку трудового потенціалу за рахунок висококваліфікованих спеціалістів. В екологоорієнтованому кластері є велика можливість забезпечення підприємств централізованою сферою послуг: фінансовою, технічною, інформаційною.

Список літератури

1. Мохова Е. А. Кластеры малых предприятий: теория и практика // Форум для работников Уфимского научного центра РАН: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://isei-iii.communityhost.ru>
2. Бондаренко В. А. Малые предприятия в системе кластеров / В. А. Бондаренко [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.innovbusiness.ru/content/document_r_C5FF1701-B356-4C66-BB3C-39964FC5B027.html.
3. Проект розпорядження «Про концепцію створення кластерів в Україні» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
4. Марков Л. С. Кластеры: формализация взаимосвязей в неформализованных производственных структурах / ИЗОПП СО РАН. / Л. С. Марков, М. А. Ягольницер. – Новосибирск, 2006. – 194 с.
5. Доповідь про глобальну конкурентоспроможність 2010–2011. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.weforum.org.
6. Звіт про конкурентоспроможність України 2009. Фонд «Ефективне управління»: [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.feg.org.ua.
7. Хлобистов Е. В. Оценка и моделирование экологической безопасности промышленного производства: региональный аспект [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.icfst.kiev.ua/form/khlobystov.htm/>
8. Хасанов Р. Х. Реализация региональной промышленной политики с использованием кластерных подходов / Р. Х. Хасанов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pmjobs.net/art/7.doc>.
9. Семенов Г. А. Створення кластерних об'єднань в умовах нової економіки / Г. А. Семенов, О. С. Богма. – Запоріжжя: КПУ, 2008. – 244 с.
10. Эндерс А. Экономика окружающей среды / А. Эндерс. – Киев: Лыбидь, 1995. – 168 с.
11. Родионова Л. Н. Кластеры как форма интеграции инвестиционных ресурсов / Л. Н. Родионова, Р. Ф. Хайруллин [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Rodionova_4.pdf.
12. Мамчук І. В. Формирование системы управления экологической безопасности предприятий химической промышленности в процессах реструктуризации / І. В. Мамчук // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2011. – Вып. 4. – С. 134–143.
13. Екологічні чинники державної стратегії сталого економічного розвитку / Економічний розвиток України: інституціональне та ресурсне забезпечення: монографія / [Є. В. Хлобистов, О. М. Алимів, А. І. Даниленко, В. М. Трегубчук]. – К.: Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2005. – 540 с.
14. Мамчук І. В. Економічні інструменти забезпечення екологічної безпеки екологоорієнтованого хімічного кластера / І. В. Мамчук // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: VI молод. наук. конф., 6–11 лист. 2011 р.: тези допов. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 203–204.
15. Кравців В. С. Автореф. дис. на здоб. наук. ступеня д.е.н.: спец. 08.00.06 «Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища» / В. С. Кравців. – К., 2007. – 43 с.

16. Мамчук І. В. Теоретичні засади формування економічного механізму забезпечення екологічної безпеки процесів реструктуризації підприємств хімічної промисловості регіону / І. В. Мамчук // *Агросвіт*. – № 22. – С. 74–79.
17. Хасанов Р. Х. Синергетический эффект кластера / Р. Х. Хасанов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=d8e5a021-f61a-4e59-aed9-84759c8fa4ca>.
18. Гальперин В. М. Микроэкономика / В. М. Гальперин, С. М. Игнатьев, В. И. Моргунов // [в 2-х томах]. – СПб: Институт «Экономическая школа», 2004. – Т. 1. – 349с.

Мамчук І. В., Павленко Ю. Е. Кластеризация – направление развития региональной экономики // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 139–145.

Показано, что кластеризация – это одно из направлений развития региональной экономики. При этом создание экологоориентированного кластера в рамках индустриального или технологического парка способствует обеспечению экологической безопасности региона.

Ключевые слова: региональная экономика, кластерный подход, экологоориентированный кластер, технопарки, индустриальные парки, экологическая безопасность.

Mamchuk I., Pavlenko Yu. Clustering – direction of development of a regional economy // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 139–145.

We show that clustering – is one of directions of the regional economy. Thus creating ekologoorientovanoho cluster within the industrial or technology park contributes to the ecological security of the region.

Key words: regional economy, the cluster approach, ekologoorientovanny cluster, technology parks, industrial parks, ecological safety.

Поступила в редакцию 25.02.2014 г.

УДК 574.21;504.736;504.4.054;502.4

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ МАКРОВОДОРОСЛЯМИ РОДА *CYSTOSEIRA* ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Кравцова А. В.¹, Мильчакова Н. А.¹, Фронтасьева М. В.²

¹Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, Севастополь,
alexkravtsova@yandex.ru, milchakova@gmail.com

²Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия, mfrontasyeva@jinr.ru

Впервые с использованием многоэлементного нейтронного активационного анализа определены или уточнены концентрации 21 микроэлемента (Al, Sc, V, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, I, Ba, Cs, Tb, Th и U) в талломах бурых водорослей *Cystoseira barbata* С. Ag. и *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, произрастающих в прибрежной зоне акваторий Крыма. Показано, что видоспецифичность, морфоструктура таллома и эффект их взаимодействия в наибольшей степени влияют на накопление большинства микроэлементов видами цистозиры, в то время как фактор возраста не является достаточно значимым. В качестве фоновых предложены концентрации микроэлементов в талломах *Cystoseira crinita* из прибрежно-аквальных комплексов Джангульское оползневое побережье и мыс Атлеш (Тарханкутский п-ов, западный Крым) и у мыса Фиолент (юго-западный Крым), акватории которых отнесены к наиболее чистым по содержанию исследуемых микроэлементов в цистозире.

Ключевые слова: микроэлементы, *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, нейтронный активационный анализ, морские охраняемые акватории, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивная эксплуатация прибрежной зоны Крыма привела к тому, что большинство прибрежных акваторий, относящихся к объектам природно-заповедного фонда (ПЗФ) и имеющих, как правило, низкий охранный статус, подвергается сильной антропогенной нагрузке [1]. Среди загрязнителей водной среды одними из наиболее опасных для биоты и здоровья человека являются тяжелые металлы. Для оценки загрязнения прибрежных акваторий тяжелыми металлами и установления их фоновых концентраций в условно-чистых акваториях широко применяется биологический метод, основанный на определении содержания загрязнителей в живых организмах [2]. Известно, что морские макроводоросли способны накапливать тяжелые металлы и другие микроэлементы из водной среды, косвенно отражая степень ее загрязнения [2, 3]. Большинство исследователей полагают, что бурые макроводоросли наиболее соответствуют целям альгомониторинга при оценке качества среды морских прибрежных акваторий, поскольку из-за наличия альгиновых кислот обладают более высокой металлоустойчивостью и металлоемкостью по сравнению с красными и зелеными макроводорослями, имеют широкое распространение [2, 3]. Данные о содержании микроэлементов в бурых водорослях прибрежной зоны Крымского п-ова, в том числе об их фоновых концентрациях в охраняемых акваториях, малочисленны или вообще отсутствуют.

Цель настоящего исследования состояла в определении фоновых концентраций микроэлементов в ключевых видах черноморской экосистемы – бурых макроводорослях *Cystoseira barbata* С. Ag. и *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, произрастающих в охраняемых акваториях Крыма, изучении особенностей накопления микроэлементов в разновозрастных талломах обоих видов цистозиры.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследования. Исследования проведены в прибрежной зоне 7 объектов заповедного фонда Крыма с разным охранным статусом и в прилегающих к ним акваториях, испытывающих выраженную антропогенную нагрузку (рис. 1, табл. 1).

Пробоотбор и пробоподготовка. Отбор разновозрастных талломов *Cystoseira barbata* (станции 2, 4, 5) и *C. crinita* (станции 1, 3, 6–14) проводили на глубине 0,5–1 м в прибрежной зоне Крымского п-ва в июле – августе 2012 г. Возраст растений *C. barbata* и *C. crinita* определяли с учетом длины ствола и значения среднегодового прироста [4]. Все талломы тщательно очищали от

эпифитов, отделяли «стволы» и «ветви», высушивали при комнатной температуре, а затем доводили до постоянного веса в течение 24 часов при 40 °С. Навески талломов цистозир с постоянной массой гомогенизировали вручную в агатовой ступке, всего для анализа было сформировано 82 пробы обоих видов цистозир.

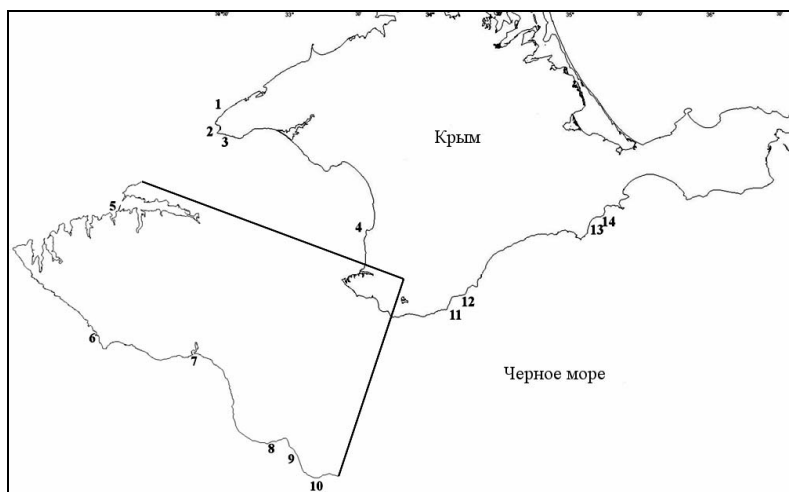


Рис. 1. Схема станций отбора проб в прибрежной зоне Крыма (Черное море)

1 – ПАК у Джангульского оползневого побережья, 2 – мыс Тарханкут, 3 – ПАК у мыса Атлеш, 4 – ПАК у мыса Лукулл, 5 – б. Карантинная, 6 – ПАК у мыса Фиолент, 7 – б. Балаклавская, 8 – урочище Батилиман, 9 – пляж базы отдыха «Изумруд», 10 – м. Сарыч, 11 – пляж г. Ялты, 12 – ПЗ «Мыс Мартыян», пляж, 13 – мыс Биостанция, 14 – Кузьмичев Камень (расшифровка сокращений приведена в таблице 1).

Таблица 1

Участки отбора проб в прибрежной зоне объектов ПЗФ и акваториях,
не имеющих охранного статуса (Крым, Черное море)

Район	Координаты	
	Северная широта	Восточная долгота
Карадагский природный заповедник (ПЗ) (причал, мыс Биостанция)	44°54'40''	35°12'07''
Карадагский природный заповедник (Кузьмичев Камень)	44°54'41''	35°12'33''
Природный заповедник «Мыс Мартыян» (дикий пляж)	44°30'23''	34°15'01''
Прибрежно-аквальный комплекс (ПАК) у Джангульского оползневого побережья	45°25'41''	32°30'36''
Прибрежно-аквальный комплекс у мыса Атлеш	45°20'03''	32°33'05''
Прибрежно-аквальный комплекс у мыса Лукулл	44°50'36''	33°32'51''
Прибрежно-аквальный комплекс у мыса Фиолент (у м. Лермонтова)	44°30'31''	33°28'52''
Прибрежно-аквальный комплекс между бухтой Ласпи и мысом Сарыч (урочище Батилиман, пляж)	44°25'07''	33°41'25''
Прибрежно-аквальный комплекс между бухтой Ласпи и мысом Сарыч (база отдыха «Изумруд», пляж)	44°24'22''	33°43'09''
Прибрежно-аквальный комплекс между бухтой Ласпи и мысом Сарыч (мыс Сарыч)	44°23'16''	33°44'40''
Мыс Тарханкут	45°20'49''	32°29'36''
Бухта Карантинная (мыс Восточный)	44°36'42''	33°30'7''
Бухта Балаклавская (у мыса Курона)	44°29'34''	33°35'38''
Пляж г. Ялта	44°29'26''	34°09'49''

Нейтронный активационный анализ. Для определения короткоживущих изотопов элементов Al, V, Mn и I образцы цистозир массой около 0,3 г, упакованные в полиэтилен, облучали в течение 5 минут в канале реактора с плотностью потока нейтронов $1,3 \times 10^{12}$

нейтрон/(см²×с). Наведенную гамма-активность измеряли в течение 3 минут после 5–7 минут выдержки и 12–15 минут после 20 минут выдержки. Для определения долгоживущих изотопов элементов Sc, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Ba, Cs, Tb, Th и U образцы облучали ~ 90 часов в канале реактора с кадмиевым экраном и плотностью потока резонансных нейтронов $1,6 \times 10^{12}$ нейтрон/(см²×с). После облучения образцы переупаковывали в чистые контейнеры для измерения наведенной гамма-активности образцов: спустя 4–5 дней после выгрузки из канала облучения в течение 45 минут и спустя 20 дней в течение 2,5–3 часов.

При обработке гамма-спектров и расчете концентраций элементов в цистозире использовали пакет программ, разработанных в ЛНФ ОИЯИ [5]. Погрешность определения концентраций составляла 10–15%, а при определении концентрации элементов на уровне чувствительности метода – 30% и более (например, Ag). Контроль качества анализа обеспечивался с помощью сертифицированных эталонных материалов SRM 1632с (микроэлементы в угле, NIST), SRM 2709 (микроэлементы в почве, NIST) и SRM 433 (морские отложения, IAEA), навески которых облучали в одинаковых условиях с исследуемыми образцами.

Инструментальный нейтронный активационный анализ (ИНАА) осуществлен на реакторе ИБР-2 Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна, РФ) с использованием пневмотранспортной установки РЕГАТА [6]. По результатам ИНАА определены 26 макро- и микроэлементов, в данной работе сообщаются результаты для 21 микроэлемента (Al, Sc, V, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, I, Ba, Cs, Tb, Th и U), обнаруженных в талломах *C. barbata* и *C. crinita*.

Статистический анализ. По данным о концентрациях анализируемых элементов в 82-х образцах *Cystoseira* spp. проведен трехфакторный дисперсионный анализ ANOVA с целью выявления особенностей накопления микроэлементов в зависимости от видовой принадлежности, возраста растения (<1 года, от 1 до 3 лет, от 3 до 5 лет) и морфоструктур таллома («стволы» или «ветви»).

С помощью факторного анализа проанализирована матрица данных, в которой строки – станции пробоотбора, а столбцы – переменные (средние концентрации Al, Sc, V, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, I, Ba, Cs, Tb, Th и U в *Cystoseira* spp.). Для интерпретации факторов использовали вращение Varimax нормализованный, статистическую обработку данных проводили по программному пакету Statistica 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средние концентрации 21 микроэлемента в «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp., собранных на 14 станциях, представлены в таблице 2; опубликованные данные о содержании некоторых микроэлементов в *Cystoseira* spp. приведены в таблице 3 [7–11].

Al, Fe, Br, Sr (элементы с концентрациями > 100 мкг/г). Изменение средних концентраций Al, Fe, Sr и Br, определенных в «стволах» (372, 253, 908 и 209 мкг/г, соответственно) и «ветвях» (833, 496, 1034 и 436 мкг/г, соответственно) *Cystoseira* spp., выражено следующей закономерностью: Br < Fe < Al < Sr. Полученные значения Al, Fe и Sr на порядок ниже по сравнению с данными [7] и [10] для *C. barbata* из прибрежной зоны Ялтинского порта и г. Синопа, а также *C. crinita* из ПЗ «Мыс Мартыян». С этими значениями сравнимы лишь максимальные концентрации Al и Fe (> 1000 мкг/г), найденные в талломах *Cystoseira* spp., произрастающих в районе м. Лукулл, Ялтинского пляжа и м. Биостанция Карадагского ПЗ (станции 4, 11 и 13). Средние для 14 станций концентрации Br в «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp. хорошо согласуются с данными [12] о его содержании в водорослях того же порядка (пор. Fucales) из Японского и Охотского морей (650 и 680 мкг/г), с учетом более низкого содержания Br (более чем в 2 раза) в воде Черного моря по сравнению с этими морями.

Mn, Zn, As, I, Ba (элементы с концентрациями от 10 до 100 мкг/г). Средние концентрации Mn, Zn и I, определенные в «стволах» *Cystoseira* spp., составляют 56,7, 41,2 и 88,4 мкг/г, а в «ветвях» – 82,7, 21,6 и 119 мкг/г соответственно. При этом диапазон концентраций As и Ba в «стволах» (7,08–69 и 16,1–56 мкг/г) *Cystoseira* spp. и «ветвях» (21,1–74,6 и 22,7–79,7 мкг/г) сходен. Выявленные концентрации Mn и Zn находятся в одном диапазоне значений с данными [8] для

Таблица 2

Средние концентрации микроэлементов (мкг/г) в морфоструктурных элементах талломов
Cystoseira spp. (прибрежная зона Крыма, Черное море)

Э	М	Тарханкутский полуостров, Западный Крым			Севастопольский регион							Ялтинский регион		Карадаг, Восточный Крым	
					Северо-запад		Юго-запад		Юг, бухта Ласпи						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Al	с	63	616	43	1364	436	44	32	72	56	197	246	209	1281	558
	в	107	642	74	2057	1230	50	349	527	142	636	2670	293	2583	440
Sc	с	0,02	0,12	0,02	0,36	0,04	0,02	0,02	0,05	0,03	0,04	0,04	0,06	0,24	0,14
	в	0,06	0,13	0,07	0,29	0,22	0,09	0,11	0,14	0,07	0,16	0,48	0,11	0,59	0,17
V	с	0,38	0,94	0,73	3,33	1,17	0,23	0,67	0,67	0,61	0,84	1,04	0,74	2,53	1,58
	в	0,50	1,17	0,45	4,96	3,90	0,48	0,78	1,20	0,59	1,50	6,38	0,73	5,04	1,06
Mn	с	63	37	36	34	32	16	21	21	13	19	59	85	230	120
	в	53	32	27	44	43	19	33	21	13	27	83	64	562	123
Fe	с	46	350	33	1393	193	51	21	125	95	110	134	131	574	258
	в	121	378	85	1261	722	91	255	389	144	406	1167	248	1460	289
Ni	с	1,84	2,08	2,56	10,4	3,68	1,94	1,98	2,82	2,54	2,46	2,31	2,19	2,67	2,60
	в	2,38	2,63	3,91	7,63	4,31	2,90	6,08	6,24	4,89	7,66	5,63	4,46	4,98	2,36
Co	с	0,57	0,41	0,68	1,62	0,72	0,63	0,47	0,56	0,66	0,57	0,58	1,12	1,08	1,10
	в	0,36	0,33	0,35	1,54	0,91	0,63	0,68	0,47	0,43	0,62	0,83	0,64	1,95	0,70
Zn	с	35	25	49	16	36	34	62	53	56	38	73	38	37	26
	в	17	28	17	20	34	19	25	24	21	21	35	16	19	12
As	с	37	19	37	30	20	29	30	51	49	43	32	41	21	33
	в	42	24	45	36	25	31	55	49	56	48	43	64	28	36
Se	с	0,27	0,12	0,13	0,31	—	—	—	0,16	0,11	—	—	—	0,14	0,07
	в	0,27	0,22	0,31	0,22	—	—	—	0,28	—	0,46	0,45	0,28	0,29	0,12
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Br	с	254	365	204	316	197	152	165	111	153	113	208	236	212	236
	в	649	455	558	199	286	249	373	266	320	184	464	446	1048	555
Rb	с	8,1	9,8	8,1	13	10	6,7	8,6	8,9	8,1	7,7	10	7,7	9,8	7,8
	в	13	11	12	15	19	8,9	17	16	16	15	21	11	16	11
Sr	с	854	771	910	993	694	894	744	1100	1034	1004	824	968	898	958
	в	1253	1427	1207	1264	1135	1387	1043	1463	1467	1437	985	1387	1320	1423
Ag	с	0,11	0,05	0,14	0,09	0,15	0,11	—	0,08	0,08	0,08	0,04	0,13	0,23	0,07
	в	0,07	—	0,07	0,25	0,13	0,11	—	0,10	0,05	0,06	0,05	0,08	0,12	0,03
Sb	с	0,05	0,04	0,05	0,09	0,03	0,04	0,04	0,11	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05
	в	0,06	0,05	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,07	0,06	0,09	0,05
I	с	114	117	89,1	84,6	102	87,8	136	70,9	74,4	67,6	73,1	81,8	75,0	69,1
	в	154	147	135	86	70	123	231	86	85	99	99	125	113	96
Ba	с	35,9	42,2	36,1	45,8	33,3	29,7	34,3	29,0	26,8	20,5	38,5	41,0	47,8	40,0
	в	52,1	68,0	49,8	52,6	61,4	37,8	56,1	37,1	30,9	27,9	57,8	59,2	74,3	57,7
Cs	с	0,02	0,06	0,02	0,24	0,05	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,11	0,06
	в	0,03	0,07	0,04	0,19	0,13	0,02	0,05	0,11	0,04	0,10	0,31	0,05	0,28	0,06
Tb	с	0,004	0,009	0,004	0,021	—	—	—	0,006	—	0,004	—	—	0,013	0,007
	в	0,004	0,007	0,004	0,017	—	—	—	0,007	—	0,005	0,009	0,006	0,027	0,009
Th	с		0,09	—	0,37	—	—	—	0,02	0,02	0,02	—	—	0,13	0,05
	в	0,03	0,08	0,03	0,43	—	—	—	0,06	0,03	0,07	0,19	0,04	0,34	0,07
U	с	0,47	0,39	0,31	1,16	0,37	0,54	0,48	0,65	0,74	0,69	0,40	0,46	0,35	0,50
	в	—	0,38	0,31	1,30	0,40	0,35	0,25	0,64	0,30	0,51	0,35	0,20	0,16	—

Примечание к таблице. Э – элемент, М – морфоструктурная часть таллома, с – «стволы», в – «ветви», прочерк – концентрации не определены, номера станций 1–14 указаны как на рис. 1

Cystoseira spp., произрастающей в акватории Карадагского ПЗ, и в 1,5–2 раза ниже значений, определенных [7] в *C. crinita* из прибрежной зоны урочища Батилиман и ПЗ «Мыс Мартыан», а

также в *C. barbata* из Ялтинского порта. Опубликованные данные о содержании As и Ba в видах цистозир Черного моря колеблются в широких пределах на разных участках (0,23–168 мкг/г и 5,5–4700 мкг/г, соответственно), а концентрации I в талломах *Cystoseira barbata* из северо-западной части [13] в 2 раза выше, чем обнаруженные нами у *Cystoseira* spp. из прибрежной зоны Крыма.

Таблица 3

Содержание некоторых микроэлементов (мкг/г) в талломах видов *Cystoseira* (прибрежная зона Черного и Адриатического морей)

Район исследования (прибрежная зона)	Вид	Микроэлементы											Ссылка
		Al	V	Mn	Fe	Ni	Co	Zn	As	Sr	Ag	Cs	
Урочище Батилиман	1	350	1,0	124	1400	16	–	85,4	152	7800	0,1	–	[7]
Ялтинский порт	2	7500	6,1	298	5600	37	–	66,6	168	10600	0,43	–	[7]
ПЗ «Мыс Мартъян» (дикий пляж)	1	1300	1,2	298	1100	14	–	46,4	70,5	10500	0,08	–	[7]
Карадагский ПЗ	3	83,2	0,6	62	340	6	0,1	59	0,23	7	0,005	0,04	[8]
Карадагский ПЗ (мыс Актинометрический)	1	–	8	999	–	40	4	100	–	–	–	–	[9]
Акватория у г. Синоп (Турция)	2	4500	–	73,3	3414	–	5,3	85,8	43	1727	–	–	[10]
Адриатическое море (южная часть)	2	–	–	–	500	–	0,6	15,2	15,1	–	–	0,4	[11]

Примечание к таблице. 1 – *Cystoseira crinita*, 2 – *Cystoseira barbata*, 3 – *Cystoseira* spp.

V, Ni, Rb (элементы с концентрациями от 1 до 10 мкг/г). Диапазон концентраций V и Ni, определенных в *Cystoseira* spp., колеблется в «стволах» от 0,31 до 5,15 и от 1,29 до 11,4 мкг/г, а в «ветвях» – от 0,27 до 8,3 и от 1,65 до 8,31 мкг/г соответственно. Средние концентрации Rb в *Cystoseira* spp. на всех станциях у берегов Крыма примерно одинаковы и составляют 8,83 мкг/г в «стволах» и 14,2 мкг/г в «ветвях». Диапазон концентраций V совпадает с данными [7–9] для *Cystoseira* spp. из других прибрежных акваторий, в то время как для Ni приведены более высокие концентрации [7–9]. Среднее содержание Rb в *Cystoseira* spp. на исследуемых участках на порядок выше [8], чем у растений собранных в Карадагском ПЗ (0,37 мкг/г).

Co, Se, Ag, Th, U (элементы с концентрациями от 0,1 до 1 мкг/г). Средние концентрации Co, Se и Ag в «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp. составляют 0,77, 0,16, 0,11 мкг/г и 0,74, 0,29, 0,09 мкг/г соответственно. Содержание Th в «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp. почти сходно (0,11 и 0,13 мкг/г, соответственно), а концентрации U составляют 0,54 и 0,38 мкг/г соответственно. Среднее содержание Co на порядок ниже значений, которые приводят [9] и [10] для *Cystoseira* spp. из акватории Карадагского ПЗ и г. Синопа и сопоставимо с данными других авторов [8, 11]. Выявленные концентрации Se и Ag хорошо согласуются со значениями [8] (0,5 мкг/г) и [7] для *Cystoseira* spp. из прибрежных акваторий Крыма, а среднее содержание Th и U сопоставимо с данными [14] о диапазонах их концентраций в талломах водорослей пор. Fucales из Японского моря (0,02–0,13 и 1,3–2,7 мкг/г, соответственно).

Sc, Sb, Cs, Tb (элементы с концентрациями < 0,1 мкг/г). Средние концентрации Sc, Sb и Cs в «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp. составляют 0,09, 0,05, 0,06 мкг/г и 0,19, 0,06, 0,11 мкг/г соответственно. Среднее содержание Tb в *Cystoseira* spp. сходно в «стволах» и «ветвях» и составляет 0,01 мкг/г. Опубликованные данные о концентрациях элементов этой группы в талломах черноморской *Cystoseira* spp. малочисленны или отсутствуют. Средние концентрации Sc, Sb и Cs хорошо согласуются со значениями, определенными для водорослей пор. Fucales из Эгейского моря – Sc–0,06, Sb–0,06, Cs–0,09 мкг/г [15].

Таким образом, средние концентрации 12 из 20 сравниваемых элементов, определенных нами в талломах *C. barbata* и *C. crinita* из прибрежных акваторий Крыма, ниже значений, которые приведены для видов цистозир и других водорослей пор. Fucales из разных районов Черного моря и Мирового океана. Это может быть связано как с изменением экологической ситуации в

районах исследования за период отбора проб с 80-х гг. XX в. до последнего десятилетия, так и с методикой их отбора и анализа. Помимо этого различия в концентрировании многих элементов могут быть объяснены разницей в анализе целого растения или его морфоструктурных частей, возрасте талломов, применяемым аналитическим методом, качеством среды прибрежных акваторий на разных участках исследования.

Видоспецифичность накопления микроэлементов в *Cystoseira* spp., связь с возрастом и морфоструктурными частями талломов. Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) свидетельствуют о том, что видовая принадлежность, морфоструктурная часть таллома и эффект их взаимодействия в наибольшей степени влияют на накопление большинства микроэлементов в *Cystoseira* spp., в то время как фактор возраста не является достоверно значимым. Установлено, что с видовой принадлежностью статистически значимо (при $p < 0,05$) связано накопление Al, Sc, Fe, Ni, Cs, Tb, Th и U, при этом их концентрации в талломах *C. barbata* выше, чем в *C. crinita*. Морфоструктурная часть таллома относится к значимым факторам при анализе накопления I, Sr, Rb, Se и Br в *Cystoseira* spp., при этом в «ветвях» концентрации этих элементов выше по сравнению со «стволами». Оба фактора (вид растения и тип морфоструктуры) значимо влияют на накопление V, As и Ba, при этом концентрации V выше в *C. crinita* и «ветвях», а As и Ba – в *C. barbata* и «ветвях». Эффект взаимодействия двух факторов (вид растения и тип морфоструктуры) – значимый фактор при анализе накопления Ni, Zn, Br и Se в *Cystoseira* spp. (табл. 4). Распределение Zn и Ni в морфоструктурных частях двух видов *Cystoseira* имеет противоположный характер: концентрация Zn в «ветвях» *C. barbata* выше, чем в «стволах», а в «ветвях» *C. crinita* ниже, чем в «стволах»; для Ni наблюдается обратная закономерность. Распределение Br и Se в талломах *Cystoseira* spp. имеет сходный характер: концентрации этих элементов в «стволах» и «ветвях» *C. barbata* примерно одинаковы, а в *C. crinita* – выше в «ветвях» (рис. 2).

Таблица 4
Результаты трехфакторного дисперсионного анализа изменчивости концентраций Zn
в талломах *Cystoseira* spp. (прибрежная зона Крыма, Черное море)

Источник вариации	Статистические параметры и критерии				
	SS	df	MS	F	p
Объединенный	41602	1	41602	295*	0,00*
Вид	845	1	845	5,99*	0,02*
Возраст	53,5	2	26,8	0,19	0,83
Морфоструктура	1666	1	1666	11,8*	0,001*
Вид×Возраст	142	2	71,2	0,50	0,61
Вид×Морфоструктура	2260	1	2260	16,0*	0,0002*
Возраст×Морфоструктура	224	2	112	0,8	0,46
Вид×Возраст×Морфоструктура	87,3	2	43,7	0,31	0,73
Ошибка	9867	70	141		

Примечание к таблице. SS – сумма квадратов; df – число степеней свободы; MS – средний квадрат; F – фактическое значение критерия Фишера; p – уровень значимости; * – значение критерия Фишера при $p < 0,05$.

Фактор возраста статистически значимо (при $p < 0,05$) влияет на накопление Ag в талломах *Cystoseira* spp., при этом его концентрации наиболее высоки в растениях первого года жизни. Ни один из рассмотренных выше факторов статистически значимо не влияет на накопление Mn, Co и Sb в *C. barbata* и *C. crinita*.

Особенности накопления, обнаруженные для Zn и Mn, согласуются с данными других исследователей, которые отмечали, что содержание Zn в «стволах» *C. crinita* вдвое выше, чем в «ветвях» [16, 17], а концентрации Mn в разновозрастных «стволах» и «ветвях» примерно одинаковы [16].

Особенности накопления микроэлементов в *Cystoseira* spp. в зависимости от района произрастания. Применение метода факторного анализа средних концентраций микроэлементов в разновозрастных «стволах» и «ветвях» *Cystoseira* spp. позволило выделить 4 фактора,

объясняющих около 80% общей дисперсии данных (табл. 5). Факторные нагрузки для 14 станций по каждому фактору приведены на рис. 3.

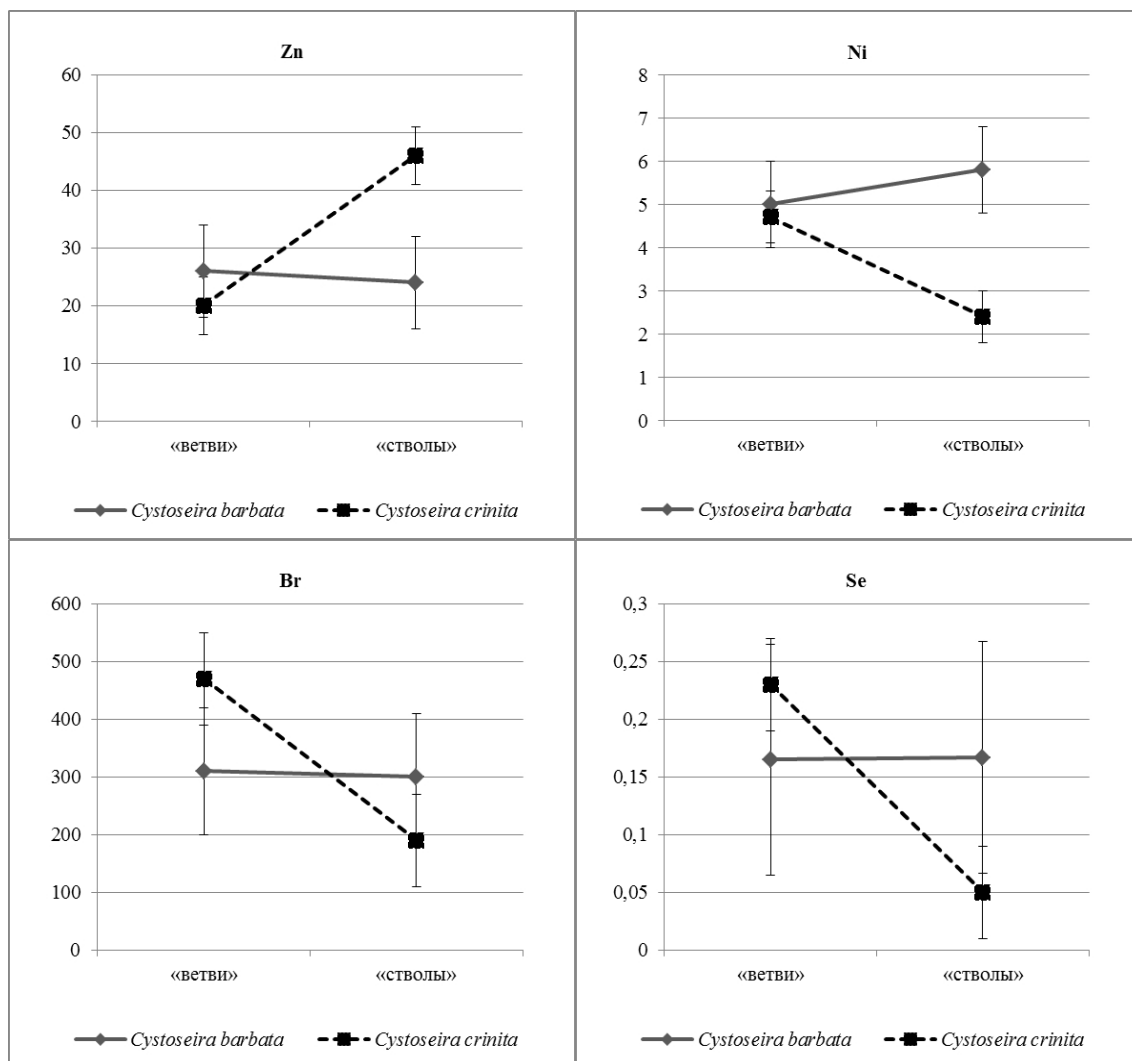


Рис. 2. Особенности распределения Zn, Ni, Br и Se (мкг/г) в морфоструктурных частях *C. barbata* и *C. crinita*

Фактор 1 включает элементы терригенного (Al, Sc, Fe, Rb, Cs, Tb, Th и U) [18] и антропогенного происхождения (V и Ni характеризуют нефтяное загрязнение [19], Co и Sb поступают в морскую среду со сточными водами [20]). Максимальные нагрузки этого фактора характерны для акватории ПАК у м. Лукулл, м. Биостанция Карадагского ПЗ, пляжа г. Ялты и б. Карантинная (регион Севастополя) (рис. 3). Высокие нагрузки первого фактора для условно чистой акватории ПАК у м. Лукулл связаны, вероятно, с его терригенной составляющей, а не с высоким уровнем загрязнения, так как по флористическому коэффициенту Чени этот участок, например, характеризуется наименьшей степенью загрязнения среди объектов ПЗФ Севастополя [21]. Высокие концентрации элементов терригенной составляющей связаны с интенсивными оползневыми процессами в этом районе и характерными почвами – красноцветными глинами, которые богаты железом, алюминием и другими элементами [22, 23]. Так, содержание Al, Sc, Fe и Cs в глинистых осадках на порядок выше их концентраций в известняках [23]. Большие нагрузки первого фактора для акватории м. Биостанция Карадагского ПЗ можно объяснить как повышенным содержанием элементов терригенного происхождения в магматических породах

основного и среднего состава [23], так и высокой степенью загрязнения прибрежной зоны сточными водами пос. Курортное, функционирующих дельфинариев, интенсивной работой маломерных судов в летний период (табл. 6). Так, содержание суммарного взвешенного вещества, растворенного органического вещества и нефтепродуктов в прибрежной зоне у м. Биостанция летом 2009 г. было соответственно в 226, 10 и 4,6 раз выше нормы [24].

Высокие нагрузки первого фактора для акваторий пляжа г. Ялта и б. Карантинная связаны с высоким уровнем их загрязнения (табл. 6), обусловленного близостью к городскому порту (ст. 11), наличием аварийного выпуска неочищенных бытовых стоков и расположением стоянки маломерных судов (ст. 5).

Таблица 5

Факторные нагрузки 21 микроэлемента в разновозрастных талломах *Cystoseira* spp. из прибрежных акваторий Крыма (Черное море)

Переменные	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Al	0,9	0,4	0,1	-0,1
Sc	0,8	0,5	0,0	0,0
V	0,9	0,3	0,2	-0,1
Mn	0,3	0,8	0,0	0,0
Fe	0,9	0,2	0,0	0,0
Ni	0,8	-0,3	0,1	0,3
Co	0,8	0,4	-0,1	0,2
Zn	-0,1	-0,1	0,9	-0,2
As	-0,3	-0,2	0,4	0,6
Se	0,5	0,2	0,0	0,4
Br	0,1	0,9	0,0	-0,1
Rb	0,6	0,0	0,7	0,0
Sr	-0,1	0,0	-0,4	0,8
Ag	0,4	0,6	0,0	0,4
Sb	0,5	0,1	0,0	0,4
I	-0,3	0,1	0,1	-0,5
Ba	0,4	0,7	-0,1	-0,4
Cs	0,9	0,3	0,2	0,0
Tb	0,8	0,5	-0,3	0,1
Th	0,9	0,1	-0,2	0,1
U	0,7	-0,5	-0,2	0,2
% общей дисперсии	47,3	14,9	10,6	6,7

Примечание к таблице. данные о факторных нагрузках получены с использованием расчета по Varimax (нормализованный).

Минимальные нагрузки первого фактора характерны для акваторий ПАК у Джангульского оползневого побережья, у мыса Атлеш и у м. Фиолент, пляжа базы отдыха «Изумруд» (б. Ласпи) и акватории ПЗ «Мыс Мартыан», что с одной стороны связано с низкой степенью их антропогенного загрязнения, а с другой – преобладанием в береговой полосе известняков, характеризующихся меньшими концентрациями элементов терригенного происхождения по сравнению с другими горными породами (рис. 3).

Распределение концентраций микроэлементов в *C. crinita*, которое обусловлено в большей степени антропогенной (степень загрязнения акватории), а не терригенной (геологические особенности района исследования) составляющей, показано на примере условно чистой акватории ПАК у м. Фиолент и пляжа г. Ялта с выраженной антропогенной нагрузкой в рекреационный сезон (рис. 4).

Фактор 2 включает Mn и Br, выполняющие важные функции в развитии макроводорослей, накопление которых частично регулируется растениями [2], а также Ag и Ba. Максимальные нагрузки этого фактора для акватории ПАК у Джангульского оползневого побережья, ПЗ «Мыс

Мартьян» и Карадагского ПЗ (рис. 3) связаны, вероятно, с более высокими концентрациями Mn в *Cystoseira* spp. за счет локальных особенностей его накопления в этих акваториях. Известно, например, что существенно более высокие концентрации Mn регистрируются в видах *Sargassum*, если они собраны в дождливую или ветреную погоду [2]. С другой стороны, большие нагрузки этого фактора для указанных районов у берегов Крыма возможно связаны с повышенными значениями Br в результате эпифитирования видов цистозеры красной водорослью *Polysiphonia subulifera*, выраженным концентратором брома [12] и как следствие являющейся дополнительным источником его сорбции из водной среды. Высокие нагрузки фактора 2 для перечисленных станций также могут быть связаны с локальным повышением содержания Ag и Ba в их акваториях в результате перемешивания водных масс, так как концентрации этих элементов в глубинных водах в 6,8 и 4,7 раз выше, чем в поверхностных соответственно [33].

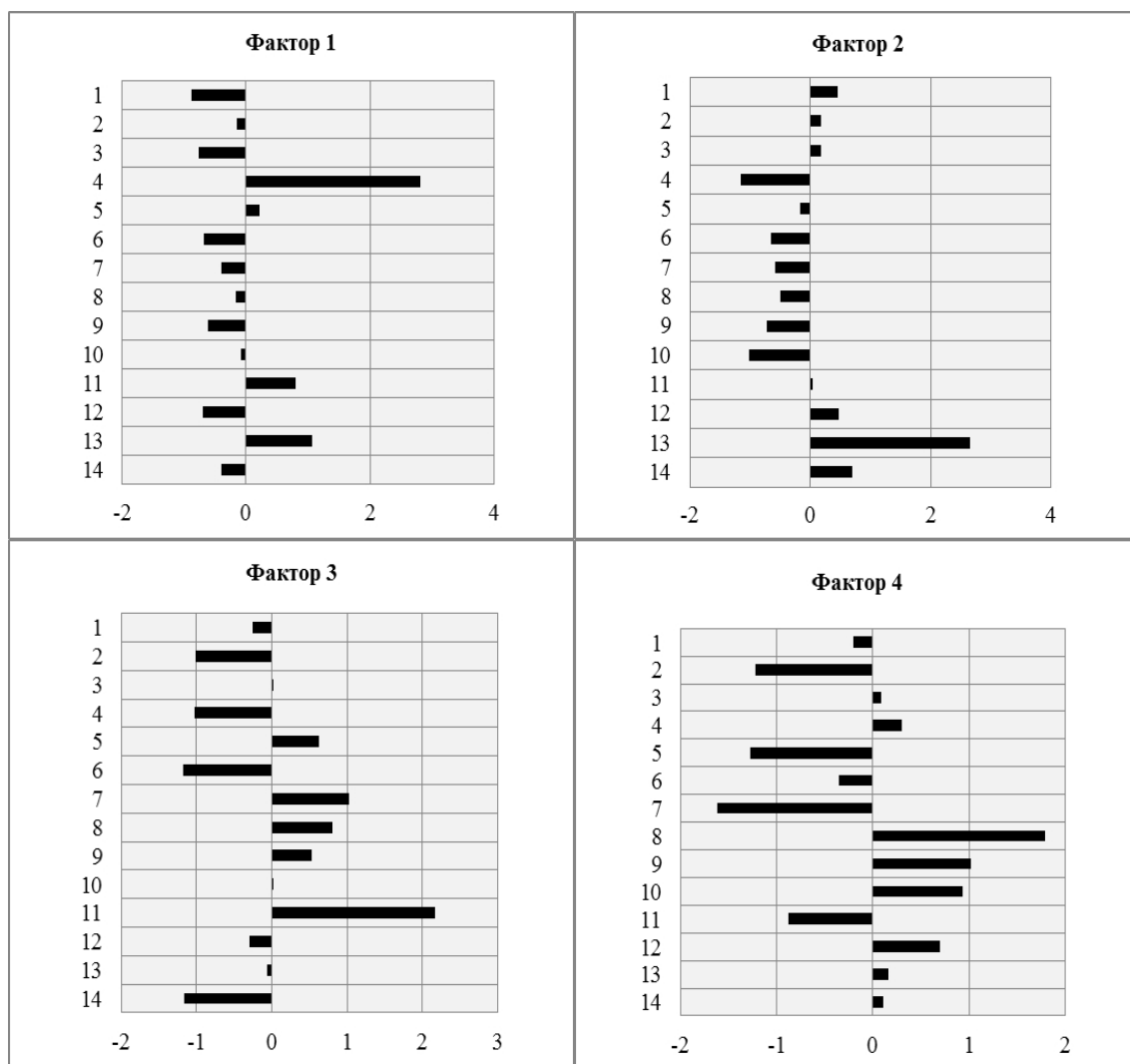


Рис. 3. Значения факторов, отражающие вклад 14 станций пробоотбора в определенный фактор (по результатам факторного анализа концентраций 21 микроэлемента в разновозрастных талломах *Cystoseira* spp. из прибрежных акваторий Крыма)

Фактор 3 включает Rb, легко поглощаемый растениями и отчасти замещающий позиции K в соединениях [23], и Zn, имеющий, вероятно, антропогенное происхождение. Так как концентрации Rb в *Cystoseira* spp. на всех станциях примерно одинаковы (различия статистически не значимы), разные факторные нагрузки для станций Севастопольского и Ялтинского регионов, Западного и Восточного Крыма, связаны с изменением концентраций Zn в *Cystoseira* spp.

отмечены также для акваторий урочища Батилиман и ПАК между бухтой Ласпи и мысом Сарыч, что может быть связано с расположенной вблизи него якорной стоянкой судов. Минимальные нагрузки фактора 3 отмечены для акваторий ПАК у Джангульского оползневого побережья, м. Фиолент и м. Лукулл, Карадагского ПЗ (Кузьмичев Камень), ПЗ «Мыс Мартьян» и акватории м. Тарханкут.

Фактор 4 включает As и Sr, распределение которых может быть связано с физико-химическими характеристиками донных осадков исследуемых акваторий. По данным [34] распределение As и Sr в донных осадках б. Севастопольская и б. Балаклавская, а также Феодосийского залива и Керченского пролива характеризовалось высокими коэффициентами корреляции с содержанием в них карбоната кальция и обратной зависимостью – с илистой фракцией и органическим углеродом. Максимальные нагрузки этого фактора отмечены для акваторий ПАК между бухтой Ласпи и мысом Сарыч и ПЗ «Мыс Мартьян», где могут преобладать донные осадки, богатые карбонатами, а минимальные – для более загрязненных участков, где характерно повышенное содержание илистой фракции и органического углерода (акватории у м. Тарханкут, б. Карантинная и б. Балаклавская, пляж г. Ялта).

ВЫВОДЫ

Впервые с использованием многоэлементного нейтронного активационного анализа приведены и уточнены данные о концентрации 21 микроэлемента, в том числе тяжелых металлов, в ключевых видах прибрежной экосистемы Черного моря – *Cystoseira barbata* и *C. crinita*, произрастающих у берегов Крыма (объекты ПЗФ и акватории с выраженной антропогенной нагрузкой).

Выявлена связь накопления микроэлементов в *Cystoseira* spp. с видоспецифичностью (*C. barbata* или *C. crinita*), возрастом растения (<1 года, от 1 до 3 лет, от 3 до 5 лет) и типом морфоструктуры таллома («стволы» или «ветви»). Установлено, что вид растения, морфоструктура таллома и эффект их взаимодействия в наибольшей степени влияют на накопление большинства микроэлементов (кроме Mn, Co и Sb) в *Cystoseira* spp., в то время как фактор возраста не является значимым.

На основании факторного анализа выделено 4 фактора, объясняющих около 80% общей дисперсии данных о концентрации микроэлементов и тяжелых металлов. Первый и третий факторы включают элементы антропогенного происхождения и характеризуют степень загрязнения акватории; элементы первого и четвертого факторов объясняют вклад терригенной составляющей (земная кора) и влияние донных осадков; второй фактор содержит элементы, накопление которых частично регулируется водорослями, и элементы, характеризующие локальные гидрохимические особенности. Показано, что максимальные значения факторов, включающих элементы антропогенного происхождения, приурочены к акваториям пляжа г. Ялта и бухте Карантинная, а минимальные – к акваториям ПАК у Джангульского оползневого побережья, мыса Атлеш (Тарханкутский п-ов, западный Крым) и у мыса Фиолент.

Установлено, что концентрации 21 микроэлемента в видах цистозеры у берегов Крыма, как правило, ниже значений, известных для других районов Черного моря, что, вероятно, обусловлено улучшением экологической ситуации в районах исследования (например, демилитаризация бухты Балаклавская), различием в методиках отбора проб и методов их анализа.

При анализе накопления Al, Sc, Fe, Ni, Cs, Tb, Th и U в талломах цистозеры предложено учитывать ее вид (*C. barbata* или *C. crinita*); для I, Sr, Rb, Se и Br – тип морфоструктуры; V, As и Ba – оба фактора; Ni, Zn, Br и Se – эффект их взаимодействия; Ag – возраст растения. Значения концентрации микроэлементов в *Cystoseira* spp. из ПАК у Джангульского оползневого побережья и мыса Атлеш (Тарханкутский п-ов, западный Крым), ПАК у мыса Фиолент (Севастопольский регион) предложено использовать в качестве фоновых. При анализе в талломах цистозеры элементов не терригенного происхождения к условно чистым отнесена акватория у Кузьмичева Камня (Карадагский ПЗ).

Концентрации некоторых микроэлементов в *Cystoseira* spp. из акваторий ПАК у мыса Лукулл и Карадагского ПЗ (Al, Sc, Mn, Fe, Rb, Cs, Tb, Th и U), ПЗ «Мыс Мартьян» и ПАК между бухтой

Ласпи и мысом Сарыч (As, Sr и Zn) превышают их фоновые значения, что, вероятно, связано с локальными геологическими и гидрохимическими особенностями этих участков прибрежной зоны Крыма.

Благодарности. Исследования выполнены в рамках протокола о научно-техническом сотрудничестве между ИнБЮМ (Севастополь) и ОИЯИ (Дубна), при финансовой поддержке проекта 7-й рамочной программы Европейского Союза (FP7/2007–2013), проект COCONET «Towards COast to COast NETworks of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential» (No. 287844).

Список литературы

1. Мильчакова Н. А. Заповедание морских акваторий Крыма: проблемы и перспективы / Н. А. Мильчакова // Заповедники Крыма – 2007: матер. IV Междунар. науч.-практич. конф, посвящ. 10-летию провед. Междунар. семинара «Оценка потребностей сохранения биоразнообразия Крыма» (Гурзуф, 1997), 2 ноября 2007 г. – Симферополь, 2007. – Ч. 1 (Ботаника. Общие вопросы охраны природы). – С. 317–321.
2. Христофорова Н. К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами / Н. К. Христофорова. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
3. Бурдин К. С. Тяжелые металлы в водных растениях (аккумуляция и токсичность) / К. С. Бурдин, Е. Ю. Золотухина. – М.: Диалог МГУ, 1998. – 202 с.
4. Калугина-Гутник А. А. Макрофитобентос Черного моря / А. А. Калугина-Гутник. – К.: Наук. думка, 1974. – 248 с.
5. Дмитриев А. Ю. Автоматизация количественного определения содержания элементов в образцах методом нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ / А. Ю. Дмитриев, С. С. Павлов // Письма в ЭЧАЯ. – 2013. – Т. 10, № 1 (178). – С. 58–64.
6. Фронтасьева М. В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни. Обзор / М. В. Фронтасьева // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2011. – Т. 42, № 2. – С. 636–716.
7. Молчанов Е. Ф. Влияние загрязнения моря на содержание поливалентных металлов у массовых видов водорослей-макрофитов Черного моря / Е. Ф. Молчанов, И. И. Маслов, Ф. П. Ткаченко // Влияние антропогенных изменений окружающей среды на наземные и морские экосистемы Крыма (сб. науч. тр.): [ред. Е. Ф. Молчанов]. – Ялта, 1988. – Т. 104. – С. 83–92.
8. Жбанов А. Е. Остроумов С. А. Элементный состав цистозир из черного моря / А. Е. Жбанов, С. А. Остроумов // Экология, науки о жизни: инновации, включ. труды науч. конф. Экосистемы, организмы, инновации-12 (Москва, 23 июня 2010 г.) и др. матер. – Москва, 2010. – Вып. 16. – С. 32–33.
9. Самчук А. І. Мікроелементи у водоростях акваторії Чорного моря / [А. І. Самчук, В. М. Загнітко, Т. В. Огар та ін.] (зб. наук. пр. Інституту геохімії навколишнього середовища): [ред. Р. Я. Белевцев]. – К., 2012. – Вип. 21. – С. 97–102.
10. Metal uptake by Black sea algae / [K. C. Güven, S. Topcuoğlu, D. Kut et al.] // Bot. Mar. – 1992. – Vol. 35. – P. 337–340.
11. Determination of trace elements in marine organisms by neutron activation analysis / [M. Martić, N. Ajdacic, J. Stjepčević et. al.] // Journal of Radioanalytical Chemistry. – 1980. – Vol. 59, N 2. – P. 445–451.
12. Саенко Г. Н. Металлы и галогены в морских организмах / Г. Н. Саенко. – М.: Наука, 1992. – 199 с.
13. Бойко Л. И. Опыт и перспективы использования черноморских гидробионтов для решения проблемы йоддефицита в Украине / Л. И. Бойко, Д. В. Микулич, Л. В. Аницупова // Екологічні проблеми Чорного моря: матер. до 6-го Міжнар. Симпозіуму (Одеса, 11–12 листопада 2004 р.). – Одеса, 2004. – С. 58–63.
14. Determination of rare earth elements, thorium and uranium in seaweed samples on the coast in Niigata Prefecture by inductively coupled plasma mass spectrometry / [N. Sakamoto, N. Kano, H. Imaizumi] // Applied Geochemistry. – 2008. – Vol. 23, N 10. – P. 2955–2960.
15. Study of the correlation between trace elements, sterols and fatty acids in brown algae from the Saronikos gulf of Greece / [G. D. Kaniyas, H. Skaltsa, E. Tsitsa et. al.] // Fresenius' Journal of Analytical Chemistry. – 1992. – Vol. 344, N 7–8. – P. 334–339.
16. Бурдин К. С. Изучение возможности использования макроводоросли *Cystoseira crinita* в качестве организма монитора загрязнения Черного моря тяжелыми металлами / [К. С. Бурдин, М. В. Гусев, М. В. Крупина и др.] // Вестник МГУ. Сер. 16. Биология – 1980. – №3. – С. 3–10.
17. Теюбова В. Ф. Особенности накопления тяжелых металлов в разновозрастных талломах цистозир (Новороссийская бухта, Черное море) / В. Ф. Теюбова // Морской экологический журнал – 2011. – Т.10, №3. – С. 67–75.
18. Atmospheric deposition of trace element pollutants in Macedonia studied by the moss biomonitoring technique / [L. Barandovski, M. Cekova, M. V. Frontasyeva et. al.] // Environ. Monit. Assess. – 2008. – Vol. 138. – P. 107–118.
19. Eisler R. Eisler's encyclopedia of environmentally hazardous priority chemicals / R. Eisler. – Oxford: Elsevier, 2007. – 950 p.
20. Логинова Е. В. Гидроэкология: курс лекций / Е. В. Логинова, П. С. Лопух. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.
21. Мильчакова Н. А. Флористическая характеристика морских акваторий объектов природно-заповедного фонда региона Севастополя (Черное море) / Н. А. Мильчакова, В. Г. Рябогина // Экология моря. – 2002. – Вып. 60. – С. 5–11.
22. Иваненко Т. А. Инженерно-геологические особенности побережья Западного Крыма / Т. А. Иваненко // Строительство и техногенная безопасность (сб. науч. тр.): [ред. С. И. Федоркин]. – Симферополь, 2012. – Вып. 43. – С. 85–92.

23. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils / A. Kabata-Pendias, H. Pendias. – New York: CRC Press, 2001. – 432 p.
24. Ломакин П. Д. Характеристика загрязнения прибрежных вод у Карадагского заповедника по данным оптических измерений / П. Д. Ломакин, О. А. Трощенко, А. И. Чепыженко и др. // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2011. – № 4. – С. 76–84.
25. Ломакин П. Д. Океанологическая характеристика и оценка загрязнения вод Балаклавской бухты / П. Д. Ломакин, М. А. Попов. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – 184 с.
26. Ковригина Н. П. Результаты исследований экологического состояния акватории Карадагского природного заповедника / [Н. П. Ковригина, О. А. Трощенко, В. И. Губанов и др.] // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – №3 (44). – С. 116–119.
27. Куфтаркова Е. А. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне Южного Берега Крыма (Бухта Ласпи) / Е. А. Куфтаркова, С. В. Щуров, Н. Ю. Родионова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – №3 (44). – С. 133–136.
28. Куфтаркова Е. А. Гидрохимическая характеристика отдельных бухт Севастопольского взморья / [Е. А. Куфтаркова, Н. Ю. Родионова, В. И. Губанов и др.] // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (тр. ЮгНИРО, юбилейный выпуск). – Керчь, 2008. – Т. 46. – С. 110–117.
29. Мезенцева И. В. Многолетняя изменчивость содержания биогенных элементов в акватории Ялтинского порта / [И. В. Мезенцева, Е. Е. Совга, Е. А. Годин и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа (сб. науч. тр.): [ред. В. И. Иванов]. – Севастополь, 2013. – Вып. 27. – С. 255–261.
30. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009 / [ред. Коршенко А. Н.]. – Обнинск: «Артифекс», 2010. – 174 с.
31. Тихонова Е. А. Оценка экологического состояния севастопольских бухт Черного моря по основным химическим и микробиологическим критериям / [Е. А. Тихонова, С. И. Рубцова, Н. В. Бурдиян и др.] // Морской экологический журнал – 2013. – Т. 12, №2. – С. 38–50.
32. Губанов В. И. Оценка уровня трофности морских вод в районе Карадагского природного заповедника (Черное море) / [В. И. Губанов, Н. П. Ковригина, Н. Ю. Родионова и др.] // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: матер. Междунар. Конференции. – Керчь, 2012. – Т. 1. – С. 192–195.
33. Корж В. Д. Геохимия элементного состава гидросферы / В. Д. Корж. – М.: Наука, 1991. – 243 с.
34. Котельянец Е. А. Влияние геохимических характеристик донных отложений шельфовой зоны Украины на распределение тяжелых металлов / [Е. А. Котельянец, Е. И. Овсяный, Н. А. Орехова и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа (сб. науч. тр.): [ред. В. И. Иванов]. – Севастополь, 2013. – Т. 27. – С. 312–317.

Кравцова О. В., Мильчакова Н. П., Фронтас'єва М. В. Особливості накопичення мікроелементів макроводоростями рода *Cystoseira* з прибережних акваторій Криму (Чорне море) // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 146–158.

Вперше з використанням багатоелементного нейтронного активаційного аналізу визначено або уточнено концентрації 21 мікроелемента (Al, Sc, V, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, I, Ba, Cs, Tb, Th і U) в таломх бурих водоростей *Cystoseira barbata* C. Ag. і *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, що ростуть в прибережній зоні акваторій Криму. Показано, що видоспецифічність, морфоструктура талому і ефект їх взаємодії найбільшою мірою впливають на накопичення більшості мікроелементів видами цистозіри, в той час як фактор віку не є достатньо значущим. В якості фонових запропоновані концентрації мікроелементів у таломх *Cystoseira crinita* з прибережно-аквальних комплексів Джангульське обвальне побережжя і мис Атлеш (Тарханкутський півострів, Західний Крим) і біля мису Фіолент (Південно-Західний Крим), акваторії яких віднесені до найбільш чистих за вмістом досліджуваних мікроелементів в цистозірі.

Ключові слова: мікроелементи, *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, нейтронний активаційний аналіз, морські охоронювані акваторії, Чорне море.

Kravtsova A. V., Milchakova N. A., Frontasyeva M. V. The features of trace elements accumulation by macroalgae *Cystoseira* in the coastal zone of marine protected areas of the Crimea (the Black Sea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 146–158.

The concentrations of 21 microelements (Al, Sc, V, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, I, Ba, Cs, Tb, Th and U) were firstly determined or specified in the thalli of brown algae *Cystoseira barbata* C. Ag. and *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory sampled in the coastal zone of the Crimea. Multielement neutron activation analysis was used as an analytical method. It was shown that the species of plant, the type of the analyzed morphostructural parts and the effect of their interaction have the greatest impact on the accumulation of the majority of trace elements in *Cystoseira* spp., while the age factor is not so significant. The concentrations of trace elements in *Cystoseira crinita* sampled in water areas of the coastal aquatic complexes near Dzhanguul landslip coast, near the cape Atlesh (Tarkhankut, the Western Crimea) and near the cape Fiolent (the South-Western Crimea), identified as the most clean water areas, are submitted as the background concentrations.

Key words: trace elements, *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, neutron activation analysis, marine protected areas, the Black Sea.

Поступила в редакцію 25.02.2014 г.

УДК 595.142.3

ЭКОМОРФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СООБЩЕСТВА МЕЗОПЕДОБИОНТОВ УРБОТЕХНОЗЕМА

Кунах О. Н.¹, Жуков А. В.², Балюк Ю. А.¹

¹Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепропетровск

²Днепропетровский государственный аграрный университет, Днепропетровск, Zhukov_dnepr@rambler.ru

В работе приведены результаты изучения пространственного варьирования экоморфической структуры почвенной мезофауны технозема методами ОМІ- и RLQ-анализа. Показано, что биогеоценотическая обстановка в месте расположения экспериментального полигона имеет типично лугово-лесной мега-мезотрофный ксеромезофильный облик. Данные для исследования собраны с помощью ручной разборки почвенных образцов площадью 0,25×25 см по регулярной сетке (7×15 образцов) с расстоянием между точками отбора 2 м (результаты представлены как L-таблица), проведено измерение температуры, электропроводности и твердости почвы, мощности подстилки и высоты травостоя (R-таблица). Почвенная мезофауна экспериментального участка представлена 27 видами с общей плотностью 93,89 экз./м². В экологической структуре животного населения почвы преобладают пратанты и степанты, гигрофилы, мезотрофоценоморфы, эндогеиные топоморфы, сапрофаги. Такие эдафические характеристики, как твердость почвы, электропроводность, мощность подстилки а также высота травостоя играют важную роль в структурировании экологической ниши сообщества мезопедобионтов. Первые две оси ОМІ-анализа описывают 91,11 % инерции, что вполне достаточно, для того, чтобы описание дифференциации экологических ниш мезофауны на изучаемом полигоне проводить в пространстве первых двух осей. Для среднего значения маргинальности сообщества (ОМІ = 3,68) уровень значимости составляет $p=0,001$, что свидетельствует о важной роли выбранных переменных среды для структурирования сообщества почвенной мезофауны. В результате RLQ-анализа и последующей кластерной процедуры выявлены три ключевых функциональных группы мезопедобионтов и найдена роль эдафических факторов в их пространственном варьировании. Каждая из функциональных групп интерпретирована в терминах экоморфического подхода.

Ключевые слова: почвенная мезофауна, экологическая ниша, пространственная экология, экоморфы.

ВВЕДЕНИЕ

Под анализом экологической структуры сообщества понимается выявление взаимосвязей живых организмов и среды, а также установление степени приспособления отдельных частей сообщества к наиболее важным элементам биогеоценоза. Приспособления видов к биоценозу в целом и к каждому из структурных элементов экотопа в отдельности (климатопу, гелиотопу, термотопу и т. д.) называются экоморфами [7].

А. Д. Покаржевский и соавторы [31] рассматривают организацию сообществ почвенных животных на уровнях исследуемой точки, биогеоценоза, ландшафта и региональном уровне. Фактически, на основе ландшафтно-экологического распределения видов в экологическом пространстве устанавливается их принадлежность к той или иной экологической группе – экоморфе. Различные направления выделения экоморф на ландшафтном уровне условно считаются независимыми и формируют экологическую матрицу (в многомерном пространстве – многомерную матрицу, или тензор) [13, 26]. На уровне биогеоценоза степень коррелированности экоморф, вероятно, будет выше, поэтому почвенные животные будут формировать локальные, но функционально значимые, группировки. Регулярное соотношение экоморф в этих функциональных группах будет отражением их организационной структуры и экологического разнообразия. Полученные данные свидетельствуют о справедливости высказанного предположения [26]. Важно отметить тот факт, что функциональные группы, выделенные в экологическом пространстве посредством RLQ-анализа, демонстрируют регулярные паттерны пространственной изменчивости. Локальные функциональные группы характеризуются экологическими характеристиками, которые раскрывают в терминах одних экоморф свойства других, занимающих более высокое иерархическое положение. Так, установлено, что в пределах изученного полигона, степные экоморфы представлены мегатрофами, ксерофилами, мегатрофоценоморфами и большей частью – фитофагами или хищными формами. Луговые и болотные формы являются преимущественно подстилочными (болотные) или норниками (луговые), гигрофилами или ультрагигрофилами, ультрамегатрофоценоморфами, сапрофагами [26].

Пионерный комплекс деструктивных локусов представлен функциональной группой, которая не имеет четкого ценотического статуса, но тяготеет к степному типу. Такой результат приближает нас к пониманию механизмов трансформации сообщества почвенных животных под антропогенным воздействием. Для этого нужно вернуться к пониманию ценоморф как индикаторов типов круговорота веществ и потока энергии по А. Л. Бельгарду [7]. В такой трактовке мы наблюдаем разрушение системного ценотического единства комплекса под антропогенным воздействием, а функциональная группа предстает перед нами как ситуативное множество видов. Очевидно, такая трактовка является гипотетичной и требует своей дальнейшей проверки. Однако рассмотренный алгоритм сбора материалов и их статистической обработки дает практический инструмент для решения данной задачи.

Оценка свойств местообитаний является необходимым условием для прогноза воздействия пертурбаций на сообщества живых организмов и для идентификации свойств окружающей среды, которые важны для охраны разнообразия и поддержания функций экосистем [38]. Различия композиции видов в сообществе и вариабельность реакции на условия окружающей среды являются ключевым препятствием для разработки модели местообитаний, которая могла бы быть применена к различным видам в различных экосистемах [47]. Функциональная классификация животных, в которой виды, характеризующиеся общностью экологических особенностей, объединяются вместе, представляет альтернативу индивидуальным моделям вид–окружающая среда и может обойти указанное препятствие [38, 44]. Группы видов, имеющие общие экологические свойства формируют операционные единицы, которые реагируют на факторы окружающей среды более предсказуемо, чем отдельные виды, значительно увеличивая предсказательные способности модели местообитаний в сравнении с моделями, созданными для высоких уровней таксономического разрешения, таких как вид [36]. Объединение видов в соответствии с их экологическими особенностями является также способом идентификации функциональных групп видов для оценки ключевых функций экосистемы, что является важнейшим шагом для выяснения функционального разнообразия внутри и между экосистемами [38, 46]. Гипотеза фильтрации местообитаний предполагает, что виды, имеющие подобные экологические потребности, формируют функциональные группы, которые занимают подобные местообитания [52, 53]. Объединение видов по таким признакам, как морфология или поведение, является одним из способов упростить изучение разнообразных в видовом отношении сообществ [35].

А. Л. Бельгард [7] отмечает, что основой анализа экологической структуры сообществ живых организмов является жизненная форма. Эту же позицию занимают К. В. Арнольди, Л. В. Арнольди [6], Ю. И. Чернов [33] и С. Н. Кирпотин [23], которые рассматривают экоморфы как базовые элементы структурной организации экосистем. Разнообразие биоморф (экоморф), или жизненных форм является важной компонентой биологического разнообразия [30]. Как считают Д. Н. Кашкаров [20–22], Ю. Г. Алеев [4] и И. Я. Павлинов [30], в экоморфах в равной степени проявляется как собственная (физиологическая, морфологическая и т. п.), так и «внешняя» (связи со средой) специфика организмов. По мнению А. Л. Бельгарда [7], экоморфы отличны от жизненных форм, так под этими последними чаще всего принято понимать приспособления, которые отражаются во внешнем облике живого организма. Жизненные формы, как известно, не всегда сопряжены с изменениями в морфо-анатомической структуре, что в первую очередь касается приспособлений растений к почвенному плодородию и к термическим условиям.

Как отмечает Д. А. Криволуций [24], жизненная форма – это прежде всего биологический индикатор определенных природных условий. По набору жизненных форм, представленных на некоторой территории, можно довольно верно судить о степени разнообразия среды обитания. В своем обширном труде «Экоморфология» Ю. Г. Алеев [4] отмечает, применительно к животным термин и понятие жизненной формы впервые употребил ботаник Х. Гамс [43]. Он предложил систему жизненных форм, которая охватывала и растения, и животных. Однако его исследование имело ботаническую направленность и не привлекло достаточного внимания зоологов. Существенный вклад в развитие идеи жизненных форм животных сделали К. Фредерикс [42] и Д. Н. Кашкаров [20–23]. Согласно К. Фредериксу [42] к одной и той же жизненной форме относятся те живые существа (виды, поколения или стадии развития), которые живут в сходных

местообитаниях и ведут сходный образ жизни. Д. Н. Кашкаров [22] так определяет жизненную форму: «Тип животного, находящийся в полной гармонии с окружающими условиями, мы называем жизненной формой, беря этот термин у ботаников. В «жизненной форме», как в зеркале, отражаются главнейшие, доминирующие черты местообитания. Можно различать, например, тип нырца, тип землероя, тип древесного лазающего животного и т.д.». Д. Н. Кашкаров [21] считал, что при установлении экологических типов или «жизненных форм» необходимо базироваться не на конституальных, филогенетических признаках, а на признаках адаптивных, приспособительных, между которыми и факторами среды существует определенная зависимость, гармония.

В 1948 г. М. П. Акимов опубликовал свою работу «Биоценотическая рабочая система жизненных форм – биоморф» [48], в которой изложил свои представления о структуре биоценоза и о биоморфическом подходе для анализа структуры животного населения. Он так определяет биоморфу: «В аспекте биоценоза каждый вид растения или животного, входящий в его состав, следует рассматривать как определенную жизненную форму, понимая под этим термином тот или иной тип приспособления организма к основным факторам среды его обитания». При выделении биоморф важным является характеристика организма с точки зрения отношения его к абиотическим и биотическим факторам среды, а также в отношении места и роли его в биоценозе. Применение системы биоморф дает возможность кратко охарактеризовать каждый вид животного со стороны основного свойственного ему местообитания и формы передвижения, состава пищи и способа ее добывания и, наконец, в отношении размеров его тела, которые в значительной мере определяют место, занимаемое видом в цепях и цикле питания [3]. В системе биоморф животных выделяются топоморфы, хемоморфы (для гидробионтов), климаморфы (для аэробиионтов) и трофоморфы [1].

Для почвенных животных можно выделить следующие экоморфы: ценоморфы, трофоморфы, трофоценоморфы, топоморфы, гигроморфы [12, 15]. В условиях конкретного сообщества варибельность экоморфической структуры сопряжена с согласованной изменчивостью тех или иных экоморф. Корреляционные композиции экоморф раскрывают природу механизмов адаптации сообщества к динамике факторов окружающей среды.

Использование морфологических или физиологических особенностей животных для оценки степени видовых различий применимо для однородных таксономических или экологических групп, обладающих сравнимыми характеристиками, которые также можно интерпретировать экологически [26]. Почвенная мезофауна представлена высоким таксономическим и экологическим разнообразием форм, сравнить которых по морфологическим или физиологическим критериям весьма затруднительно. Экологическое насыщение характеристик в разных группах будет не одинаковой, а базис для их сравнения будет неравнозначным. Поэтому для описания экологических особенностей мы применяем экоморфический анализ почвенных животных [12].

Принадлежность к экологическим группам животных носит условный характер и определяется пространственным диапазоном, в пределах которого установлена соответствующая экологическая классификация и масштабным уровнем, который определяет степень детализации классификационной системы. Экоморфы растений и животных как экологическая классификация также являются контекстно-зависимой генерализацией сведений об их взаимоотношении с окружающей средой. Ландшафтно-биогеоценотический уровень является базовым при рассмотрении экологических явлений в традиции степного лесоведения [8]. Именно это обстоятельство определяет масштабный уровень экоморф растений [7] и животных [1, 5, 12, 13, 15]. Соотношение экоморф в сообществе характеризует его экоморфическую структуру. Экоморфы между собой находятся в определенных взаимоотношениях, что создает экоморфическую организацию. Экоморфические матрицы являются формой представления экоморфической организации [13, 15].

Для лесного сообщества в степи главными внешними ординатами, которые задают экоморфическую организацию, являются режим влажности и минерализации эдафотопы [8]. Эти ординаты принимаются как независимые и формируют типологическую систему лесов степной зоны. В действительности независимость (ортогональность) ординат не выполняется, но на

ландшафтном уровне этим обстоятельством можно пренебречь. Ортогональность означает, что каждой градации трофности должны соответствовать все возможные градации влажности или наоборот. Если этого нет (а не все ячейки типологии А. Л. Бельгарда заполнены), тогда между трофностью и влажностью возникает взаимная зависимость, или корреляция, а типологическая система (как экологическая матрица) является косоугольной. Экоморфическая матрица является не двумерным объектом, а многомерным, поэтому более правильно ее называть гиперматрицей или тензором. Таким образом, экоморфический тензор отражает сложный характер взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Этот тензор не является ортогональным, так как между ординатами всегда существует корреляция, а структура корреляций является характеристическим показателем, который отражает уровень экоморфической организации конкретного сообщества.

Целью работы является изучить пространственную организацию экоморфического разнообразия почвенной мезофауны технозема модельного полигона в пределах урбанизированной территории в условиях интенсивной рекреационной нагрузки (Ботанический сад Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 5 июня 2012 г. в ботаническом саду ДНУ имени Олеся Гончара (ранее – территория парка им. Ю. Гагарина, г. Днепропетровск). Исследуемый полигон № 8 находится на склоне отрога балки Красноповстанческой восточной экспозиции (48°25'58.29"С, 35°2'17.89"В). Естественный тальвег и часть склона засыпаны технической смесью строительного мусора.

Антропогенно-глубокопреобразованные почвы образуют группу собственно городских почв – урбаноземов, в которых горизонт «иг» – урбик имеет мощность >50 см. Поверхностные почвенные образования – это насыпные, смешанные, намывные образования, полностью созданные человеком (искусственно созданные почвоподобные образования) [28].

Почва на исследуемом участке – урботехнозем (дерновый урбопедозем на технической смеси строительного мусора, так как при создании почвенной конструкции был сформирован верхний слой из черноземовидной массы). А. Н. Кабарь [18] почвы исследуемого участка относит к ряду техногенных почв, типу – техноземов, подтипу – техноземов черноземных, роду – гумуссированных, литографической серии – гетерогенных, виду – слабогумусных, среднемощных, разновидности – среднесуглинистых. Описание свойств почв экспериментального участка приведено по работе А. Н. Кабаря [18].

Полигон состоит из 15 трансект, направленных в перпендикулярном направлении от направления тальвега балки. Каждая трансекта составлена из 7 пробных точек. Расстояние между рядами в полигоне составляет 2 м.

Участок представляет собой искусственное газонное насаждение с отдельно стоящими деревьями. Древостой представлен кленом остролистным (*Acer platanoides* L.), каштаном конским (*Aesculus hippocastanum* L.), орехом грецким (*Juglans regia* L.) и березой повислой (*Betula pendula* Roth). В травостое обильный гравилат городской (*Geum urbanum* L.), мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Растительность имеет лугово-лесной облик (45,76 % видов относятся к лесной экоморфе, 38,98 % – к луговой), присутствуют рудеранты и степанты (5,08 и 10,17 % соответственно). Фитоиндикационное оценивание позволяет трофотоп изучаемого полигона оценить как мега-мезотрофный, так как 59,32 % видов растений относятся к мезотрофам, а 38,98 % – к мегатрофам. Гигротоп в целом имеет ксеромезофильный характер (50,85 % видов – ксеромезофилы) с тенденцией к мезофильным условиям (37,29 % – мезофилы).

В каждой точке были сделаны почвенно-зоологические пробы для сбора почвенной мезофауны (результаты представлены как L-таблица), проведено измерение температуры, электропроводности и твердости почвы, мощности подстилки и высоты травостоя (R-таблица). Почвенно-зоологические пробы имели размер 25×25 см. Измерение твердости почв производилось в полевых условиях с помощью ручного пенетрометра Eijkelkamp на глубину до 50 см с

интервалом 5 см. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет $\pm 8\%$. Измерения производились конусом с размером поперечного сечения 2 см^2 . В пределах каждой точки измерения твердости почвы производились в однократной повторности. Для проведения измерения электропроводности почвы *in situ* использовался сенсор HI 76305 (Hanna Instruments, Woodsocket, R. I.). Этот сенсор работает совместно с портативным прибором HI 993310. Тестер оценивает общую электропроводность почвы, т.е. объединенную проводимость почвенного воздуха, воды и частиц. Результаты измерений прибора представлены в единицах насыщенности почвенного раствора солями – г/л. Сравнение результатов измерений прибором HI 76305 с данными лабораторных исследований позволили оценить коэффициент перевода единиц как $1\text{ дС/м} = 155\text{ мг/л}$ (Pennisi, van Iersel, 2002). Почвенную температуру измеряли в период с 13 до 14 часов цифровыми термометрами WT-1 (ПАО «Стеклоприбор», <http://bit.steklopribor.com>, точность – $0,1^\circ\text{C}$) на глубине 5–7 см. Мощность подстилки измерялась линейкой, высота травостоя – мерной рулеткой. Измерения электропроводности, температуры, высоты травостоя и мощности подстилки сделаны в трехкратной повторности в каждой пробной точке.

Характеристика экоморф растений приведено по А. Л. Бельгарду [7] и В. В. Тарасову [32], *Q*-таблица представлена экоморфами почвенных животных [13, 15].

Взаимоотношения между видовыми особенностями и свойствами окружающей среды обычно оцениваются непрямо с помощью двухшагового анализа. Во-первых, обилие видов связывается с условиями окружающей среды, а реакция видов на изменчивость свойств среды соотносится затем с биологическими или физиологическими особенностями видов [38, 49, 51]. Анализ RLQ позволяет соотнести экологические особенности видов с условиями окружающей среды [39, 40]. Этот анализ исследует совместную структуру между трех таблиц данных: *R*-таблица (содержит переменные окружающей среды), *Q*-таблица (содержит видовые особенности) и *L*-таблица (обилие видов) [39, 41]. *L*-таблица выполняет функцию связи между таблицами *R* и *Q* и измеряет интенсивность связи между ними. Перед собственно анализом, проводятся три отдельных анализа. Анализ соответствий применяется для *L*-таблицы, в результате чего получают оптимальную корреляционную структуру между сайтами и весами численности видов. Ординация таблиц *R* и *Q* выполняется с помощью анализа главных компонент. Таким образом, RLQ выполняет анализ коинерции кросс-матриц *R*, *Q* и *L*. Этот анализ максимизирует ковариацию между весами изучаемых сайтов с учетом свойств окружающей среды, выраженных таблицей *R*, и весами видов с учетом их экологических свойств, выраженных таблицей *Q* [45]. В результате может быть получена лучшая совместная комбинация ординации сайтов по их характеристикам окружающей среды, ординации видов по их свойствам и одновременно ординация видов и сайтов [51]. RLQ-анализ объединяет три отдельных ординационных решения с максимизацией ковариации между особенностями видов и свойствами окружающей среды посредством анализа коинерции [37]. Далее, иерархический кластерный анализ весов видов по двум осям RLQ по методу Варда дает функциональные группы [45]. Кластеры показывают распределение видов в пространстве особенности видов – экологическое пространство [45].

Статистические процедуры RLQ- и OMI-анализов выполнены с помощью пакета ade4 для оболочки R [50]. Значимость RLQ оценена с помощью процедуры `randtest.rlq`. Сущность и особенности OMI-анализа обсуждается в работе А. Е. Пахомова и соавт. [29].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика таксономического и экологического разнообразия сообщества мезопедобионтов изучаемого полигона представлено в таблице 1.

На исследуемом участке было обнаружено 26 видов почвенных животных. Плотность почвенной мезофауны изученного полигона составляет $93,89\text{ экз./м}^2$. Дождевые черви являются многочисленной и разнообразной группой сапрофагов в пределах полигона и представлены 5 видами. Доминантом является собственно-почвенный верхнеярусный *Aporrectodea c. trapezoides* (Duges, 1828). Его численность составляет $30,63\text{ экз./м}^2$. Собственно-почвенные дождевые черви представлены также *A. r. rosea* (Savigny, 1826) и *Octolasion lacteum* (Oerley, 1885), а почвенно-подстилочные – *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 и *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1896).

Таблица 1

Видовой состав и обилие почвенной мезофауны участка № 8

Класс	Семейство	Вид	Ценоморфа	Гигроморфа	Центрофо-морфа	Топоморфа	Трофоморфы	Плотность, экз./м ²
Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Aporrectodea caliginosa trapezoides</i> (Duges, 1828)	Pr	Hg	MsTr	End	SF	30,63
		<i>Aporrectodea rosea rosea</i> (Savigny, 1826)	St	Ms	MgTr	End	SF	3,20
		<i>Dendrobaena veneta</i> (Rosa, 1896)	Sil	Hg	UMgTr	Ep	SF	1,22
		<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	Pal	UHg	MsTr	Ep	SF	7,92
		<i>Octolasion lacteum</i> (Oerley, 1885)	Sil	Ms	MsTr	End	SF	16,15
Arachnida	Aranei	<i>Aranea</i> sp. sp.	St	Ks	MsTr	Ep	ZF	2,59
Chilopoda	Geophilidae	<i>Geophilus proximus</i> C.L.Koch 1847	St	Ms	MsTr	Anec	ZF	1,07
Diplopoda	Julidae	<i>Megaphyllum rossicum</i> (Timotheew, 1897)	St	Ms	MsTr	Ep	SF	1,22
	Polydesmidae	<i>Schizothuranius dmitriewi</i> (Timotheew, 1897)	Sil	Hg	MgTr	Ep	SF	1,07
Insecta	Cantharididae	<i>Cantharis rustica</i> Fallen 1807	St	Ks	OITr	Ep	ZF	3,20
	Carabidae	<i>Brachinus crepitans</i> (Linnaeus, 1758)	Pal	Hg	MsTr	Ep	ZF	1,52
		<i>Ophonus brevicollis</i> (Audinet-Serville 1821)	Sil	Ms	UMgTr	Ep	FF	1,52
	Cerambycidae	<i>Dorcadion fulvum</i> (Scopoli, 1763)	St	Ks	MsTr	End	FF	1,07
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus 1758	St	Ms	MgTr	Ep	ZF	0,15
	Coleoptera	Coleoptera (im.)	St	Ms	MsTr	End	FF	0,15
	Curculionidae	Curculionidae sp. sp.	St	Ks	OITr	End	FF	0,15
	Elateridae	<i>Athous haemorrhoidalis</i> (Fabricius 1801)	Pr	Ms	MsTr	End	ZF	0,76
	Hymenoptera	Formicidae sp. sp.	St	Ks	UMgTr	End	ZF	1,68
	Noctuidae	Lepidoptera sp. sp.	St	Ms	MsTr	End	FF	0,91
	Scarabaeidae	<i>Amphimallon solstitiale</i> (Linnaeus 1758)	St	Ks	MsTr	End	FF	7,92
		<i>Melolontha melolontha</i> (Linnaeus 1758)	St	Ks	OITr	End	FF	3,20
	Staphylinidae	<i>Staphylinus caesareus</i> Cederhjelm 1798	Sil	Hg	MsTr	Ep	ZF	0,76
	Therevidae	Therevidae	St	Ks	OITr	Ep	ZF	1,07
	Melolonthidae	<i>Rhizotrogus aestivus</i> (Olivier 1789)	St	Ks	MgTr	End	FF	1,83
Malacostraca	Trachelipodidae	<i>Trachelipus rathkii</i> (Brandt 1833)	Pr	UHg	MgTr	Ep	SF	1,22
Gastropoda	Enidae	<i>Chondrula tridens</i> (O. F. Muller 1774)	St	Ks	MgTr	Ep	FF	1,68

Примечание к таблице. St – степанты, Pr – пратанты, Pal – паллюданты, Sil – сильванты; Ks – ксерофилы, Ms – мезофилы, Hg – гигрофилы, UHg – ультрагигрофилы; MsTr – мезотрофоценоморфы; MgTr – мегатрофоценоморфы; UMgTr – ультрамегатрофоценоморфы; топоморфы: End – эндогейные. Ep – эпигейные, Anec – норники; Трофоморфы: SF – сапрофаги; FF – фитофаги; ZF – зоофаги.

Эпобионтные дождевые черви отсутствуют ввиду слабого развития подстилки. Значительное количество строительного мусора и как следствие – резкое увеличение твердости с глубиной – делают невозможным существование дождевых червей-норников в данном биотопе.

Гигроморфы дождевых червей представлены ультрагигрофилами, гигрофилами и мезофилами. Ценоморфический спектр также весьма широк – среди дождевых червей представлены пратанты, степанты, паллюданты и сильванты. Таким образом, с одной стороны, комплекс дождевых червей изучаемого полигона обилен и разнообразен как в таксономическом, так и экологическом аспектах. С другой стороны, мы наблюдаем супердоминирование одного вида – собственно-почвенного гигрофильного лугового *Aporrectodea c. trapezoides* (Duges, 1828).

Помимо дождевых червей к трофической группе сапрофагов принадлежат эпигейные кивсяки *Megaphyllum rossicum* (Timotheew, 1897) (1,22 экз./м²), многосвязы (1,07 экз./м²) и мокрицы *Trachelipus rathkii* (Brandt 1833) (1,22 экз./м²).

Хищные губоногие многоножки представлены землянкой *Geophilus proximus* C. L. Koch 1847 (1,07 экз./м²), которые для своего перемещения используют систему почвенных нор и трещин. Хищники также представлены кантаридами *Cantharis rustica* Fallen 1807, имаго жужелиц *Brachinus crepitans* (Linnaeus, 1758), имаго коротконадкрылых жуков *Staphylinus caesareus* Cederhjelm 1798, личинками жуков-щелкунов *Athous haemorrhoidalis* (Fabricius 1801), личинками двукрылых сем. Therevidae и пауками.

Группа фитофагов разнообразна и представлена личинками подгрызающих совок, пластинчатоусых жуков, жужелиц, жуков-усачей, жуков-долгоносиков и моллюсками.

Основу ценоморфической структуры мезофауны составляют пратанты (34,7 % по обилию), несколько меньше степантов (31,3 %) и сильвантов (22,1 %), значительно меньше палюдантов (11,8 %) (рис. 1). Таким образом, ценоморфический облик животного населения изучаемого полигона можно охарактеризовать как луговой со степными элементами. Ценоморфическая структура животного населения почвы отличается от ценоморфической структуры растительного покрова большей остепненностью при значительной роли луговой компоненты.

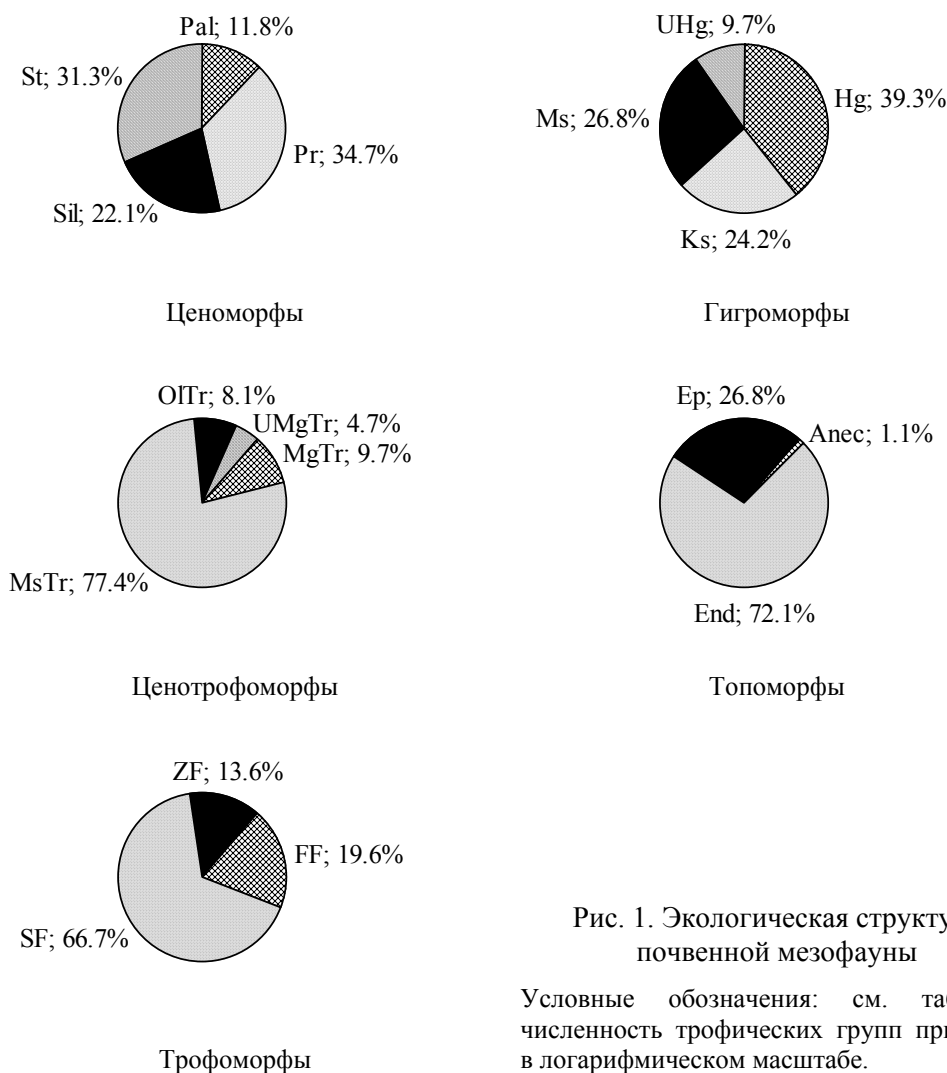


Рис. 1. Экологическая структура почвенной мезофауны

Условные обозначения: см. табл. 1; численность трофических групп приведена в логарифмическом масштабе.

Среди гигроморф преобладают гигрофилы (39,3 %), значительно меньше мезофилов (26,8 %) и ксерофилов (24,2 %), очень редко встречаются ультрагигрофилы (9,7 %). Гигроморфическая структура населения является мезогигрофильной, что находится в некотором противоречии с ксеромезофильным обликом растительности. Очевидно, что наибольший пик численности почвенной мезофауны наблюдается в ту фазу годового цикла, когда наблюдаются условия повышенной влажности. Таким образом, различия гигроморфической структуры животного населения и растительности можно объяснить контрастностью режима влажности данного урботехнозема.

В сообществе доминируют мезотрофоценоморфы (77,4 %), что повторяет трофоморфическую структуру растительности. В структуре топоморф очевидным является преобладание эндогеинных форм (72,1 %). Существенно меньше эпигейных форм (26,8 %) и норников (1,1 %). В трофической структуре безусловными доминантами являются сапрофаги (66,7 %). Доля зоофагов составляет 13,6 %, а фитофагов – 19,6 %.

Таблица 2

Детерминанты экологического пространства почвенной мезофауны

Параметры среды	Среднее	Доверительный интервал		CV, %	RLQ ось 1	RLQ ось 2
		– 95 %	+ 95%			
Твердость почвы на глубине, МПа						
0–5 см	3,08	2,94	3,22	23,95	–0,44	–0,20
5–10 см	4,23	4,01	4,45	26,74	–0,87	–0,01
10–15 см	6,12	5,76	6,48	30,42	–0,95	–0,10
15–20 см	7,83	7,50	8,16	21,87	–0,95	–0,12
20–25 см	8,85	8,49	9,20	20,73	–0,92	0,03
25–30 см	9,59	9,15	10,02	23,48	–0,96	0,09
30–35 см	10,19	9,67	10,71	26,38	–0,96	0,12
35–40 см	10,64	10,05	11,24	28,85	–0,96	0,11
40–45 см	11,03	10,37	11,69	30,93	–0,95	0,10
45–50 см	11,38	10,66	12,09	32,58	–0,94	0,10
Физические свойства и высота травостоя						
Электропроводность, дСм/см	0,54	0,51	0,56	25,06	0,48	0,28
Температура слоя почвы 5–7 см, °С, 05.06.2012	19,71	19,41	20,01	7,91	–0,27	–0,85
– 31.08.2013	19,40	19,16	19,63	6,28	–0,43	–0,79
Мощность подстилки, см	0,40	0,31	0,50	120,84	–0,20	0,41
Высота травостоя, см	23,49	21,50	25,48	43,75	0,09	0,38

Эдафические характеристики могут рассматриваться как детерминанты экологического пространства сообщества мезопедобионтов (табл. 2).

Для твердости почвы в изучаемом участке характерно резкое увеличение с ростом глубины. В верхнем почвенном слое твердость в среднем составляет 3,08 МПа, а в нижнем – 11,38 МПа. Таким образом, средние значения твердости почвы в пределах изучаемого полигона велики и значительно превышают критические для роста корневых систем растений (3–3,5 МПа) [17] уже начиная с верхних почвенных слоев. Это позволяет предположить высокое структурирующее влияние пространственной вариабельности твердости почвы на организацию почвенного животного населения. Установлено, что локальный максимум коэффициента вариации твердости наблюдается в почвенных слоях 10–15 и 45–50 см (30,42 и 32,58 % соответственно). Очевидно, зона повышенной вариабельности твердости почвы маркирует слой, где происходит сочетание грунтовой основы из строительного мусора высокой твердости и верхнего менее твердого слоя из гумусосодержащего суглинка.

Электропроводность почвы в среднем составляет 0,54 дСм/см и характеризуется коэффициентом вариации 25,06 %. Основным модулятором электропроводности почвы в пределах данного полигона можно признать влажность почвы. При измерении температуры мы в большей степени преследовали цель изучить пространственный аспект этого важного экологического показателя. Температура почвенного слоя 5–7 см в период проведения исследования составляла 19,71°C при коэффициенте вариации 7,91 %. Коэффициент корреляции между температурой почвы 5 июня 2012 года и 31 августа 2013 года составил 0,71 ($p=0,00$), что свидетельствует наличии устойчивых паттернов изменчивости температуры. Этот тезис подтверждается результатами вычисления теста Мантеля для матриц различий между точками отбора проб по температуре. Тест Мантеля указывает на тесную достоверную корреляцию матриц расстояния – $r=0,42$, $p=0,00$. Частный тест Мантеля с матрицей географических расстояний как контролирующей переменной равен $r=0,32$, $p=0,00$. Это свидетельствует о наличии пространственной компоненты изменчивости температуры во времени, т. к. экстракция компоненты расстояния между точками несколько снижает силу связи во времени между точками. Таким образом, пространственная картина изменчивости температуры почвы в пределах участка не является неповторимой картиной, которая может быть иной в другой момент времени.

Мощность растительной подстилки в пределах участка составляет 0,4 см с коэффициентом вариации 120,84 %. Коэффициент вариации для высоты травостоя составляет 43,75 % при среднем уровне этого показателя 23,49 см.

Совместное измерение эдафических характеристик и особенностей структуры животного населения позволили оценить свойства экологической ниши почвенной мезофауны (табл. 3).

Общая инерция, которая может быть вычислена в результате ОМІ-анализа, пропорциональна средней маргинальности видов сообщества и представляет собой количественную оценку влияния факторов окружающей среды на сепарацию видов. В результате проведенного анализа установлено, что общая инерция составляет 3,87. Первая ось, полученная в результате ОМІ-анализа, описывает 77,84 %, а вторая – 13,28 % инерции. Таким образом, первые две оси описывают 91,11 % инерции, что вполне достаточно, для того, чтобы описание дифференциации экологических ниш мезофауны на изучаемом полигоне проводить в пространстве первых двух осей. Для среднего значения маргинальности сообщества (ОМІ=3,68) уровень значимости составляет $p=0,001$, что свидетельствует о важной роли выбранных переменных среды для структурирования сообщества почвенной мезофауны.

Маргинальность, которая статистически достоверно отличается от случайной альтернативы, характерна для 12 видов из 23, для которых проведен ОМІ-анализ (табл. 3). Таким образом, для большинства видов изучаемого полигона типичные эдафические условия не совпадают с центроидом их экологической ниши. Маргинальность ниши указывает на степень отличия оптимальных условий для обитания вида от типичных условий в пределах данного местообитания. Толерантность ниши – величина, обратная специализации: чем больше толерантность, тем меньше специализация. Остаточная толерантность указывает на роль случайных, нейтральных факторов и ошибки измерения. Такие виды, как *Dorcadion fulvum*, *Lepidoptera* sp., *Geophilus proximus* характеризуются высокой маргинальностью и специализацией (низкой толерантностью). Таким образом, изучаемое местообитание для данных видов является весьма экстремальным, в пределах которого они занимают очень ограниченное число микростаций. Толерантными к условиям данного местообитания являются такие виды, как *Octolasion lacteum*, *Ophonus brevicollis*, *Megaphyllum rossicum* и *Rhizotrogus aestivus*. Остаточная толерантность достаточно велика для всех видов (31,0–86,3 %), что позволяет предполагать значительную роль в структурировании сообщества почвенной мезофауны факторов нейтральной природы.

Конфигурация экологических ниш представлена на рисунке 2. Анализ данных, приведенных на нем свидетельствует о том, что ключевым аспектом структурирования экологической ниши почвенных животных является твердость почвы в слоях 5–10, ..., 45–50 см (ось 1). Также важную роль играет противоположная динамика твердости почвы на глубине 0–5 см и температуры почвы с одной стороны и высоты травостоя и электропроводность почвы – с другой (ось 2). Очевидно, ось 1 четко маркирует глубину проникновения корневых систем растений, которая ограничена повышенной твердостью почвы из-за залегания строительного мусора. Этот аспект почвы как

среды обитания, оказывается, имеет важное значение для структурирования экологической ниши мезопедобионтов. Высота травостоя является ключевым механизмом, который порождает существование структурирующего влияния на экологическую нишу комплекса факторов, которые отражаются осью 2. Высокий травостой способствует более низкой температуре почвы, меньшей твердости верхнего почвенного слоя и более высокой влажности, которая маркируется в нашем случае электропроводностью почвы.

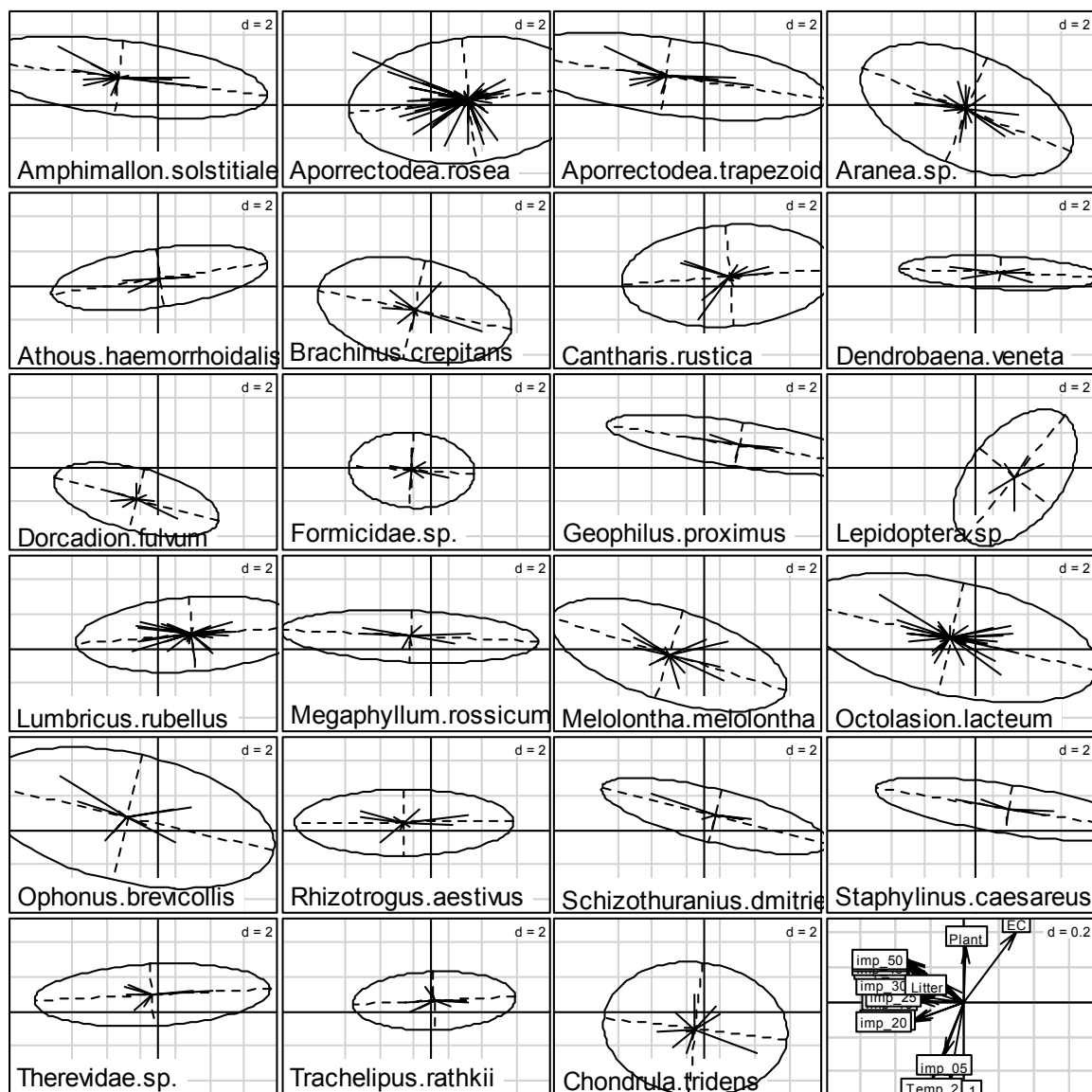


Рис. 2. Экологические ниши видов почвенной мезофауны

Координатные оси заданны компонентами маргинальности; начало координат – нулевая маргинальность. Эллипс обозначает инерцию экологической ниши. Лучи связывают центр оид экологической ниши с сайтами встречи вида в пространстве маргинальности сообщества. В правом нижнем углу – нормированные веса экологических переменных; сокращение названия видов – см. табл. 3.

Результаты анализа RLQ представлены в таблице 2 и на рисунке 3. Установлено, что 93,11 % общей вариации (общей инерции) описывают первых две оси RLQ (79,85 и 13,66 % соответственно). Процедура randtest подтвердила значимость результатов RLQ-анализа на p -уровне 0,001.

Таблица 3

Анализ маргинальности видов сообщества мезофауны

Виды	Инерция	ОМІ	Tol	Rtol	omi	tol	rtol	p-уровень
<i>Amphimallon solstitiale</i>	11,23	1,34	1,31	8,58	11,90	11,60	76,40	0,04
<i>Aporrectodea rosea</i>	19,79	4,87	7,95	6,97	24,60	40,20	35,20	0,00
<i>Aporrectodea trapezoides</i>	28,39	7,52	10,57	10,30	26,50	37,20	36,30	0,00
<i>Aranea</i> sp.	13,83	0,82	2,95	10,06	5,90	21,30	72,70	0,33
<i>Athous haemorrhoidalis</i>	10,54	0,81	0,63	9,09	7,70	6,00	86,30	0,92
<i>Brachinus crepitans</i>	15,59	3,54	1,89	10,16	22,70	12,10	65,20	0,05
<i>Cantharis rustica</i>	16,56	3,29	5,49	7,78	19,90	33,10	47,00	0,04
<i>Dendrobaena veneta</i>	11,19	3,19	3,63	4,37	28,50	32,40	39,00	0,13
<i>Dorcadion fulvum</i>	14,20	5,89	1,26	7,05	41,50	8,90	49,60	0,03
<i>Formicidae</i> sp.	8,58	2,06	1,48	5,04	24,00	17,30	58,70	0,34
<i>Geophilus proximus</i>	20,65	7,36	4,44	8,85	35,60	21,50	42,90	0,05
<i>Lepidoptera</i> sp.	13,86	5,93	1,94	5,99	42,80	14,00	43,20	0,05
<i>Lumbricus rubellus</i>	18,80	4,97	6,14	7,69	26,40	32,60	40,90	0,00
<i>Megaphyllum rossicum</i>	15,23	2,86	6,55	5,81	18,80	43,00	38,20	0,16
<i>Melolontha melolontha</i>	19,84	5,37	7,43	7,04	27,10	37,50	35,50	0,00
<i>Octolasion lacteum</i>	22,21	2,76	11,43	8,01	12,40	51,50	36,10	0,01
<i>Ophonus brevicollis</i>	22,80	4,08	10,61	8,10	17,90	46,60	35,60	0,05
<i>Rhizotrogus aestivus</i>	13,53	3,64	5,69	4,20	26,90	42,10	31,00	0,09
<i>Schizothuranius dmitriewi</i>	12,74	2,64	0,63	9,48	20,70	4,90	74,40	0,23
<i>Staphylinus caesareus</i>	19,83	6,14	4,69	8,99	31,00	23,70	45,40	0,10
<i>Therevidae</i> sp.	13,64	2,09	1,67	9,89	15,30	12,20	72,50	0,37
<i>Trachelipus rathkii</i>	8,99	1,66	0,82	6,51	18,40	9,10	72,40	0,36
<i>Chondrula tridens</i>	14,93	1,85	2,05	11,03	12,40	13,80	73,90	0,18
ОМІ	3,68							0,00

Примечание к таблице. ОМІ – индекс средней удаленности (маргинальности) для каждого вида; Tol – толерантность, Rtol – остаточная толерантность; курсивом представлены данные индексов в % от суммарной вариабельности; p-уровень по методу Монте-Карло после 25 итераций.

Оси RLQ являются интегральными оценками взаимосвязи между факторами окружающей среды (в нашем случае – эдафические характеристики, мощность подстилки и высота травостоя), структурой сообщества и его экоморфической организацией. В одном метрическом пространстве мы имеем возможность отобразить структуру сообщества (расположение видов мезопедобионтов), точки отбора проб (пространственная компонента с учетом того, что координаты точек отбора фиксировались), веса факторов среды и веса экоморфических характеристик почвенных животных (рис. 3).

Факторы окружающей среды, которые структурируют сообщество, имеют сложную интегральную природу и отражаются через измеряемые характеристики. Комплексы связанных характеристик в многомерных техниках выделяются по различным критериям, так как число факторных решений бесконечно. Максимизация описываемой факторами дисперсии или корреляции являются целевыми критериями в многомерном факторном анализе и анализе главных компонент. Очевидно, что такой критерий имеет общий характер и не отражает специфики экологических задач. Критерием максимизации в RLQ-анализе является решение, которое наилучшим образом описывает связь между различными экологическими явлениями – средой, сообществом и его формальными экологическими свойствами.

Ось 1, выделенная в результате RLQ-анализа, характеризует значительную роль твердости почвы в структурировании сообщества мезопедобионтов с глубины 5–10 см и вплоть до предела измерения твердости (табл. 1). Достоверные коэффициенты корреляции RLQ-оси 1 со значениями твердости почвы наблюдаются на всех глубинах. Эта ось статистически достоверно не

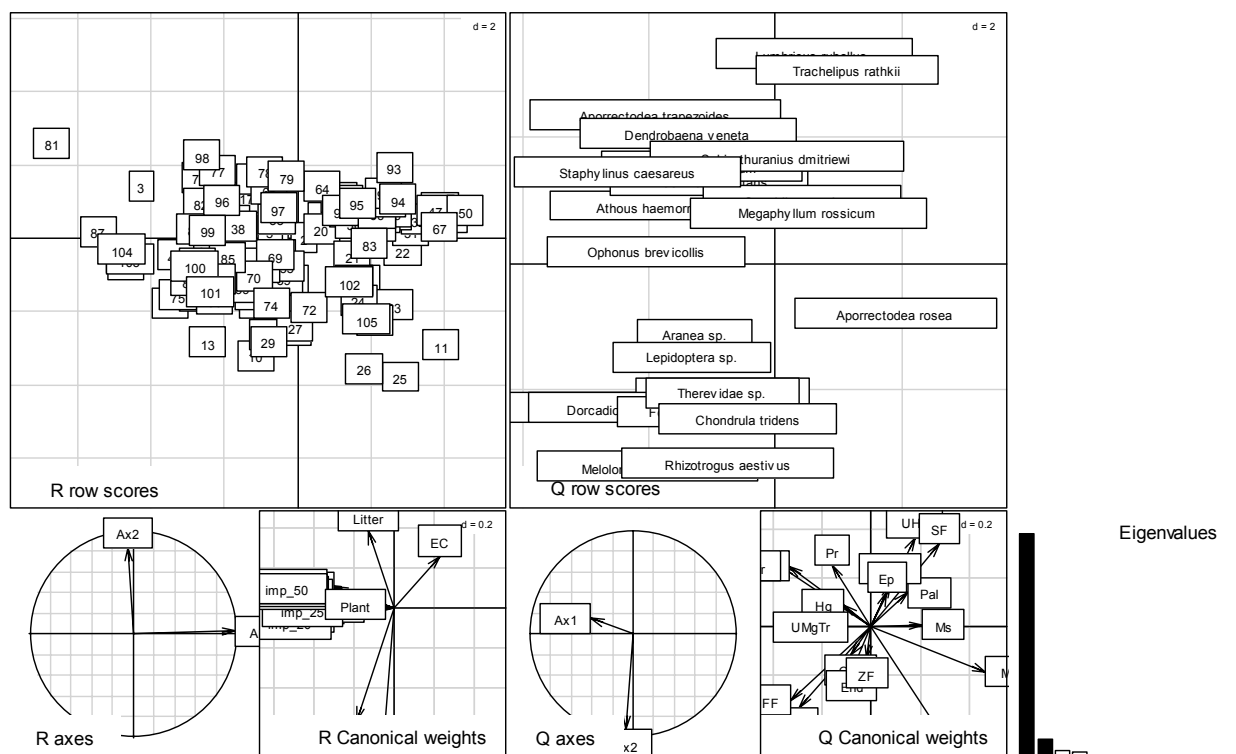


Рис. 3. Результаты анализа RLQ

коррелирует с высотой травостоя и мощностью подстилки, но достоверно негативно – с температурой верхнего почвенного слоя. Можно предположить, что близкое залегание к поверхности почвы строительного мусора приводит к увеличению твердости уже с малой глубины. Строительные материалы могут иметь специфические тепловые свойства, отличные от свойств почвы, что приводит к увеличению нагревания поверхности, подстилаемой близким слоем из строительных материалов.

Ось 2 достоверно не коррелирует с твердостью почвы, но зависит от высоты травостоя и мощности подстилки, что приводит к варьированию электропроводности и температуры почвы: при увеличении высоты травостоя и мощности подстилки закономерно увеличивается электропроводность и уменьшается температура почвы.

RLQ-анализ позволяет классифицировать животных по характеру их экологической структуры и связи с факторами окружающей среды. Кластерный анализ позволил выделить три комплекса видов, которые формируют функциональные группы А, В и С (рис. 4).

Расположение этих функциональных групп в пространстве RLQ осей представлено на рис. 5. Функциональная группа А включает ксерофильных эндогеяных фитофагов и зоофагов. Эта функциональная группа адаптирована к жизни в условиях высокой твердости почвы на всех глубинах. Повышенная температура почвы и сниженная влажность приводит к конкурентному преимуществу ксерофильных форм. Функциональная группа А представлена преимущественно степными формами, которые также входят в состав других функциональных групп данного участка.

Функциональная группа В включает сапрофагов эпигейных и норных форм, гигропреферендум которых не относится к ксерофильным стадиям. Животные, которые относятся к указанной экологической группе, предпочитают менее твердые участки почвы с высоким травостоем и мощной подстилкой. Сапротрофный блок маркирует условия преимущественного гумуса накопления, в противоположность фитофагов, которые маркируют процессы минерализации. Таким образом, зона активности функциональной группы В обозначают участки с более благоприятными для формирования гумуса условиями.

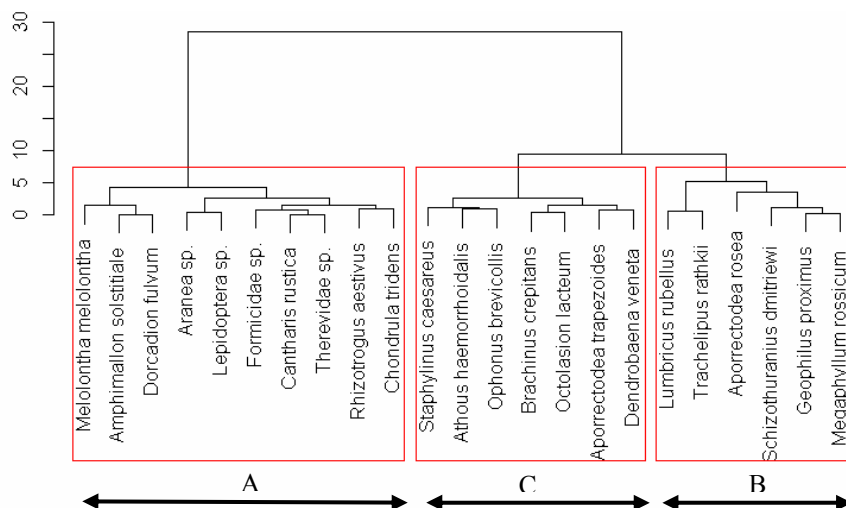


Рис. 4. Кластерный анализ структуры животного населения мезопедобионтов

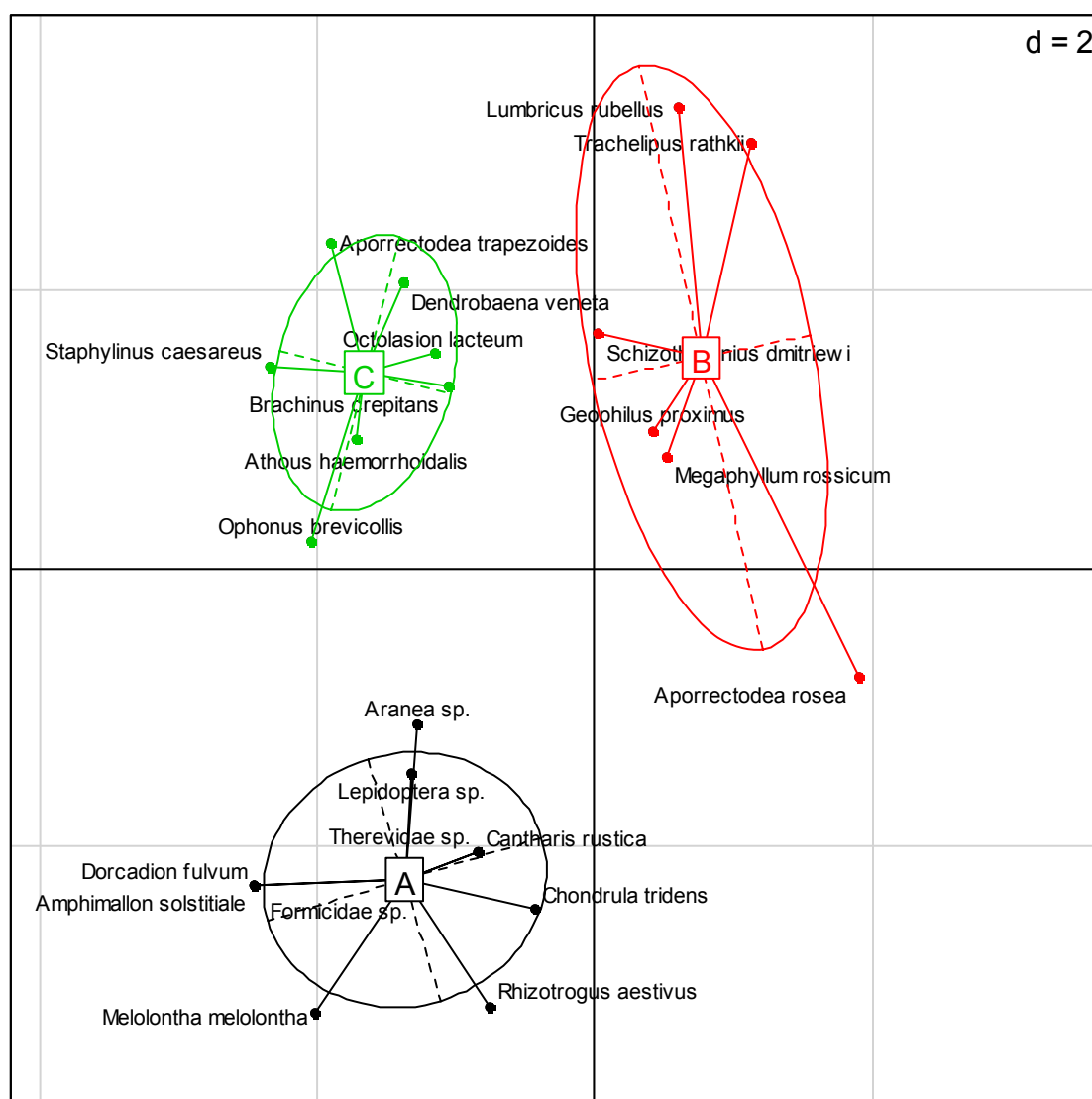


Рис. 5. Расположение функциональных групп в пространстве RLQ-осей

Функциональная группа С объединяет животных, которые способны обитать в условиях повышенной твердости почвы (негативные значения оси 1), но в более влажных микростациях с относительно высоким травостоем и мощной подстилкой (позитивные значения оси). В ее состав входят силванты и пратанты, гигрофилы, мезотрофоценоморфы.

Пространственное размещение значений RLQ-осей представлено на рисунке 6. В изменчивости RLQ-оси 1 линейный тренд описывает 24,3 % дисперсии, при этом в регрессионной модели, в которой в качестве предиктора выступают географические координаты, достоверными являются как ось абсцисс, так и ось ординат. Анализ рисунка показывает, что наряду с общим трендом уменьшения твердости почвы в направлении от границы с тальвегом к участку, который находится на склоне балке, наблюдаются локалитеты с повышенной твердостью, имеющие округлую форму и размеры несколько метров. Можно предполагать, что эти неоднородности обусловлены характером размещения строительного мусора как почвообразующей породы. Правая часть полигона находится ближе к тальвегу, левая – упирается в склон восточной экспозиции.

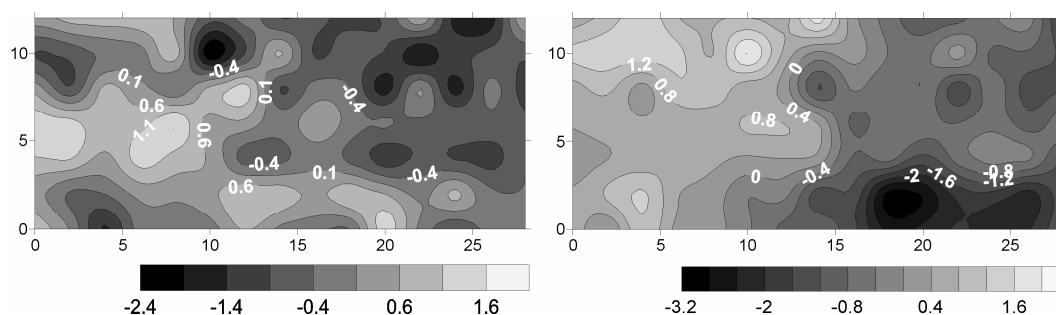


Рис. 6. Пространственная изменчивость RLQ-осей

Линейная модель с географическими координатами в качестве предикторов описывает 68,67 % дисперсии RLQ-оси 2. Эта ось демонстрирует неоднородность участка исследования по показателю интенсивности развития растительного покрова и мощности подстилки. Более мощный растительный покров формируется на склонах балки, а в зоне, приближенной к тальвегу растительность и мощность подстилки характеризуются относительно низкими значениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Животное население почв является надежным индикатором направленности биогеоценотических процессов [9]. Нами установлено, что это положение справедливо и для искусственных почвоподобных конструкций – техноземов. Недостатки конструкции данного технозема четко диагностируются по особенностям пространственной организации сообщества мезопедобионтов.

Процедура RLQ-анализа позволяет оценить взаимосвязь трех важнейших характеристик почвенной экосистемы: эдафических факторов, видового разнообразия и его экоморфической структуры [25]. Экоморфы отражают особенности адаптации животных к различным аспектам биогеоценотического окружения [12]. В реалиях конкретного сообщества наблюдается сопряженная изменчивость экоморф, что открывает возможность дать объемную характеристику его экоморфической организации.

Физические характеристики почвы описывают экологическую обстановку в почве [19]. Техноземы как искусственно созданные почвоподобные конструкции характеризуются высокой вариабельностью свойств [10, 11, 17, 34]. Наше исследование физических свойств технозема, созданного на склоне балки близ тальвега в пределах Ботанического сада ДНУ также показало его высокую неоднородность. Для характеристики пространственной неоднородности почвы нами выбраны показатели, которые удовлетворяют двум требованиям. Прежде всего, это экологическая релевантность, т.е. это показатели, которые способны информативно отобразить особенности почвы как среды обитания растений и почвенных животных. Поэтому важен еще один критерий –

для описания пространственной изменчивости экологических свойств показатель должен быть относительно легко измеряем, т.е. за короткий промежуток времени можно получить значительный объем данных.

Как показано в нашей работе, такие показатели, как твердость, электропроводность и температура почвы с помощью современных инструментов могут быть достаточно быстро измерены в большом количестве, а оценки неоднородности почвы четко коррелируют со свойствами животного населения почвы. Такой подход показал свою эффективность при изучении почвенной мезофауны лесного биогеоценоза [25], лесного урбанозема [26, 29], пространственного размещения пороев слепышей [16], роли педотурбационной активности слепышей в структурировании пространственной организации сообщества герпетобионтных пауков [14].

Анализ маргинальности видов показал, что визуально однородный и относительно малый по размерам участок представляет собой неоднородную среду обитания для почвенных животных. Установлено, что конструктивные особенности технозема, которые проявляют себя через вариабельность твердости в горизонтальном и вертикальном направлении, приводят к значительной дифференциации животного населения почвы данного участка. Вариабельность твердости воздействует также на водный режим почвы, который оказывает влияние на растительный покров участка, что количественно отражается в показателях электропроводности и температуры почвы, а также высоты травостоя.

Пространственная неоднородность технозема приводит к перестройкам структуры животного населения почвы, которая четко может быть идентифицирована и интерпретирована с помощью экоморфического анализа. Пространственно обособленные в географическом и экологическом пространстве группировки мезопедобионтов характеризуются специфичностью экоморфической организации. Установлено, что функциональная группа, которая по своему ценоморфическому облику является степной, добивается конкурентного преимущества в условиях экстремально высокой твердости технозема. Пространственно эта зона находится вблизи тальвега, который был засыпан строительным мусором, на котором в дальнейшем был сформирован технозем. Склон балки только в своей нижней части был задет засыпкой. Именно эта часть склона также попала в зону экспериментального участка. Она характеризуется микроучастками с экстремально высокой твердостью, промежутки между которыми заняты более рыхлым и менее твердым грунтом. По мере приближения к склону соотношение сдвигается в сторону менее твердых микростаций.

Список литературы

1. Акимов М. П. Биоморфический метод изучения биоценозов / М. П. Акимов / Бюллетень московского о-ва испытателей природы. – 1954. – Т. LIX (3). – С. 27–36.
2. Акимов М. П. Биоценотическая рабочая схема жизненных форм – биоморф / М. П. Акимов // Научные записки Днепропетр. гос ун-та. – Днепропетровск, 1948. – С. 61–64.
3. Акимов М. П. Сравнительный биоценотический анализ животного населения порожистой части Днепра и Днепропетровского водохранилища в первые годы его существования / М. П. Акимов, А. И. Берестов // Сборник работ биологического ф-та. Науч. записки. – 1948. – Т. XXXII. – С. 161–176.
4. Алеев Ю. Г. Экоморфология / Ю. Г. Алеев / К.: Наук. думка, 1986. – 424 с.
5. Апостолов Л. Г. Вредная энтомофауна лесных биогеоценозов юго-востока Украины: автореф. дис. ... на соиск. уч. ст. докт. биол. наук. / Л. Г. Апостолов; Днепропетровский государственный университет. – Харьков, 1970. – 45 с.
6. Арнольди К. В., Арнольди Л. В. О биоценозе как одном из основных понятий экологии, его структуре и объеме / К. В. Арнольди, Л. В. Арнольди // Зоологический журнал. – 1963. – Т. 42, вып. 2. – С. 161–83.
7. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард / Киев.: Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
8. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард // М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
9. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров / М.: Наука, 1965. – 276 с.
10. Демидов А. А. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков / Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А. Л.», 2013. – 560 с.
11. Жуков А. В. Пространственная изменчивость твердости педоземов / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2013. – № 1 (7). – С. 34–49.
12. Жуков О. В. Экоморфичний аналіз консорцій ґрунтових тварин / О. В. Жуков / Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А. Л.», 2009. – 239 с.
13. Жуков О. В. Экоморфи Бельгард–Акімова та екологічні матриці / О. В. Жуков // Екологія та ноосферологія. – 2010. – Т. 21, № 3–4. – С. 109–111.

14. Жуков А. В. Педотурбационная активность слепышей (*Spalax microphthalmus*) как фактор пространственной организации пауков (Aranei) / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Е. В. Прокопенко, Т. М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 2. – С. 28–35.
15. Жуков О. В. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae): монографія / О. В. Жуков, О. Є. Пахомов, О. М. Кунах / Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського національного університету, 2007. – 371 с.
16. Жуков А. В. Пространственное размещение пороев слепышей (*Spalax microphthalmus*) и твердость почвы / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Т. П. Коновалова // Поволжский экологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 3–15.
17. Задорожная Г. А. Пространственная организация дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах / Г. А. Задорожная, О. Н. Кунах, А. В. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12). – С. 226–237.
18. Кабарь А. Н. Биолого-экологические свойства почвенного покрова ботанического сада Днепропетровского национального университета (становление, развитие, рациональное использование): дис. ... на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. / А. Н. Кабарь; Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара. – Днепропетровск, 2003. – 203 с.
19. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение / Л. О. Карпачевский / М.: Геос. – 2005. – 336 с.
20. Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных / Д. Н. Кашкаров / Л.: Учпедгиз. – 1945. – 383 с.
21. Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных / Д. Н. Кашкаров / М. Л.: Медгиз. – 1938. – 602 с.
22. Кашкаров Д. Н. Среда и общество (основы синэкологии) / Д. Н. Кашкаров / М.: Медгиз. – 1933. – 244 с.
23. Кирпотин С. Н. Жизненные формы организмов как паттерны организации и пространственные экологические факторы / С. Н. Кирпотин // Журнал общей биологии. – 2005. – Т. 66, № 3. – С. 239–250.
24. Криволицкий Д. А. Жизненные формы и биологическое разнообразие животных / Д. А. Криволицкий // Бюллетень московского о-ва испытателей природы. – 1999. – Т. 104, вып. 5. – С. 61–67.
25. Кунах О. Н. Экологический аспект твердости почвы в пристенной дубраве / О. Н. Кунах, А. А. Балдин // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Т. 1, вип. 19. – С. 65–74.
26. Кунах О. Н. Пространственное варьирование экоморфической структуры почвенной мезофауны урбазема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 107–126.
27. Кунах О. Н. Пространственная организация сообщества мезопедобионтов урботехнозема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Грунтознавство. – 2013. – Т. 14, № 3–4. – С. 76–97.
28. Мірзак О. В. Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська) / О. В. Мірзак // Грунтознавство. – 2001. – Т. 1, № 1. – С. 87–92.
29. Пахомов А. Е. Пространственная организация экологической ниши почвенной мезофауны урбозема / А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2013. – Т. 1, вип. 21 – С. 51–57.
30. Павлинов И. Я. Замечания о биоморфике (экоморфологической систематике) / И. Я. Павлинов // Журнал общей биологии. – 2010. – Т. 71, № 2. – С. 187–192.
31. Покаржевский А. Д. Пространственная экология почвенных животных / А. Д. Покаржевский, К. Б. Гонгальский, А. С. Зайцев, Ф. А. Савин / М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 174 с.
32. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біологоекологічна характеристика видів / В. В. Тарасов / Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського національного університету, 2005. – 276 с.
33. Чернов Ю. И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы / Ю. И. Чернов // Успехи современной биологии. – 1991. – Т. 11, вып. 4. – С. 499–507.
34. Шемавнев В. И. Устойчивое развитие сложных экотехносистем / В. И. Шемавнев, Н. А. Гордиенко, В. И. Дырда, В. А. Забалуев / Москва-Днепропетровск: Новая идеология, 2005. – 355 с.
35. Angermeier P. L. Local vs regional influences on local diversity in stream fish community of Virginia / P. L. Angermeier, M. R. Winston // Ecology. – 1998. – Vol. 79. – P. 911–927.
36. Austen D. J. Importance of the guild concept to fisheries research and management / D. J. Austen, P. B. Bayley, B. W. Menzel // Fisheries. – 1994. – Vol. 19. – P. 12–20.
37. Bernhardt-Romermann M. On the identification of the most suitable traits for plant functional trait analyses / M. Bernhardt-Romermann, C. Romermann, R. Nuske, A. Parth, S. Klotz, W. Schmidt, J. Stadler // Oikos. – 2008. – Vol. 117. – P. 1533–1541.
38. Brind'Amour A. Relationships between species feeding traits and environmental conditions in fish communities: A three-matrix approach / A. Brind'Amour, D. Boisclair, S. Dray and P. Legendre // Ecological Applications. – 2011. – Vol. 21 (2). – P. 363–377.
39. Doledec S. Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method / S. Doledec, D. Chessel, C. J. F. Ter Braak, S. Champely // Environmental and Ecological Statistics. – 1996. – Vol. 3. – P. 143–166.
40. Doledec S. Niche separation in community analysis: a new method / S. Doledec, D. Chessel, C. Gimaret-Carpentier // Ecology. – 2000. – Vol. 81. – P. 2914–2927.
41. Dray S. Matching data sets from two different spatial samples / S. Dray, N. Pettorelli, D. Chessel // Journal of Vegetation Science. – 2002. – Vol. 13. – P. 867–874.
42. Friederichs K. Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie / K. Friederichs / Berlin: Parey, 1930. – Bd. 1. – 417 s.; Bd. 2 – 463 s.

43. Gams H. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Bergiffsklarung und Methodik der Biocoenologie / H. Gams // Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zurich. – 1918. – № 63. – S. 293–493.
44. McGill B. J. Rebuilding community ecology from functional traits / B. J. McGill, B. J. Enquist, E. Weiher, M. Westoby // Trends in Ecology and Evolution. – 2006. – Vol. 21. – P. 178–185.
45. Minden V. Plant-trait environment relationships in salt marshes: deviations from predictions by ecological concepts / V. Minden, S. Andratschke, J. Spalke, H. Timmermann, M. Kleyer // Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. – 2012. – Vol. 14. – P. 183–192.
46. Mouillot D. Alternatives to taxonomic-based approaches to assess changes in transitional water communities / D. Mouillot, S. Spatharis, S. Reizopoulou, T. Laugier, L. Sabetta, A. Basset, T. Do Chi // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. – 2006. – Vol. 16. – P. 469–482.
47. Olden J. D. A comparison of statistical approaches for modelling fish species distributions / J. D. Olden, D. A. Jackson // Freshwater Biology. – 2002. – Vol. 47. – P. 1976–1995.
48. Pennisi B.V. 3 ways to measure medium EC / B. V. Pennisi, M. van Iersel // GMPro. – 2002. – Vol. 22(1). – P. 46–48.
49. Santoul F. Spatial patterns of the biological traits of freshwater fish communities in south-west France / F. Santoul, J. Cayrou, S. Mastroiello, R. Cereghino // Journal of Fish Biology. – 2005. – Vol. 66. – P. 301–314.
50. R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
51. Thuiller W. Relating plant traits and species distributions along bioclimatic gradients for Leucadendron taxa / W. Thuiller, S. Lavorel, G. Midgley, S. Lavergne, T. Rebelo // Ecology. – 2004. – Vol. 85. – P. 1688–1699.
52. Tonn W. M. Intercontinental 1 comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes / W. M. Tonn, J. J. Magnuson, M. Rask, J. Toivonen // The American Naturalist. – 1990. – Vol. 136. – P. 345–375.
53. Zobel M. The relative role of species pools in determining plant species richness: alternative explanation of species coexistence? / M. Zobel // Trends in Ecology and Evolution. – 1997. – Vol. 12. – P. 266–269.

Кунах О. М., Жуков О. В., Балук Ю. О. Екоморфичний аспект просторової організації угруповання мезопедобионтів урботехноземи // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 159–176.

У роботі наведені результати вивчення просторового варіювання екоморфичної структури ґрунтової мезофауни техноземи з трав'янистим покривом методами OMI- і RLQ-аналізу. Дослідження проведене 5 червня 2012 року в ботанічному саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (раніше – парк ім. Ю. Гагаріна). Досліджуваний полігон розташований на схилі балки Красноповстанської (48°25'58.29"С, 35°2'17.89"В). Полігон складається з 15 трансект, спрямованих у перпендикулярному напрямку стосовно тальвегу. Кожна трансекта утворена сімома точками відбору зразків. Дистанція між точками відбору проб становить 2 м. Координати лівого нижнього куту визначені як (0; 0). У межах полігону представлений штучний ґрасленд з окремими деревами. Показано, що біогеоценотична обстановка у місці розташування експериментального полігону є типово лугово-ліською, ксеромезофільною та мега-мезотрофною (45,76 % – сильвантів, 38,99 % – пратантів, 59,32 % – мезотрофів, 38,98 % – мегатрофів, 50,85 % – ксеромезофілів). Дані для дослідження зібрані за допомогою ручного розбирання ґрунтових зразків площею 0,25×25 см по регулярній сітці (7×15 зразків) з відстанню між точками відбору 2 м (результати представлені як L-таблиця), проведене вимірювання температури, електропровідності й твердості ґрунту, потужності підстилки та висоти травостою (R-таблиця). Ґрунтова мезофауна експериментальної ділянки представлена 26 видами з загальною щільністю 93,89 екз./м². В екологічній структурі тваринного населення ґрунту переважають пратанти та степанти, гігрофіли, мезотрофценоморфи, ендегейні топоморфи, сапрофаги. Такі едафічні характеристики, як твердість ґрунту, електропровідність, потужність підстилки а також висота травостою відіграють важливу роль у структуруванні екологічної ніші угруповання мезопедобионтів. Застосування морфологічних та фізіологічних особливостей тварин для оцінки ступеню видових відмінностей може використовуватися для однорідних таксономічних або екологічних груп, які володіють порівняними характеристиками, які також можуть бути інтерпретовані екологічно. Ґрунтова мезофауна характеризується значним таксономічним та екологічним різноманіттям форм, тому морфологічне та фізіологічне порівняння не є можливим. Екологічний зміст характеристик різноманітних груп не буде ідентичним, а тому основа для їх порівняння буде не адекватною. Тому для опису екологічних особливостей ми застосували екоморфичний аналіз ґрунтових тварин. Організація угруповань ґрунтових тварин може бути розглянута на рівні досліджуваної точки, біогеоценозу, на ландшафтному та регіональному рівнях. На основі розподілу видів на ландшафтному рівні їх приналежність до певної екологічної групи в екологічному просторі дозволяє визначити їх екоморфу. Стійке співвідношення екоморф в таких функціональних групах є відображенням їх організаційної структури та екологічного різноманіття. Одержані данні підтверджують цю гіпотезу. Важливо відзначити, що розташування функціональних груп в екологічному просторі, встановлене за допомогою RLQ-аналізу, демонструють регулярні патерни просторової мінливості. Перші дві осі OMI-аналізу описують 91,11 % інерції, що цілком достатньо, для того, щоб описання диференціації екологічних ніш мезофауни на досліджуваному полігоні проводити в просторі перших двох осей. Для середнього значення маргінальності угруповання (OMI=3,68) рівень значимості становить $p=0,001$, що свідчить про важливу роль обраних змінних середовища для структурування угруповання ґрунтової мезофауни. У результаті RLQ-аналізу й наступної кластерної процедури виявлені три ключових функціональних групи мезопедобионтів і знайдена роль едафічних факторів у їх просторовому варіюванні. Кожна функціональна група інтерпретована у термінах екоморфичного підходу. Локальні функціональні групи характеризуються екологічними властивостями, які відображають в термінах одного типу екоморф інші, які займають більш високі ієрархічні позиції. Визначення просторової гетерогенності угруповання тварин та детермінація властивостей екологічної ніші ґрунтовими факторами є важливим результатом, але для розуміння природи неоднорідності був застосований просторовий варіант

екоморфічного аналізу за допомогою RLQ-аналізу. У межах відносно однорідного поля була знайдена просторова диференціація угруповання ґрунтових тварин на функціональні групи. Реальність їх існування доведена не тільки статистично, але й, що особливо важливо, змістовною інтерпретацією екоморфічних маркерів взаємозв'язків в групах та індикаторів екологічних властивостей ґрунту як середовища існування. Варіювання властивостей середовища у межах мікросайтів веде до перебудови екологічної структури угруповання ґрунтових тварин. Гетерогенність ґрунтового тіла та рослинна мозаїка формують патерни просторової організації ґрунтових тварин.

Ключові слова: ґрунтова мезофауна, екологічна ніша, просторова екологія, екоморфи.

Kunah O. N., Zhukov A. V., Baljuk Ju. A. The ecomorphic aspect of the spatial organization of the urbanozem mesopedobionts // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 159–176.

The results of studying of the spatial organization of soil mesofauna of the urbanozem of the grassland within artificial forest planting have been processed by OMI- and RLQ-analysis methods. Researches are spent to June, 5st, 2012 in Oles Gonchar University botanic garden (earlier – territory of park of J. Gagarin, Dnepropetrovsk). The studied plot is situated on the Krasnopostachekaya balka valley slope (48°25'58.29"N, 35°2'17.89"E). The plot consists of 15 transects directed in a perpendicular manner in relation to the talveg. Each transect is made of seven sample points. The distance between points is 2 m. The coordinates of lower left point have been taken as (0; 0). The plot represents artificial grassland with single tree. The vegetation has typically partum-forest mega-mesotrophic xeromesophilic character (45,76 % – silvants, 38,99 % – pratants; 59,32 % – mesotrophes, 38,98 % – megatrophes; 50,85 % – xeromesophiles). In each point the soil mesofauna was studied (data presented as *L*-table); temperature, electrical conductivity and soil penetration resistance, and herbage height were measured (data presented as *R*-table). Soil-zoological test area had a size of 25×25 cm. The soil mesofauna gave been found as being presented by 26 species and with total abundance 93,89 ind./m². In ecological structure of the soil animal community have been found such groups dominant as saprophages, pratants and stepants, gygrophiles, mesotrophocoenomorphes, endogeic topomorphes. The measured edafic characteristics have been shown to play an important role in structurization of an ecological niche of mesopedobionts community. The usage of morphological or physiological features of animals for an estimation of degree of specific distinctions is applicable for homogeneous taxonomic or ecological groups possessing comparable characteristics which also can be interpreted ecologically. The soil mesofauna is characterized by high taxonomic and ecological diversity of forms and comparing which by morphological or physiological criteria it is rather inconvenient. Ecological sense of characteristics in different groups will be not identical, and the basis for their comparison will be inadequate. Therefore we apply to the description of ecological features ecomorphic analysis of soil animals. The organization of communities of soil animals may be considered at levels of an investigated point, a biogeocenosis, a landscape and regional level. Actually, on the basis of landscape-ecological distribution of species in ecological space their accessory to ecological groups – an ecomorphes is established. The regular ratio an ecomorphes in these functional groups will be reflexion of their organizational structure and an ecological diversity. The obtained data testifies to justice of the come out assumption. It is important to notice that fact that the functional groups allocated in ecological space by means of the RLQ-analysis, show regular patterns of spatial variability. The first two axes of the OMI-analysis describe 91,11 % of inertia that is quite enough to describe of differentiation of ecological niches of mesofauna on studied area in space of first two axes. For average marginality value (OMI=3,68) the significance level $p=0,001$ that testifies to the important role of the chosen variables of environment for structurization of community of soil mesofauna. As a result of the RLQ-analysis and the subsequent cluster procedures are revealed three key functional mesopedobionts groups and role of the edafic factors in their spatial variation. Local functional groups are characterized by ecological characteristics which reflect in terms one ecomorphes of property of others, occupying higher hierarchical position. Ascertaining of spatial heterogeneity of the animal community and determinancy of properties of an ecological niche by soil factors is important result however for understanding of the nature of heterogeneity the spatial variant of ecomorphic the analysis with RLQ-analysis application has been processed. Within comparatively uniform field the spatial differentiation of the animal community on functional groups has been found. The reality of their existence proves to be true not only statistically, but that is especially important, substantial interpretation of ecomorphic markers of groups interrelation and indicators of ecological properties of soil as inhabitancies. The variation of environmental properties within microsites leads to rearrangement of ecological frame of the soil animal community. Heterogeneity of a soil body and vegetation mosaic form patterns of the spatial organization of the soil animal.

Key words: soil mesofauna, ecological niche, spatial ecology, ecomorphes.

Поступила в редакцію 15.02.2014 г.

УДК 504.54.05 (476)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Флерко Т. Г.

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь, tflerco@mail.ru

В статье представлен анализ смены условий природопользования в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним землях в результате трансформации системы сельского расселения. Выявлена взаимосвязь между показателями расселения и природопользованием. По результатам оценки составлена типология административных районов, которая может стать основой для разработки направлений оптимизации использования природных ресурсов в сельской местности.

Ключевые слова: система расселения, сельские населенные пункты, природопользование.

ВВЕДЕНИЕ

Вместе с динамикой показателей, характеризующих систему расселения, в населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях происходят значительные изменения ландшафтных условий в связи со сменой направления и объемов использования природных ресурсов. Основной современной проблемой использования земель в населенных пунктах является рост числа домохозяйств, в которых не ведется личное (подсобное) хозяйство и не используются имеющиеся земельные участки, а также безнадзорность значительных территорий, запустевание и неэффективное использование земель.

Вопросы нерационального использования земель сельских населенных пунктов на примере Браславского района поднимаются Е. Я. Гарцуевой, Г. В. Дудко и др. [1]. Об ускоренном закустаривании сельскохозяйственных земель на территории Белорусского Поозерья указывает в своих публикациях И. В. Пилецкий [2, 3]. По его оценкам площадь, покрытых кустарником земель ежегодно увеличиваясь на 1–2 %. Эти проблемы являются актуальными и для поселений Гомельской области, в первую очередь в районах наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Цель исследования – оценить эколого-ресурсные последствия трансформации сельского расселения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основе геоэкологической оценки условий природопользования в сельских населенных пунктах Гомельской области Республики Беларусь лежит анализ трансформации системы сельского расселения региона, результаты которого опубликованы ранее [4]. Гомельская область расположена на юго-востоке Республики Беларусь и занимает 1/5 часть площади республики. Система сельского расселения изучаемой территории включает 2301 населенный пункт, в которых проживает 24,8 % населения области.

Исходными материалами для проведения исследования стали информационные фонды организаций региона: Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, Комитета сельского хозяйства и продовольствия по Гомельской области, РДУП «Проектный институт Гомельгипрозем», Главного статистического управления Гомельской области, а также районных структурных подразделений перечисленных учреждений, и собственные полевые исследования. Автором создана электронная база данных по каждому сельскому населенному пункту Гомельской области, включающая демографические показатели, характеристики ландшафтных и геоэкологических условий. Собран также статистический материал за период с 1960 г. по настоящее время по 21 району Гомельской области, включающий поголовье крупного рогатого скота и свиней в хозяйствах всех категорий, численность домохозяйств без скота, площадь земельных угодий различных категорий (луга,

пастбища, пашни), доходы населения и др. Самостоятельно автором исследовано 20 сельских поселений двух административных районов (Лельчицкого и Гомельского) на предмет наличия пустующих домов, заброшенных земельных участков и объектов агротуризма.

При проведении исследования применялись специальные компьютерные программы: для статистического анализа информации – STATISTICA; для создания баз данных и построения картосхем – Microsoft Excel и ArcView 3.2a, связанная с базой данных атрибутивной информации. Типология административных районов Гомельской области проведена по общепринятой методике геоэкологических исследований территории [5, 6, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основными тенденциями трансформации системы сельского расселения Гомельской области являются общее сокращение численности и плотности населения, уменьшение людности сельских поселений и их густоты. Прирост населения отмечается в пригородных зонах крупных городов.

Сокращение численности населения приводит к потерям трудовых ресурсов на селе. Наряду с этим уменьшается площадь обрабатываемых земель, часть из которых переходит в категорию лугов. Потерявшие плодородие, оставленные пашни, вновь зарастают травами и кустарниками, местами проявляется процесс заболачивания. В изучаемом регионе это, как правило, мелиорированные земли. Наблюдается сокращение площади сельскохозяйственных земель всех категорий и пашни. За последние 10 лет из сельскохозяйственного использования исключено 327,2 тыс. га земель и 78 тыс. га пашни.

Увеличились площади земель, занятых лугами (на 18,6 тыс. га), в основном за счет зарастания необрабатываемых мелиорированных территорий, ранее использовавшихся под пашню. Всего лугами занято 13,6 % территории Гомельской области, их удельный вес превышает долю пашни в общей площади земель в двух административных районах (Житковичском и Петриковском).

Одновременно с этим уменьшение поголовья скота в сельскохозяйственных организациях и хозяйствах населения приводит к снижению степени использования лугов в качестве кормовой базы. В 2011 г. во всех хозяйствах области поголовье скота составляло 651,9 тыс. голов, что в два раза меньше чем в 1981 г. и приблизилось к показателям 1960-х гг. (рис. 1).

За последние 30 лет сокращение поголовья крупного рогатого скота произошло во всех административных районах. Более чем на 50 % уменьшилось поголовье скота в Брагинском, Буда-Кошелевском, Житковичском, Кормянском, Наровлянском, Хойникском и Чечерском районах.

Естественные луга Полесья из-за своей труднодоступности в большей степени использовались населением для сенокошения в личных целях, в настоящее время они практически не выкашиваются. Это связано с ограничением использования луговых угодий в зонах радиационного контроля, а также резким сокращением поголовья крупного рогатого скота в хозяйствах населения. За период с 1961 по 2011 гг. поголовье крупного рогатого скота в личных подсобных хозяйствах сократилось в 5,5 раз (рис. 1).

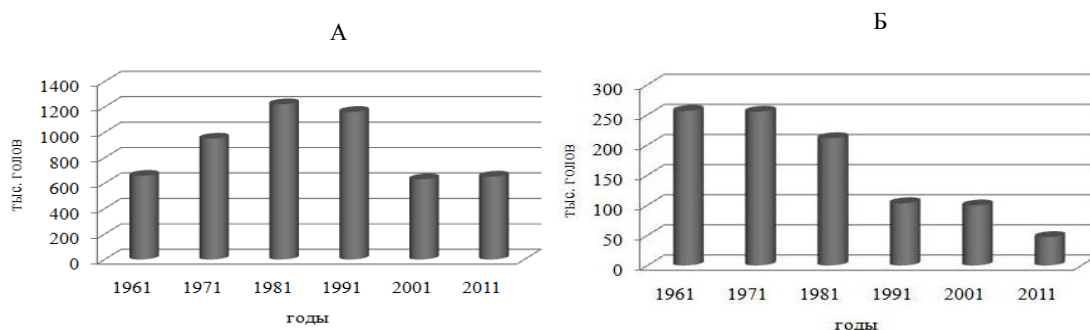


Рис. 1. Динамика поголовья крупного рогатого скота в Гомельской области

А – в хозяйствах всех категорий Гомельской области; Б – в личных хозяйствах.

Максимальное сокращение поголовья крупного рогатого скота в частных подворьях отмечается как в районах наиболее загрязненных радионуклидами (Наровлянский, Брагинский, Ветковский), так и в более урбанизированных, центрами которых являются города Гомель, Речица, Жлобин, Светлогорск (рис. 2). Область в этом отношении условно можно разделить на две части: восточную – с темпами сокращения скота в личных подсобных хозяйствах 80 и более % и западную, где произошло уменьшение на 50–70 %. Значительная отрицательная динамика этого показателя в густонаселенных районах объясняется также нежеланием сельского населения заниматься выращиванием скота и обработкой земель. Западные районы частично сохраняют свой сельскохозяйственный уклад. Эта тенденция характерна для всей республики [8].

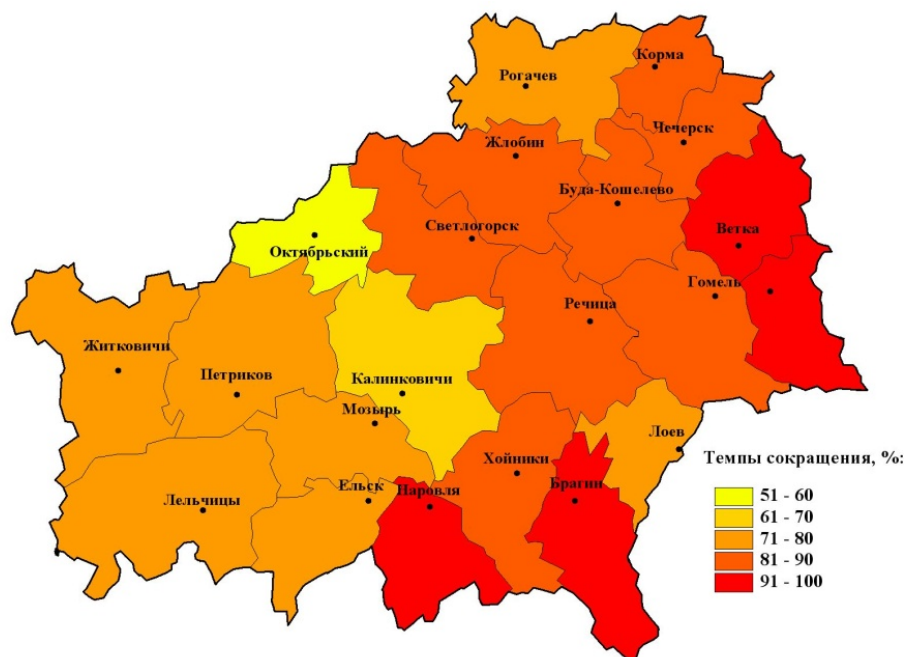


Рис. 2. Сокращение поголовья крупного рогатого скота в личных хозяйствах Гомельской области за период 1961–2011 гг.

Использование земель сельских населенных пунктов и прилегающих к ним угодий связано с наличием в частных подворьях домашних животных, в первую очередь коров и свиней. Их сокращение ведет к уменьшению обработки пахотных земель и снижению использования пастбищных и сенокосных лугов.

Учитывая то, что условия природопользования на значительной площади Гомельской области изменили последствия аварии на Чернобыльской АЭС, нами проведено сравнение средней численности коров и свиней в одном населенном пункте по административным районам на начало 1986, 1991 и 2013 гг. (рис. 3, 4).

За исследуемый период во всех районах отмечается постепенное сокращение показателей среднего количества коров и свиней на один населенный пункт. В 1986 г. на населенный пункт в среднем по области приходилось 57 коров и 100 свиней, в 1991 г. эти показатели снизились до 33 и 80 голов соответственно. В 2011 г. в одном сельском населенном пункте содержалось всего 13 коров и 79 свиней. Только в четырех районах (Октябрьский, Калинковичский, Житковичский, Лельчицкий) количество коров в частных подворьях превышало 26 голов на сельский населенный пункт. Поголовье свиней постепенно смещается в западные районы. В восточных и северо-восточных районах области в связи с этим наблюдается снижение использования приусадебных земель, которые ранее выполняли роль кормовой базы.

Наблюдается процесс углубления специализации – более аграрные регионы усиливают сельскохозяйственный профиль, а промышленные – индустриальный. Эта тенденция характерна и для сельской местности России [9].

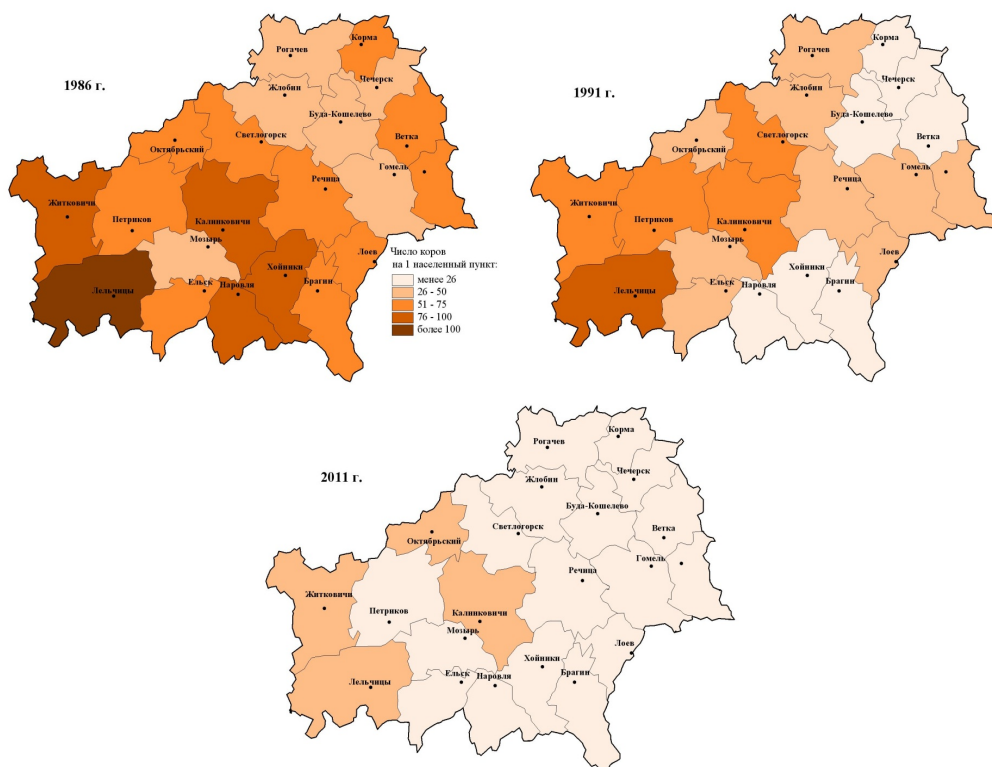


Рис. 3. Динамика поголовья коров на 1 сельский населенный пункт по административным районам Гомельской области (1986–2011 гг.)

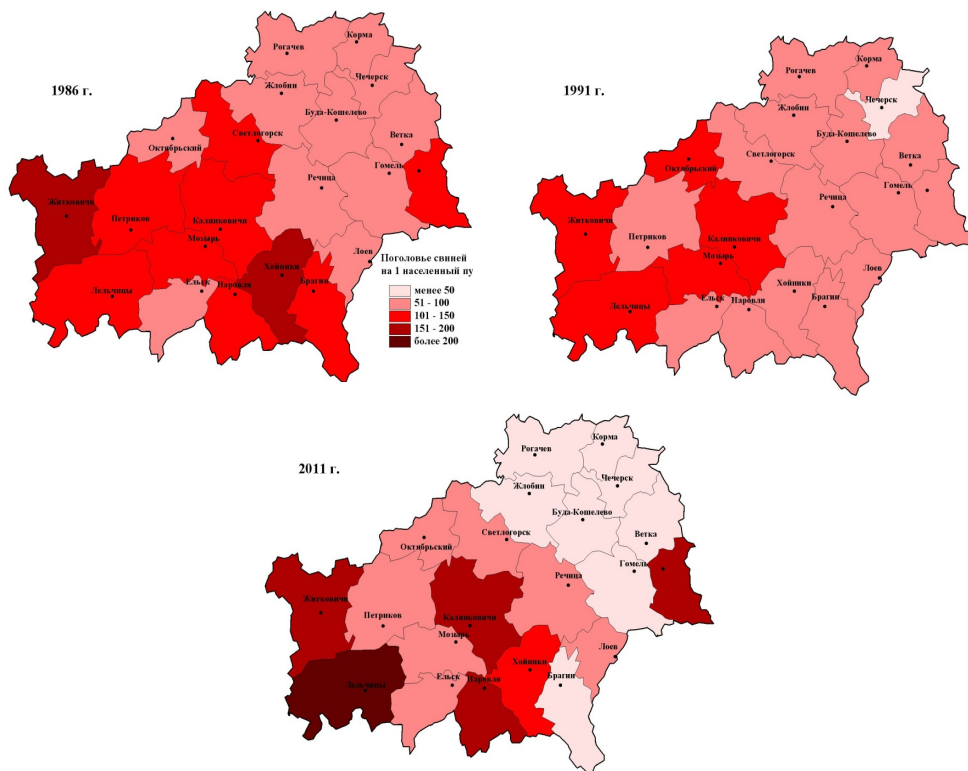


Рис. 4. Динамика поголовья свиней на 1 сельский населенный пункт по административным районам Гомельской области, 1986–2011 гг.

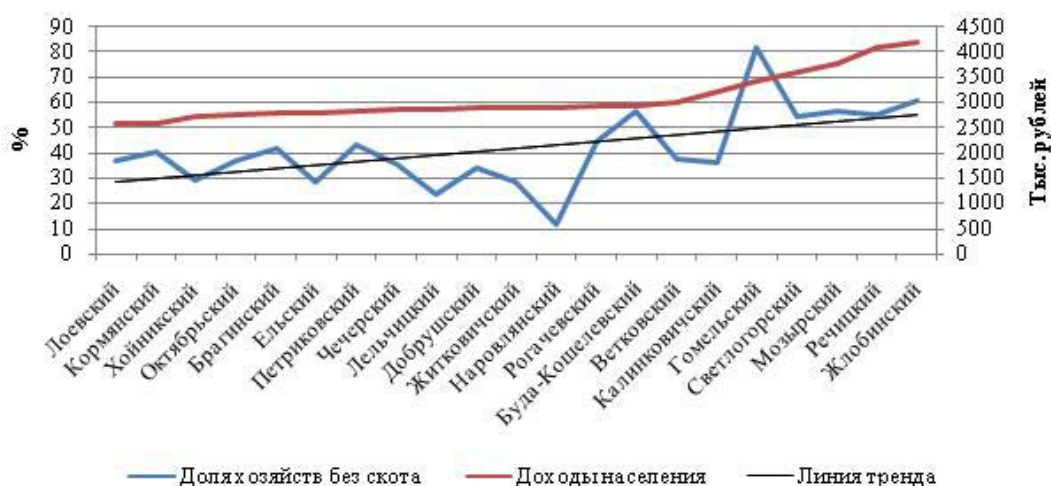


Рис. 5. Взаимосвязь среднего уровня доходов населения и доли домохозяйств в сельской местности, не имеющих скота (2011 г.)

Отмечается прямая корреляционная зависимость между уровнем дохода населения и долей хозяйств без скота (коэффициент корреляции 0,62). Чем выше средняя заработная плата по району, тем больше населения обходятся без скота в личных подсобных хозяйствах (рис. 5). Самыми высокими доходами и одновременно низким уровнем развития животноводства в личных подсобных хозяйствах отличаются Гомельский, Жлобинский, Мозырский районы.

Изменения в возрастной структуре населения имеют двухстороннее влияние на условия использования природных ресурсов. Сельскохозяйственным производством в личных подсобных хозяйствах занимается более старое население. Это подтверждает распределение по районам трудоспособного населения и доли домохозяйств без личных подсобных хозяйств. Линия тренда указывает на увеличение доли хозяйств без скота на частных подворьях в районах с наиболее высоким удельным весом трудоспособного населения. Коэффициент корреляционной зависимости между показателями составил 0,84 (рис. 6). Согласно данным социологов, причинами этого являются низкие цены на закупку сельскохозяйственной продукции у населения, дороговизна кормов и удобрений [8].

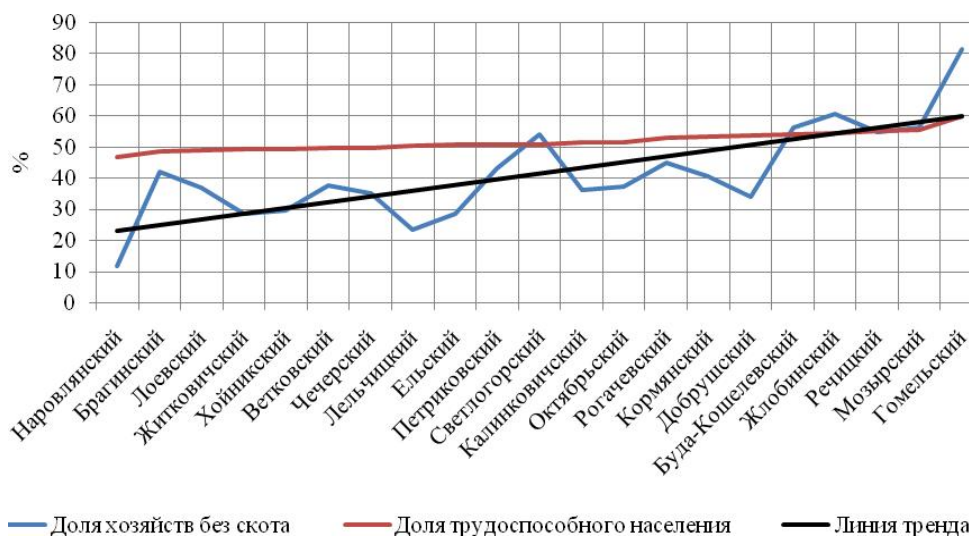


Рис. 6. Взаимосвязь удельного веса трудоспособного населения и доли домохозяйств в сельской местности, не имеющих скота (2011 г.)

Доля трудоспособного сельского населения увеличивается от районов наиболее пострадавших в результате аварии на ЧАЭС к районам, центрами которых являются большой, крупный и средние города. В сельских поселениях этих районов отмечается максимальная доля хозяйств, которые не содержат домашний скот, и в большей степени свиней (рис. 7). Коэффициент корреляции между показателями удельного веса трудоспособного населения и домохозяйств без свиней – 0,82.

Коррективы в условия природопользования вносит эпидемиологическая ситуация. В 2013 г. в связи распространением на территории Республики Беларусь африканской чумы свиней введен запрет выращивать свиней в радиусе не менее 5 км от животноводческих комплексов [10].

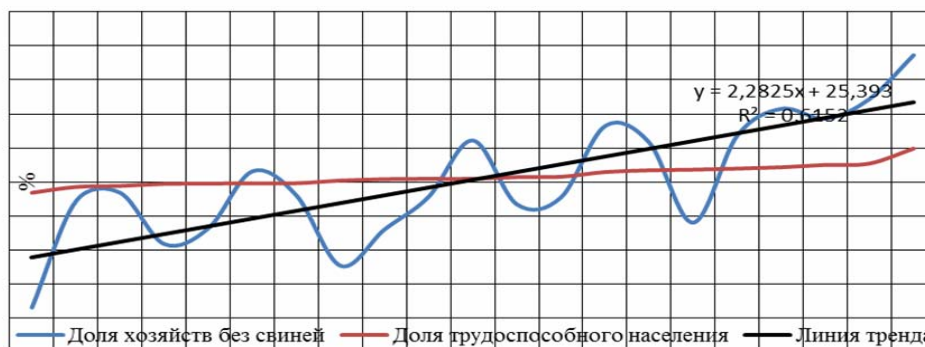


Рис. 7. Взаимосвязь удельного веса трудоспособного населения и доли домохозяйств в сельской местности, не имеющих свиней (2011 г.)

По данным Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию Гомельского облисполкома производство свинины в области осуществляется на 11 крупных свиногомкомплексах (с поголовьем свыше 10000 голов). Вокруг них в первую очередь создаются буферные зоны. В 5-ти км зону крупнейших свиногомкомплексов вошли 114 сельских населенных пунктов, а также городская территория Гомеля и Речицы, в частном секторе которого также имеются подсобные хозяйства.

В отдельных административных районах решение о запрете разведения свиней в личных хозяйствах принято для поселений расположенных в 5-ти км от свиноводческих ферм (Мозырский, Наровлянский, Рогачевский и др.). В Наровлянском и Брагинском районах в поддержку частных хозяйств было уничтожено поголовье свиней мелкотоварных ферм. Профилактические меры в связи со сложившейся ситуацией изменяют характер землепользования на приусадебных участках и прилегающих к населенным пунктам землях, которые ранее использовались населением под посевы кормовых культур для своих подворий. Это неизбежно приведет к их зарастанию.

Актуальной проблемой сельских поселений являются заброшенные земельные участки. Она имеет место не только в малых поселениях, но и в крупных, где новая застройка как правило ведется на участках с современной инфраструктурой. Зброшенные огороды с ветхими постройками, не соответствующие санитарным и техническим нормам, представляют экологическую опасность. Они служат местами складирования бытовых отходов, возникновения пожаров, зарастают и заболачиваются.

С 2012 г. вступил в силу Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по совершенствованию учета и сокращению количества пустующих и ветхих домов в сельской местности», однако для их выявления, очистки и последующего рационального использования требуется время. На данный момент создаются регистры учета пустующих домов всех населенных пунктов административных районов. Так, к примеру, в Наровлянском районе в регистр вошли 280 домов в 27 сельских населенных пунктах (66 % общего числа).

Новой формой природопользования в сельской местности является агротуризм. На 2013 г. в области создан 571 объект агротуризма, в основе деятельности которых лежит использование природных ресурсов населенных пунктов и прилегающих территорий. На протяжении пяти лет с

2006 по 2011 гг. количество агроусадеб в Гомельской области увеличилось с 5 до 332 (в 66 раз), заняв второе место в республике после Витебской области [11]. Агроусады области составляют четвертую часть всех агротуристических объектов страны.

Агроусады располагаются по территории области неравномерно. Больше всего их сосредоточено в Житковичском, Петриковском, Речицком и Буда-Кошелевском районах. Для развития этого вида туризма в сферу услуг вовлекаются в первую очередь водные объекты и лесные массивы. В районах с большим количеством агроусадеб наибольшую рекреационную нагрузку испытывают на себе ресурсы рек Припять, Днепр и Сож. Они используются для лова рыбы, водных прогулок, купания. Леса привлекают сбором ягод и грибов, охотой.

Типология районов Гомельской области по характеру природопользования в сельских населенных пунктах. Учитывая показатели среднего количества коров и свиней на населенный пункт и уровень рекреационного природопользования (агротуризм) административные районы Гомельской области были отнесены к шести типам (рис. 8).

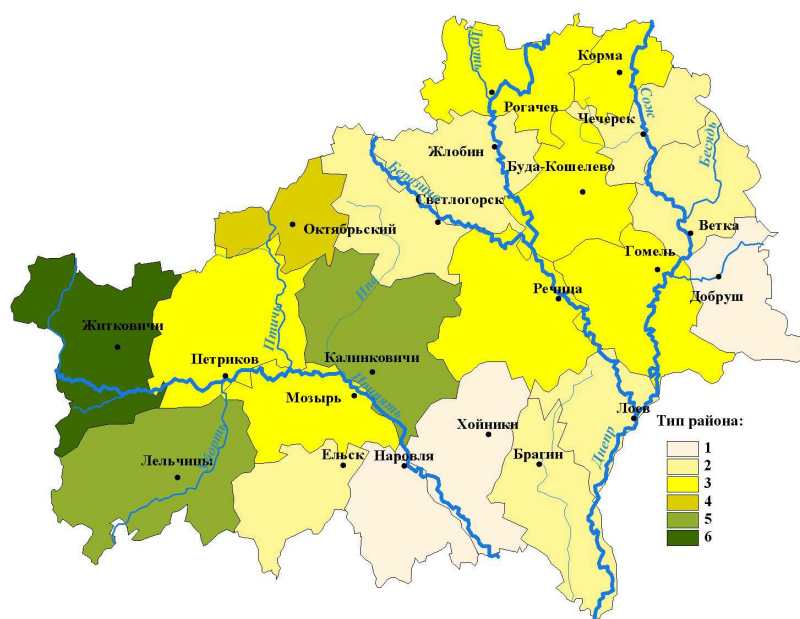


Рис. 8. Типы районов Гомельской области по характеру природопользования в сельских населенных пунктах

Тип 1 – районы земледельческого типа с низким поголовьем КРС в личных подсобных хозяйствах (менее 25 голов в населенном пункте), развитым свиноводством (более 100 голов в населенном пункте), слабым развитием рекреационного природопользования (менее 10 агроусадеб). К данному типу относятся три района – Наровлянский, Хойникский, Добрушский. Районы характеризуются развитием огородничества как кормовой базы для свиноводства, зарастанием естественных лугов и пастбищ из-за малого поголовья КРС. Агротуризм не получил широкого распространения так как значительная часть населенных пунктов находятся в зоне радиоактивного загрязнения.

Тип 2 – районы земледельческого типа с низким поголовьем скота всех видов в личных подсобных хозяйствах (менее 25 голов коров и менее 100 голов свиней на населенный пункт), слабым развитием рекреационного природопользования: Брагинский, Лоевский, Чечерский, Ветковский, Ельский, Светлогорский, Жлобинский. Отличаются пассивным природопользованием, следствием которого является зарастание лугов, естественных пастбищ, повторное заболачивание территории.

Тип 3 – районы с малым поголовьем скота всех видов, активным рекреационным природопользованием: Петриковский, Рогачевский, Кормянский, Буда-Кошелевский, Речицкий,

Мозырский, Гомельский. Занимают преимущественно северную и центральную часть области, имеют пригородное положение (Гомельский, Мозырский, Речицкий, Рогачевский), характеризуются пассивным использованием лугов, полей, пастбищ. Развитие агротуристических услуг способствует использованию водных объектов и лесов в рекреационных целях.

Тип 4 – район с большим поголовьем скота в личных подсобных хозяйствах сельских поселений, малым количеством свиней и слабым развитием рекреационной деятельности. К данному типу относится Октябрьский район. Основной характеристикой природопользования является использование естественных лугов и пастбищ, земельных ресурсов в качестве кормовой базы коров.

Тип 5 – районы с сельскохозяйственной специализацией, население которых разводит в подсобных хозяйствах коров и свиней, при этом рекреационная деятельность в них практически не развивается (Калинковичский и Лельчицкий). Отмечается частичное выкашивание лугов и выращивание кормовых культур на приусадебных землях, использование естественных пастбищ.

Тип 6 – район активного сельскохозяйственного природопользования всех видов и развития агротуристических услуг (Житковичский).

Для каждого из выделенных типов районов необходима целенаправленная политика оптимизации природопользования. В районах с привлекательными природными условиями целесообразно расширять агротуристические услуги. В пригородных районах экономическое выгодно было бы развивать в подсобных хозяйствах выращивание зелени, овощей и фруктов для реализации в торговой сети.

ВЫВОДЫ

1. В связи со значительной трансформацией системы расселения в сельских населенных пунктах происходит смена характера использования природных ресурсов. В Гомельской области отмечается сокращение сельскохозяйственного производства в личных подсобных хозяйствах, аграрные нагрузки смещаются в западные районы области. Актуальным является прямая государственная поддержка личных подворий. Действующая Государственная программа развития и поддержки личных подсобных хозяйств граждан не смогла обеспечить стимулирование этого вида деятельности в сельской местности региона.

2. Новым направлением природопользования в сельской местности является агротуризм. Максимальную рекреационную нагрузку получают районы, через которые протекают реки Припять, Днепр и Сож.

3. Выявление особенностей трансформации сельского расселения позволяет прогнозировать изменения пространственного распределения нагрузок на окружающую среду и деградацию луговой растительности пойменных ландшафтов.

Список литературы

1. Гарцуева Е. Я. Экспериментальная Схема землеустройства Браславского района: стратегия устойчивого землепользования / Е. Я. Гарцуева, Г. В. Дудко, И. С. Кононович [и др.] // Земля Беларуси. – 2009. – № 3. – С. 39–48.
2. Пилецкий И. В. Современные проблемы качества земель культурных ландшафтов сельских агломераций Белорусского Поозерья / И. В. Пилецкий // Земля Беларуси. – 2008. – № 3. – С. 46–48.
3. Пилецкий И. В. Теория, факторы и процессы, формирующие культурные ландшафты сельских агломераций (на примере Белорусского Поозерья) / И. В. Пилецкий. – Витебск: УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2004. – 240 с.
4. Флерко Т. Г. Особенности трансформации структуры сельского расселения Гомельской области / Т. Г. Флерко // Вест. Брест. ун-та. Серия природознаучных наук. – 2009. – № 2. – С. 170–179.
5. Заиканов В. Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территории / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова. – М.: Наука, 2008. – 80 с.
6. Геоэкологический анализ состояния природно-социально-производственных систем / А. А. Ямашкин [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2004. – 258 с.
7. Геоэкологическое картографирование / Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска; под ред. Б. И. Кочурова. – М. Академия, 2009. – 192 с.
8. Кузьменко Т. В. Личные подсобные хозяйства: возможности и перспективы / Т. В. Кузьменко // Социология. – 2010. – № 3. – С. 128–134.

9. Ключев Н. Н. Сельскохозяйственное природопользование в постсоветской России: общие параметры, региональная специфика, пути экологизации // Н. Н. Ключев // Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: Зарубежный опыт и проблемы России. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – С. 259–277.
10. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 августа 2013 г. № 758 «О дополнительных мерах по ликвидации и недопущению распространения африканской чумы свиней и других опасных заболеваний животных» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=C21300758&p1=1>.
11. Туризм и туристические ресурсы в Республике Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012. – 130 с.

Флерко Т. Г. Геоекологічна оцінка наслідків трансформації сільського розселення Гомельської області Республіки Білорусь // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 177–185.

У статті представлений аналіз зміни умов природокористування в сільських населених пунктах та на прилеглих до них землях в результаті трансформації системи сільського розселення. Виявлено взаємозв'язок між показниками розселення та природокористуванням. За результатами оцінки складена типологія адміністративних районів, яка може стати основою для розробки напрямків оптимізації використання природних ресурсів у сільській місцевості.

Ключові слова: система розселення, природокористування, сільські населені пункти.

Flerko T. G. Geo-ecological assessment of rural settlement transformation aftermath of the Gomel region of the Republic of Belarus // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 177–185.

In that article the analysis of ecosystem exploitation terms in rural settlements and surrounded areas is made, including impact of transformation of rural settlement system. The correlation between amount of settlements and ecosystem exploitation was detected. Under the results of analysis there was a typology of administrative districts made, which could be a basis for the development of optimal ecosystem exploitation in rural area.

Key words: system of settlements, ecosystem exploitation, rural communities.

Поступила в редакцію 30.01.2014 г.

УДК 577.13/594+597

МОЛЕКУЛЫ СРЕДНЕЙ МАССЫ КАК БИОМАРКЕРЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Гидулянов А. А.

Крымский агротехнологический университет, Симферополь, sgaa@mail.ru

Проведено сравнительное изучение тканеспецифических различий в уровне молекул средней массы в тканях печени и мышц представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescentis*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.). Полученные данные свидетельствуют о наличии различий в уровне молекул средней массы как в различных тканях, так и у разных представителей позвоночных и беспозвоночных животных.

Ключевые слова: молекулы средней массы, печень, мышцы, биомаркеры.

ВВЕДЕНИЕ

Использование биомаркеров в качестве индикаторов и предиктов токсического действия поллютантов как на водные организмы, так и на наземные занимает центральное место при оценке экологических последствий антропогенного загрязнения различных экосистем. Она необходима при выборе из множества откликов биомаркеров наиболее информативных и пригодных для целей биологического мониторинга. Оценка отклика биомаркеров на действие токсиканта позволяет пользоваться информацией, которая не может быть получена лишь при анализе уровня загрязняющего вещества в среде или в организме [1, 2, 3].

Реакции биомаркеров служат доказательством того, что биоиндикаторы подвержены влиянию токсиканта на уровне, который превышает способность организма к детоксикации и который индуцирует повреждение клеточных мишеней. Результаты ответных реакций биомаркеров являются важным аргументом при установлении связи между действием токсиканта и экологическими эффектами на уровне популяции или сообщества [1, 2, 3].

В связи с этим использование различных биохимических показателей в роли биомаркеров уровня загрязнения является перспективным направлением экотоксикологии, позволяющим получить адекватную информацию о состоянии среды по откликам биоты. Одним из ведущих патогенетических синдромов критических состояний является эндогенная интоксикация (ЭИ). Это сложный многокомпонентный процесс, обусловленный патологической биологической активностью каких-либо эндогенных продуктов или дисфункцией систем естественной детоксикации и биотрансформации. В настоящее время развитие ЭИ связывается с приоритетной ролью в оценке токсичности внутренней среды организма молекул средней массы (МСМ) [1, 2, 3, 4].

Целью настоящей работы является выявление неспецифических биохимических биомаркеров в тканях позвоночных и беспозвоночных организмов, которые могли бы отражать уровень антропогенной нагрузки как на водные, так и наземные экосистемы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужила печень и мышечная ткань представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescentis*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.). Представители класса брюхоногие моллюски были собраны в окрестностях пгт Аграрное, Крым, представители класса костные рыбы были пойманы в пресноводной части озера Донузлав. Объем исследуемого материала составлял – 500 мг гомогената мышечной ткани и 400 мг гомогената печени. Определение содержания молекул средней массы проводили по методу, предложенному Н. И. Габриэлян и В. И. Липатовой [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднемолекулярные олигопептиды (СМО), или молекулы средней массы, характеризуются высоким содержанием дикарбоновых кислот, лизина и глицина, но сравнительно низким содержанием ароматическим аминокислот. Они обладают сильными основными свойствами,

способностью к агрегации и образованию прочных комплексов. Молекулы средней массы, являясь продуктами распада белков, действуют как вторичные эндотоксины, вызывая расстройство различных физиологических процессов [6]. Эти свойства проявляются при концентрации молекул средней массы, превышающих физиологические нормы [5]. При изучении содержания молекул средней массы в гомогенате мышечной ткани и печени представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.) получены данные, представленные в таблице 1.

Результаты, полученные при исследовании содержания молекул средней массы, свидетельствуют о достоверном их преобладании в печени *Cyprinus carpio* по сравнению с *Helix albescens* на 35,8 %; по сравнению с *Eubania vermiculata* – на 45 %; по сравнению с *Carassius* sp. – на 15,2 %. При сравнении уровня молекул средней массы в мышечной ткани прослеживается достоверное преобладание показателей *Cyprinus carpio* относительно *Helix albescens* на 12 %, *Eubania vermiculata* – на 79,8 % и *Carassius* sp. – на 11 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что процессы образования молекул средней массы протекают у всех исследуемых групп животных, как у представителей позвоночных, так и беспозвоночных. Наиболее активно эти процессы в печени протекают у представителя позвоночных животных (*Cyprinus carpio*) и снижаются в ряду *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*. В мышечной ткани исследуемый процесс наиболее активен также у представителей позвоночных животных (*Carassius* sp. и *Cyprinus carpio*), и снижается в направлении *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.

Результаты исследований показателей среднемолекулярных олигопептидов свидетельствуют о достоверном их преобладании как в печени, так и в мышечной ткани у представителей класса костные рыбы и повышаются в направлении *Eubania vermiculata* → *Helix albescens* → *Carassius* sp. → *Cyprinus carpio*.

Таблица 1

Содержание молекул средней массы в гомогенате мышечной ткани печени представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.)

Объекты исследования	Исследуемая ткань	Длина волны, нм (M±m)		
		254 нм (ед. опт. пл)	272 нм (ед. опт. пл)	280 нм (ед. опт. пл)
<i>Helix albescens</i> (n=30)	мышцы	1,6±0,045	1,2±0,04	1,97±0,05
	печень	2,35±0,094	2,2±0,064	2,13±0,08
<i>Eubania vermiculata</i> (n=30)	мышцы	1,3±0,044*	0,9±0,036*	0,78±0,03*
	печень	2,2±0,057	2,1±0,063	1,97±0,07
<i>Cyprinus carpio</i> (n=30)	мышцы	1,95±0,058*,**	1,7±0,051*,**	1,7±0,053*,**
	печень	3,5±0,14*,**	3,1±0,12*,**	2,5±0,08*,**
<i>Carassius</i> sp. (n=30)	мышцы	1,87±0,056*,**	1,65±0,05*,**	1,3±0,04*,**,**
	печень	3,3±0,13*,**	2,5±0,075*,**,**	2,1±0,063***

Примечание к таблице. * – достоверность различий показателей *Eubania vermiculata*, *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Helix albescens* (p<0,05); ** – достоверность различий показателей *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Eubania vermiculata* (p<0,05); *** – достоверность различий показателей *Carassius* sp. относительно *Cyprinus carpio* (p<0,05).

Практически при любом неблагоприятном (стрессовом) воздействии на организм активируются процессы свободнорадикального окисления, что приводит к накоплению токсических веществ, которые относят к эндотоксинам. Повышение в тканях содержания продуктов перекисного окисления липидов, а также увеличение активности ферментов детоксикации активных форм кислорода являются неспецифическими тестами эндотоксикоза. Показано, что продукты распада липидов (альдегиды, диальдегиды, эпоксиды) оказывают повреждающее действие на различные структуры клетки, белки, нуклеиновые кислоты и другие структуры, следовательно, являются эндопатогенами. Перекисное повреждение белковых веществ приводит к их деградации и образованию токсических фрагментов, в том числе молекул средней

массы. Существенная особенность МСМ заключается в их отчетливо выраженной высокой биологической активности. Накопление МСМ не только является маркером эндоинтоксикации, в дальнейшем они усугубляют течение патологического процесса, приобретая роль вторичных токсинов, оказывая влияние на жизнедеятельность всех систем и органов [7, 8].

Ценность определения изменения содержания молекул средней массы еще и в том, что это недорогой и достаточно информативный метод, не требующий дорогостоящего оборудования, но при этом хорошо коррелирующий с уровнем неблагоприятного (стрессового воздействия) на организм. Таким образом, определение «нормального», базального уровня содержания молекул средней массы у животных различных групп, обитающих в различных средах, может стать хорошим информативным источником для определения степени антропогенного загрязнения различных экосистем.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что процессы образования молекул средней массы протекают в печени и мышечной ткани отдельных представителей класса брюхоногие моллюски и класса костные рыбы.

2. Исследуя уровень среднемолекулярных олигопептидов, было установлено, что их концентрация преобладает в тканях *Cyprinus carpio* и снижается в ряду *Cyprinus carpio* → *Carassius* sp. → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.

Список литературы

1. Капков В. И. Водоросли как биомаркеры загрязнения тяжелыми металлами морских прибрежных экосистем: автореферат дисс. на соискание уч. степени докт. биол. наук / В. И. Капков; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – М., 2003. – 25 с.
2. Колочкина Г. А. Биомаркеры воздействия загрязнений на двухстворчатых моллюсков северо-кавказского побережья черного моря: автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук / Г. А. Колочкина; Институт океанологии им. П. П. Ширшова Российской Академии Наук. – М., 2009. – 25 с.
3. Карапетян О. Ш. Микросомальные цитохромы печени бычков Азовского моря как биомаркеры степени загрязнения водной среды / О. Ш. Карапетян, С. И. Дудкин, В. В. Внуков // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7 – С. 182–183.
4. Копытова Т. В. Молекулы средней массы как субстрат эндогенной интоксикации при тяжелых дерматозах / Т. В. Копытова // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 9. – С. 7–10.
5. Габриэлян Н. И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей / Н. И. Габриэлян, В. И. Липатова // Лаб. дело. – 1984, № 3. – С. 138–140.
6. Волчегорский И. А. «Средние молекулы» и продукты перекисного окисления липидов как система неспецифических регуляторов гемодинамики у спортсменов-лыжников / И. А. Волчегорский, Д. А. Дятлов, Л. М. Куликов // Физиол. чел. – 1996. – Т. 22, № 6. – С. 106–110.
7. Герасимов А. М. Молекулы средней массы у больных наружным генитальным эндометритом / А. М. Герасимов, Л. В. Посисеева, М. А. Гришанкова // Клини. лаб. диаг. – 2003. – № 12. – С. 16–19.
8. Аксенова В. М. Диагностическая ценность определения уровня веществ средней молекулярной массы в плазме новорожденных детей, перенесших внутриутробную гипоксию / В. М. Аксенова, А. В. Старкова // Перм. мед. журнал. – 1998. – Т. 15 – № 1. – С. 25–28.

Гидулянов А. О. Молекули середньої маси як біомаркери оцінки антропогенного забруднення навколишнього середовища // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 186–188.

Проведено порівняльне вивчення тканеспецифічних відмінностей у рівні молекул середньої маси в тканинах печінки і м'язів представників класу червоногі моллюски (*Eubania vermiculata* і *Helix albescens*) і класу кісткові риби (*Cyprinus carpio* і *Carassius* sp.). Отримані дані свідчать про наявність відмінностей у рівні молекул середньої маси як в різних тканинах, так і у різних представників хребетних та безхребетних тварин.

Ключові слова: молекули середньої маси, печінка, м'язи, біомаркери.

Gidulyanov A. A. Middle weight molecules as the biomarkers of estimating anthropogenic environmental pollution // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 186–188.

The comparative study of tissue-specific differences in the level of molecules of the middle weight in the liver and muscles of the class gastropods (*Eubania vermiculata* and *Helix albescens*) class and bony fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius* sp.). The findings suggest the presence of differences in average weight molecules in different tissues and in different representatives of vertebrates and invertebrates.

Key words: molecules of the middle weight, liver, muscles, biomarkers.

Поступила в редакцію 10.02.2014 з.

УДК 581.524.1

ЗАСТОСУВАННЯ ПОПУЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЗАПАСІВ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У ГЕТЬМАНСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ

Гудаков О. О.

Сумський національний аграрний університет, Суми, alexey-gudakov@yandex.ru

На основі використання даних морфометричного аналізу та методів популяційного аналізу запропонована методика оцінки запасів лікарських рослин. На прикладі *Convallaria majalis* проведена апробація запропонованої методики у соснових лісах Гетьманського НПП. Розкрито науковий базис запропонованої методики, обґрунтовані доцільність її використання, у порівнянні з загальноприйнятою методикою оцінки запасів лікарських рослин.

Ключові слова: віталітет, *Convallaria majalis*, методика розрахунку, запаси лікарських рослин, популяційний аналіз, Гетьманський національний природний парк.

ВСТУП

Рациональне природокористування є одним з тактичних напрямків загальної стратегії збереження біорізноманіття, розбудови екомереж та відновлення типових і унікальних природних комплексів в переважній більшості країн світу [5, 8]. Ефективність функціонування природоохоронної території обумовлена, між іншим, набором методик, що застосовуються для виконання природоохоронних функцій. Існуючі методики не завжди в повній мірі відповідають сучасній концепції охорони природи та вимогам часу. Нагальною потребою є розробка методик раціонального природокористування, що направлені на збереження біогеоценозу. Однією з таких методик є розрахунок можливої заготівлі лікарських рослин.

На даний час, використовується загальноприйнята методика, за якою можлива річна заготівля визначається шляхом ділення загального експлуатаційного запасу на час відновлення субпопуляції, збільшений на одиницю (один рік). Так, якщо експлуатаційний запас *Convallaria majalis* L. в масиві становить 200 кг, а відновлюється він в даних умовах за 4 роки, то в межах цього масиву щорічна можлива заготівля не повинна перевищувати $200 / (4 + 1) = 40$ кг. При визначенні місць заготівлі виходять з того, щоб кожна субпопуляція в масиві експлуатувалася не частіше одного разу на 5 років.

Недоліком такої методики є необхідність контролю за територіями, на яких проводився відбір сировини, що призводить до збільшення фінансових витрат на утримання природоохоронного об'єкту. Крім того дана методика не враховує стан субпопуляції до та після проведення заготівлі лікарської сировини та, у своїй суті, не спрямована на забезпечення сталого існування біогеоценозу.

Метою даної публікації було – на основі використання методів популяційного аналізу запропонувати альтернативну, науково обґрунтовану методику оцінки запасів лікарських рослин.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Дослідження проводились у польовий сезон 2013 року, на території Гетьманського НПП [6, 7]. Об'єктом досліджень було обрано *Convallaria majalis* L., оскільки популяції цієї рослини зазнають значного антропогенного впливу та широко розповсюджені у соснових лісах Гетьманського НПП.

Для оцінки методики у досліджуваних субпопуляціях *C. majalis* рандомізовано закладались ділянки площею 0, 25 м² для визначення популяційної щільності [4]. З цих ділянок був проведений відбір 211 раметів *C. majalis* для подальшого проведення морфометричного аналізу.

Дослідженням були охоплені два найбільш поширених, в Гетьманському НПП, угруповання, у яких *C. majalis* виступає домінантом трав'яно-чагарничкового ярусу – *Pinetum convallariosum* та *Querceto – Pinetum convallariosum*.

Для оцінки віталітетної структури *C. majalis* нами була застосована класична методика віталітетного аналізу [3]. Розрахунки здійснювались за допомогою спеціалізованого, некомерційного програмного забезпечення VITAL (віталітетна структура), що розроблений Ю. А. Злобіним [2]. При цьому в складі популяцій визначалась частка рослин різних класів віталітету: високого (клас «а»), проміжного (клас «b») і низького (клас «с»). Також оцінена величина індексу якості ($Q = \frac{1}{2} (a + b)$) і належність популяцій до одного з трьох якісних типів: депресивного (Q від 0 до 0,166), рівноважного (Q від 0,167 до 0,332), процвітаючого (Q від 0,333 до 0,5) [2].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Запропонована нами методика базується на принципах віталітетного аналізу [2, 3], та на аналізі популяційної щільності [1]. Спираючись на власні дослідження нами було показано, що значення коефіцієнту кореляції для значень індексу якості (Q) та популяційної щільності становлять +0,92 (при $p < 0,05$). Результат дисперсійного аналізу показав, що данні достовірно відрізняються між собою, а довірчі інтервали не перекрещуються.

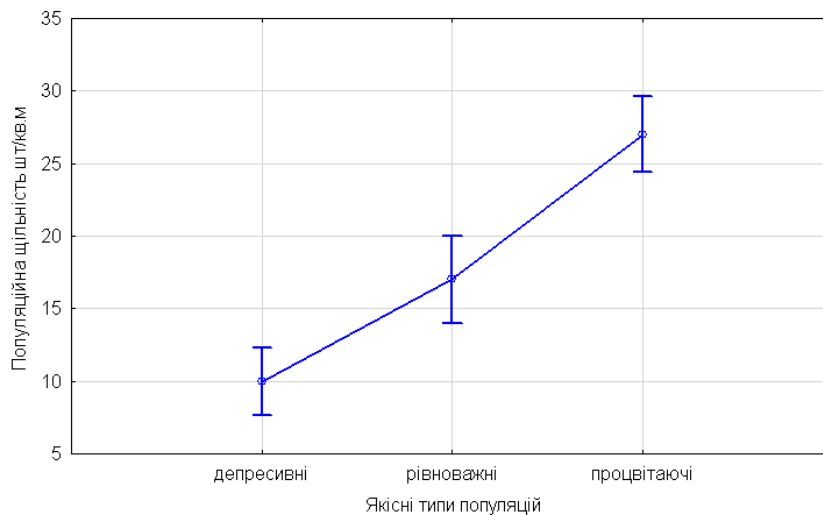


Рис. 1. Результати дисперсійного аналізу залежності між індексом якості популяції (Q) та популяційною щільністю

Приймаючи до уваги зазначену закономірність, було побудовано графік залежності індексу якості (Q) від популяційної щільності, а залежність виражено математично за допомогою лінійної регресії.

На першому етапі проводиться віталітетний аналіз за класичною методикою [2, 3] та аналіз популяційної щільності раметів на досліджуваних ділянках [4]. Результати віталітетного аналізу співвідносяться з результатами аналізу популяційної щільності, та визначаються середні значення популяційної щільності для трьох якісних типів популяції: депресивного (Q від 0 до 0,166), рівноважного (Q від 0,167 до 0,332), процвітаючого (Q від 0,333 до 0,5).

На другому етапі на ділянці, де проводиться заготівля, визначають популяційну щільність, та порівнюють її з середнім значенням популяційної щільності для рівноважної популяції ($\bar{D}_{рівн}$). Якщо значення більше за $\bar{D}_{рівн}$, то збір дозволений, до рівня середнього значення популяційної щільності рівноважної популяції $\bar{D}_{рівн}$. При оцінці можливості заготівлі лікарської сировини ми виходимо з того, що експлуатуватись можуть тільки субпопуляції де середня популяційна щільність відповідає процвітаючій популяції $\bar{D}_{процв}$, а після проведення заготівлі утворюється субпопуляція з популяційною щільністю, що відповідає рівноважній субпопуляції $\bar{D}_{рівн}$. Таким чином, реалізується принцип збереження фітоценозу при заготівлі лікарської сировини.

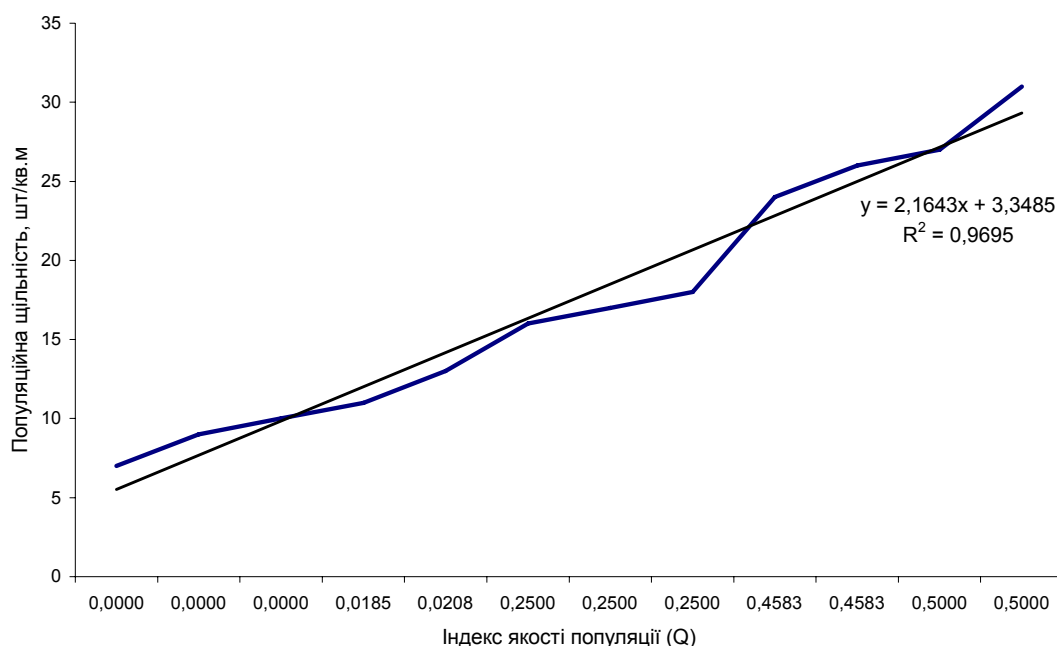


Рис. 2. Залежність між індексом якості популяції (Q) та популяційною щільністю

Ця залежність виражається лінійним рівнянням $y = mx + b$, де m – тангенс кута нахилу лінійної регресії до вісі абсцис, b – точка перехрестя лінійної регресії з віссю ординат. Чисельно ці значення дорівнюють: m – 2,1643 та b – 3,3485 відповідно. При величині достовірності апроксимації $R^2 = 0,9695$.

Таблиця 1

Значення середньої популяційної щільності для трьох якісних типів популяції
у досліджуваних угрупованнях Гетьманського НПП

Угруповання	Значення популяційної щільності для трьох якісних типів популяції. (шт/м ²)		
	депресивна (Q від 0 до 0,166)	рівноважна (Q від 0,167 до 0,332),	процвітаюча (Q від 0,333 до 0,5).
<i>Pinetum convallariosum</i>	9	14	24
<i>Querceto – Pinetum convallariosum</i>	11	19	29
Середні для всіх вибірок	10	16,5	26,5

Оцінка запасів у кілограмах на одиницю площі здійснюється наступним чином:

$$M = (\bar{D}_{\text{процв}} - \bar{D}_{\text{рівн}})WS,$$

де M – продуктивність, кг/1000 м², W – середня фіто маса, кг, S – площа ділянки, яку займає субпопуляція м², $\bar{D}_{\text{процв}}$ – середня популяційна щільність для процвітаючої субпопуляції, шт/м², $\bar{D}_{\text{рівн}}$ – середня популяційна щільність для рівноважної субпопуляції, шт/м².

Відмінність у розрахунку маси можливої заготівлі між загальноприйнятою та запропонованою нами методикою полягає у використанні в рівнянні різниці між середньою популяційною щільністю процвітаючої та рівноважної субпопуляцій. На відміну від загальноприйнятої, де множителем виступає середня популяційна щільність всієї вибірки.

Оцінка запасів у кілограмах на одиницю площі в загальноприйнятій методиці:

$$M = DWS,$$

де – продуктивність, кг/1000 м², $\bar{W}$ – середня фіто маса, кг, S – площа ділянки, яку займає субпопуляція, м², D – популяційна щільність (загальна для всієї вибірки), шт/м².

Зазначений підхід дозволяє диференціювати субпопуляції, що здатні до відновлення від тих, на яких збір сировини повинен бути обмежений.

При незалежній обробці вихідних даних за загальноприйнятою методикою та запропонованою нами, отримуємо близькі дані продуктивності: 50,40 кг/1000 м² та 56,70 кг/1000 м² відповідно.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Запропонована нами методика оцінки запасів лікарських рослин може бути використана для видів, що утворюють велику кількість раметів. На сьогодні вона пройшла апробацію на прикладі *C. majalis* у соснових лісах Гетьманського НПП. Така методика дозволяє оперативно проводити оцінку можливості заготівлі на конкретній території без застосування спеціального обладнання. Заготівлі не обмежуються часом відновлення популяції, а опираються на наявний стан субпопуляції. Після заготівлі залишаються субпопуляції у стані рівноважних, що дозволяє зберігати біоценоз у сталому стані.

Список літератури

1. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л. А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
2. Злобин Ю. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения : монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, А. А. Клименко. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.
3. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю. А. Злобин – Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. – 145 с.
4. Лавренко Е. М. Полевая геоботаника. Т. 3 / Е. М. Лавренко, А. А. Корчагин, В. М. Понятовская. – М.–Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1964. – 530 с.
5. Розбудова екомережі України / [ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко]. – К., 1999. – 127 с.
6. Панченко С. М. Стан вивченості фіторізноманіття Гетьманського національного природного парку / С. М. Панченко, К. К. Карпенко, А. П. Вакал [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.sau.sumy.ua/images/news/2012/032012/zlobin/3.3.panchenko.doc>.
7. Скляр В. Г. Характеристика природних комплексів Гетьманського національного природного парку / В. Г. Скляр, Ю. Л. Скляр, О. О. Гудаков, О. М. Тихонова // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 13–17.
8. Створення екологічних коридорів в Україні / [ред. Ф. Д. Деодатус, Л. Проценко]. – К.: Державна служба заповідної справи Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, 2010. – 160 с.

Гудаков А. А. Применение популяционного анализа для оценки запасов лекарственных растений в Гетманском национальном природном парке // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 189–192.

На основе использования данных морфометрического анализа и методов популяционного анализа предложена методика оценки запасов лекарственных растений. На примере *Convallaria majalis* проведена апробация предложенной методики в сосновых лесах Гетманского НПП. Раскрыт научный базис предложенной методики, обоснована целесообразность ее использования, в сравнении с общепринятой методикой оценки запасов лекарственных растений.

Ключевые слова: виталитет, *Convallaria majalis*, методика определения запасов лекарственных растений, популяционный анализ, Гетманский национальный парк.

Gudakov O. O. The use of population analysis for estimation stocks of medical plants of the Hetman's National Nature Park // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 189–192.

The method of estimation stocks of medical plants based on morphometric analysis data and methods of population analysis is proposed in this work. An approbation of the proposed method in the pine forests of the Hetman's National Park is given for *Convallaria majalis* as an example of plant species. Research reveals the scientific basis of the proposed method and the expediency of its application compared with accepted method of estimation stocks of medical plants.

Key words: vitality, *Convallaria majalis*, method of determining the inventory of medicinal plants, population density, population analysis, Hetman's national park.

Поступила в редакцию 01.02.2014 г.

УДК 631.417.1

ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ КАК ИНДИКАТОР ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Гамкало З. Г.¹, Бедерничек Т. Ю.²

¹Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Львов, zenon.hamkalo@gmail.com

²Национальный ботанический сад имени Н. Н. Гришко НАН Украины, Киев, bedernichek@gmail.com

Исследованы особенности содержания химически лабильных органических соединений углерода (ХЛОСУ) в почвах лесных и послелесных экосистем (сенокоса). Содержание ХЛОСУ в слое почвы 0–50 см старовозрастного леса (влажной грабовой дубравы) составляет $9,73 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$, что на 34,4 % больше, чем в почве под древостоем после сплошной вырубki граба и на 10,7 % меньше, чем в почве сенокоса, граничащим с экотонном исследуемого леса. В слое почвы 0–50 см старовозрастного ненарушенного древостоя часть ХЛОСУ в валовом содержании углерода органических соединений составляет 6,95 %, после вырубki – 4,87 %, а сенокоса – 16,99 %.

Ключевые слова: обезлесение, сенокос, органическое вещество почвы, перманганат калия, химически лабильный органический углерод.

ВВЕДЕНИЕ

Лабильный пул органического вещества почвы (ЛПОВП) считают высокочувствительным индикатором экологического качества почвы при оценке эффективности использования природных ресурсов педосферы [2, 6, 10, 16], в частности, для контроля изменений направления и интенсивности потоков углерода в биосфере. Определение количественных параметров, характеризующих ЛПОВП необходимо также для моделирования вышеуказанных процессов [8, 14] и для принятия управленческих решений, особенно связанных с прогрессирующими глобальными экологическими кризисами (деградацией плодородных земель, изменениями климата).

На основании современных теоретико-методологических представлений о строении органического вещества почвы (ОрВП) и хорошо развитой в мире экспериментальной базы по его исследованию, стало возможным выявление различных пулов органического вещества почвы, отличающихся стойкостью к биологическим, химическим или физическим воздействиям. В связи с этим, установлены эволюционно сложившиеся химические, физические и физико-химические стабилизационные механизмы, защищающие ОрВП от интенсивной биодеструкции, что позволило не только длительно сохранить органический «скелет» или «матрицу» почвы как биокосного тела, так и совершенствовать ее структуру и соответственно функцию.

Разрушая экспериментально (*in vitro*) определенные почвенные протекторы, путем применения физического, химического или комплексного фракционирования ОрВП, которое может существенно отличаться методически, однако обязано удовлетворять главному требованию – обеспечению выделения гомогенного, функционально единого структурного пула органического вещества почвы, становится возможным дифференцирование различных органических субстанций, отличающихся степенью связывания их почвенными макро- и микроструктурами, химическими соединениями, биотой на соответствующие пулы и фракции.

В данной публикации особое внимание обращено на лабильный пул ОрВП, являющийся главным субстратом процесса минерализации и, как мы считаем, выполняет роль *энергопластического буфера* (авт.), который защищает консервативные, структуроопределяющие гумусовые вещества от микробной деструкции в процессе вегетации (или других случаях), когда меняются метаболические потребности гетеротрофной биоты в энергии и метаболитах пластического обмена – процессе анаболизма [2].

Лабильный пул органического вещества почвы, в свою очередь, состоит из более мелких групп органических веществ, которые существенно различаются структурно и функционально. Грегориш [9] считает, что важнейшими компонентами лабильного органического вещества почвы является микробная биомасса, легкие фракции углерода и пулы углерода, способные к быстрой

минерализации. В частности, Ровиро и Валеджо [17] утверждают, что целесообразно выделять «лабильный пул I» и «лабильный пул II», которые определяют путем гидролиза ОрВП почвы растворами 5н H₂SO₄ при 105 °С в течение 30 мин и 26н H₂SO₄ при комнатной температуре в течение 12 часов, а затем раствором 2н H₂SO₄ при 105 °С в течение 3 часов.

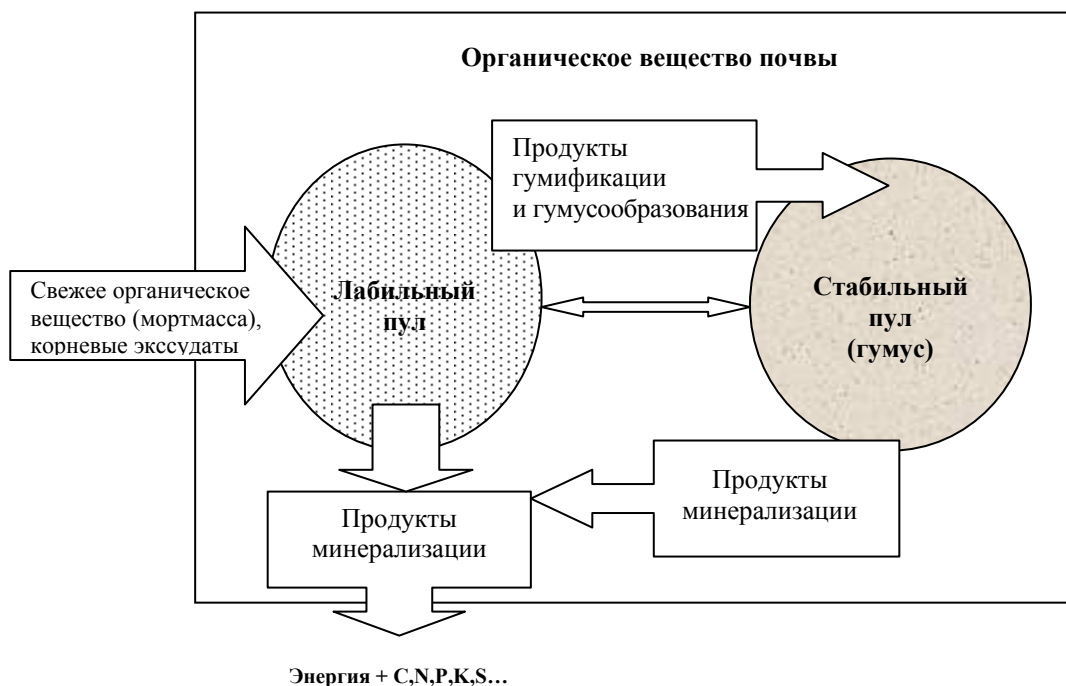


Рис.1. Схема энергетического буфера (гумуспротекторного механизма) почвы с участием лабильного пула органического вещества (по З. Г. Гамкало [2])

Использование сегодня различных методических подходов к оценке качества ОрВП существенно затрудняет анализ и интерпретацию полученных экспериментальных данных. Поэтому, отдельные функциональные группы ХЛОСУ принято называть соответственно методу их фракционирования, а для более объективной оценки лабильного органического вещества применять принципиально разные методические подходы. Подавляющее большинство таких методов основано на химическом фракционировании ОрВП с целью выделения его структурных составляющих. При этом применяют следующие группы методов: экстракцию в водных и неводных растворах, водный, кислотный и щелочной гидролиз, окисление ОрВП, деструкцию минеральной составляющей и другие [13].

Одним из перспективных методов химической экстракции, что позволяет выделить функционально активный или стресс-чувствительный пул ОрВП является использование перманганата калия KMnO₄ как окислителя органического вещества почвы. Он имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими распространенными окислителями (концентрированная серная кислота, хлораты и перхлораты, шестивалентный хром и т. д.). Это, прежде всего, низкая токсичность для людей, особенно исследователей, и «дружественность к окружающей среде». При его использовании крайне низкая вероятность отравления, а отработанные растворы не приводят к существенному загрязнению гидросферы, что наряду с высокой эффективностью окисления, позволяет использование этого химического агента для проведения массовых анализов.

Следует отметить, что окислительная способность KMnO₄ существенно зависит от pH среды. Так, в кислой среде, анион MnO₄⁻ восстанавливается до Mn²⁺ по схеме: Mn⁷⁺ + 5e⁻ → Mn²⁺, а в нейтральной и слабощелочной – до MnO₂: Mn⁷⁺ + 3e⁻ → Mn⁴⁺. В сильнощелочной среде перманганат-ион присоединяет только один электрон с образованием MnO₄²⁻ по схеме: Mn⁷⁺ + e⁻ → Mn⁶⁺. Таким образом, в зависимости от pH раствора, KMnO₄

окисляет различные вещества, восстанавливаясь до соединений марганца разной степени окисления.

С целью оценки лабильной части ОрВП применяют нейтральный или слабощелочной раствор перманганата калия, как окислитель средней силы. Считают, что при таких условиях, KMnO_4 способен окислять простые карбогидраты, аминокислоты, амины, аминсахара и другие углеродсодержащие вещества, имеющие в своем составе гидроксильные или карбонильные группы, алифатические компоненты [12, 18]. Такой методический подход позволяет выделить химически лабильную часть ОрВП, что достаточно широко используют в современных естественных науках (почвоведении, экологии).

Кроме pH среды, который определяет степень окисления марганца и его реакционную способность, большое значение имеет концентрация перманганата калия в растворе. Традиционно, для определения лабильного пула ОрВП используют 0,333 М раствор KMnO_4 [7]. В частности, на использовании окислителя такой молярности базируется расчет индекса менеджмента углерода, который широко применяют для оценки качества ОрВП агроэкосистем [6]. Однако, выяснено, что при такой высокой концентрации, перманганат калия реагирует не только с лабильным пулом органических веществ, а окисляет от 14 до 27 % $\text{C}_{\text{орг}}$ (в пахотном слое почвы). Таким образом, раствор перманганата калия высокой концентрации, кроме упомянутых выше органических компонентов, частично окисляет и отдельные составляющие стабильного пула ОрВП, например гуминовые кислоты и лигнин [19].

Уменьшение концентрации окислителя в 10 раз позволило частично решить названную проблему. Лефрой с соавторами [11] сообщили об успешном использовании 0,033 М раствора KMnO_4 для оценки содержания в почве химически лабильного органического вещества. Полученные авторами результаты показали, что количество $\text{C}_{\text{орг}}$, окисленного таким образом, существенно отличалось в однотипных почвах США, подлежащих различной агрогенной нагрузке. Этот факт позволил оценить предложенный авторами вариант перманганатного окисления, как информативный метод получения актуальной информации о количественных и качественных характеристиках ХЛОСУ.

Тщательно проанализировав весь предыдущий опыт использования перманганата калия для оценки лабильного пула органического вещества почвы, Вейл с соавторами [20] предложили усовершенствованный метод определения химически активного углерода с использованием 0,02М KMnO_4 в 0,1М CaCl_2 . Учитывая высокую эффективность этого метода и хорошую воспроизводимость результатов нами использован этот методический подход с целью оценки трансформации пула лабильного органического вещества в разных условиях землепользования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Территория исследования. Территория исследования находится в верховье бассейна р. Днестр, в пределах урочища «Корналовичи» (49°31'56" с. ш. , 23°19'48" в. д). Климат мягкий умеренно-континентальный с четко выраженными временами года, сформированный в условиях трансграничного воздушного переноса и барьерного эффекта Карпат. Приход солнечной радиации колеблется в пределах 6436–6708 МДж·м⁻²·год, но, вследствие значительной облачности (особенно весной-первой половине лета) реальная величина составляет лишь около 60 %. В пределах территории исследования, величина радиационного баланса составляет около 2000°МДж·м⁻²·год, а отрицательные значения характерны только для декабря и января. Среднегодовое количество осадков составляет около 700 мм, среднегодовая температура 7,8°С, сумма активных температур 2400–2600°С.

Почвы территории исследования сформированы преимущественно на аллювиальных верхнеплейстоценовых и голоценовых отложениях. Они отличаются степенью развития подзолистого процесса почвообразования и представлены двумя генетическими типами – дерново-подзолистыми оглееными, а также серыми и светло-серыми почвами. Оба генетических типа почв отличаются определенными особенностями, связанными с промывным водным режимом, высоким уровнем грунтовых вод, подпертых р. Днестр и частыми паводками, иногда имеющими катастрофический характер [3].

В пределах равнинной части бассейна Верхнего Днестра преобладают дубовые (*Querceta*) и дубово-грабовые (*Querceto-Carpineta*) леса. В этом контексте особый интерес вызывает урочище «Корналовичи», в котором до сегодняшнего дня сохранились старовозрастные дубовые и дубово-грабовые древостои возрастом 210–240 лет и отдельные деревья предыдущих поколений старше 300 лет [5]. Согласно геоботаническому районированию, леса этого урочища принадлежат к району Дрогобычско-Стрыйских дубовых лесов. Их средняя производительность составляет 420 м³/га и достигает 570 м³/га, что является высоким показателем для влажной грабовой дубравы в условиях Украины.

Опытные участки расположены в пределах стационара Национального лесотехнического университета Украины (г. Львов), расположенного во 2-ом квартале урочища «Корналовичи». Почвенные разрезы были заложены в пределах секции стационара К – контроль (без антропогенного вмешательства), секции № 1 – со сплошной вырубкой второго яруса, сформированного с участием граба обычного, а также на участке сенокоса, расположенного рядом со стационаром.

Отбор и подготовка образцов. Образцы почвы отбирали вначале октября, когда динамическая система органического вещества почвы находится в квазиравновесии. Отбор проводили до глубины 50 см через каждые 5 см. Часть образцов отбирали из почвенного разреза, а остальные – в радиусе 5 м от разреза, с помощью специального почвенного бура, в десятикратной повторности. Подготовку почвенных образцов выполняли в соответствии с ISO 11464. Для аналитических исследований отбирали образец воздушно-сухой почвы, диспергировали (путем растирания) так, чтобы измельченная масса проходила через сито с отверстиями 250 мкм. Определение общего содержания углерода органических соединений проводили методом сульфохромного окисления в соответствии с ДСТУ ISO 14235:2005. С целью оптимизации процесса окисления органического вещества почвы применено инкубирование образцов с учетом рекомендаций Мингоранс с соавторами [15], заключающихся в использовании пенопластового блока для термостатирования.

Определение содержания ХЛОСУ. В качестве окислителя использовали перманганат калия в соответствии с рекомендациями Вейла с соавторами [20]. Готовили 0,02 М раствор KMnO_4 в 0,1 М CaCl_2 . pH раствора доводили до величины 7,2. Для этого применяли растворы 0,05 н HCl и 0,05 н KOH , добавляя к раствору перманганата калия соответствующий реактив порциями по 0,1 мл.

Ход определения. Навеску почвы 5 г помещали в пробирку на 50 мл и приливали 20 мл 0,02 М KMnO_4 в 0,1 М CaCl_2 , закрывали пробкой и перемешивали встряхивателем при 180 оборотах в минуту в течение 2 минут, открывали пробку и оставляли отстаиваться в течение 10 мин. Присутствие в растворе катионов кальция, способных связывать почвенные коллоиды, позволяет существенно упростить определение ХЛОСУ, избежав дополнительной процедуры центрифугирования и фильтрования. Аликвоту 1 мл супернатанта (надосадочной жидкости) переносили в мерную колбу объемом 50 мл и доводили до метки дистиллированной водой. Оптическую плотность определяли на однолучевом спектрофотометре СФ-46 при длине волны 550 нм. Содержание ХЛОСУ определяли по убыванию интенсивности окраски раствора [19]:

$$\text{ХЛОК (мг} \times \text{г}^{-1}) = 1000 (\text{мл} \times \text{л}^{-1}) \times \text{масса образца (г)},$$

$$\text{ХЛОСУ (мг} \times \text{г}^{-1}) = \frac{(\text{См(Х)} - \text{См(О)}) \times (50/1) \times 20 \times 9}{1000 (\text{мл} \cdot \text{л}^{-1}) \times \text{масса образца (г)}},$$

где См (Х) и См (О) – концентрации в моль KMnO_4 в холостой пробе и исследуемом образце соответственно, (50 /1) – фактор разведения (мл·мл⁻¹), 20 – объем (мл) 0, 02 М раствора KMnO_4 , 9 – количество С (г·моль⁻¹ или мг·ммоль⁻¹), которое окисляется одним молем KMnO_4 (в нейтральной среде).

Для статистической обработки результатов исследований и построения графиков использованы программы Microsoft Excel 2007 и Stat Soft Statistica 6.1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из рисунка 2, в почве контрольного ненарушенного древостоя наибольшее количество органического углерода ($C_{\text{орг}}$) аккумулировано в поверхностном слое 0–5 см. С глубиной наблюдается резкое уменьшение содержания органического вещества: в слое почвы 5–10 см этот показатель составляет лишь 44,7 % от содержания в выше расположенном слое 0–5 см.

До глубины 15–20 см, где содержание $C_{\text{орг}}$ составляет 12,86 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$, видно регрессивно-аккумулятивный характер распределения содержания органического вещества по профилю почвы. В слое 40–45 см наблюдается незначительное увеличение содержания $C_{\text{орг}}$ до 4,18 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ и дальнейшее уменьшение до 2,53 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ в горизонте 45–50 см.

Содержание ХЛОСУ уменьшается по профилю почвы подобно $C_{\text{орг}}$. Наибольшее его количество – 2,89 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ обнаружено в верхнем 0–5 см слое почвы. В расположенных ниже слоях почвы происходит резкое уменьшение содержания ХЛОСУ до 0,89 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ (15–20 см) и 0,45 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ в слое 30–35 см, достигая минимума в слое 45–50 см (0,17 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$).

Полученные нами данные хорошо согласуются с результатами исследований других авторов. Так, М. К. Богатова и Д. И. Щеглов [1] пришли к выводу, что верхняя часть гумусового профиля, даже в пределах небольшой по мощности толщи (20 см), характеризуется существенным уменьшением количества органического вещества с глубиной (почти в 1,5 раза). Максимальное количество лабильного органического вещества находится в верхнем 10-ти сантиметровом слое почвы, а в ниже расположенном (10–20 см) – его абсолютное количество уменьшается в два раза.

Полное устранение субэдикатора граба обыкновенного (*Carpinus betulus*), вследствие лесохозяйственных мероприятий, привело к существенным изменениям содержания $C_{\text{орг}}$ почвы до глубины 50 см (рис. 3), в частности, его уменьшение в 2,1 раза в 0–5 см поверхностном слое, по сравнению с контролем.

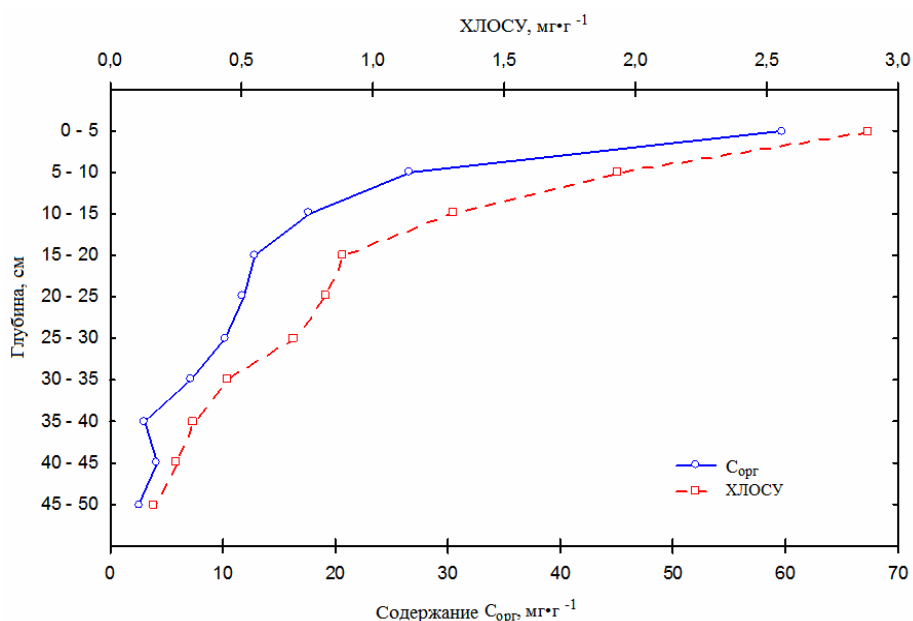


Рис. 2. Профильные изменения содержания $C_{\text{орг}}$ и химически лабильных органических соединений углерода (ХЛОСУ) в лесной почве

Как видно из данных рисунка 3, содержание $C_{\text{орг}}$ также является максимальным в верхнем 0–5 см слое почвы, где оно достигает 28,13 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$, резко уменьшаясь до 7,80 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$ на глубине 15–20 см. Минимум содержания $C_{\text{орг}}$ (0,77 $\text{мг}\cdot\text{г}^{-1}$) обнаружено на глубине 35–40 см.

Как в контрольном, так и в данном опытном варианте, обращает внимание синхронность колебаний содержаний $C_{орг}$ и ХЛОСУ. Наибольшее содержание лабильного углерода обнаружено в верхнем 0–5 см слое – $1,98 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$, что в 1,46 раз меньше, по сравнению с контрольным вариантом. Ниже по профилю, содержание ХЛОСУ уменьшается до $0,58 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ в слое 15–20 см и $0,15 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ – 35–40 см. В слое 40–45 см прослеживается некоторое увеличение его содержания до $0,19 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$, а на глубине 45–50 – снова резкое уменьшение до $0,034 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$. Вероятно, важной причиной профильных изменений содержания ХЛОСУ является различная биогенность почвы, определяемая микробиотой и активностью корневой системы.

Подобно кривой количественного распределения $C_{орг}$ в профиле почвы, изменяется содержание ХЛОСУ. Полученные нами результаты исследований согласуются с выводами В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой [4] о тесной связи между содержанием лабильных форм гумуса и его валовых форм. Эта закономерность подтверждена в большинстве подобных исследований.

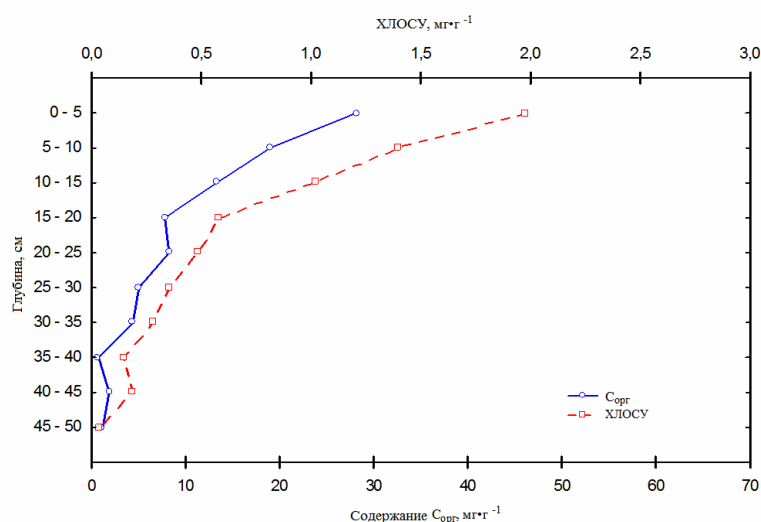


Рис. 3. Профильные изменения содержания $C_{орг}$ и ХЛОСУ в лесной почве после сплошной вырубki граба

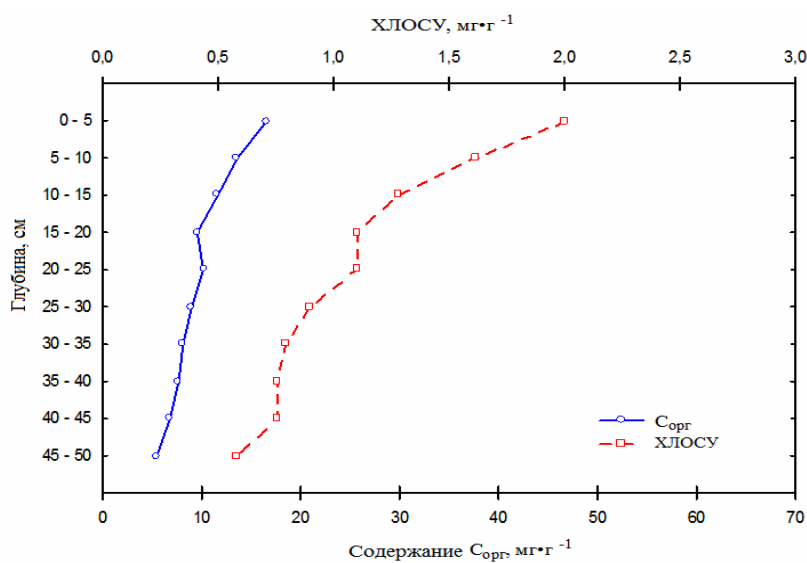


Рис. 4. Профильные изменения содержания $C_{орг}$ и ХЛОСУ в почве сенокоса

Обращает внимание, что архитектура органофила дерново-подзолистого поверхностно-оглеенной почвы, которая более 20 лет используется в сельскохозяйственном производстве как сенокос, претерпела определенные изменения, по сравнению с почвами лесных экосистем. Традиционно, максимальное содержание $C_{\text{орг}}$ ($16,59 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$) обнаружено в верхнем 0–5 см слое почвы (рис. 4); с глубиной его содержание постепенно уменьшается до $9,56 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ (15–20 см), достигая минимума на глубине 45–50 см ($5,49 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$).

Содержание ХЛОСУ изменяется по профилю подобно содержанию $C_{\text{орг}}$: максимум – в слое 0–5 см ($2,00 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$); ниже – постепенное уменьшение содержания до глубины 15–20 см ($1,10 \text{ мг} \times \text{г}^{-1}$). В слое почвы 20–45 см обнаружен регрессивно – аккумулятивный характер накопления ХЛОСУ, а минимум зафиксирован в слое 45–50 см ($0,58 \text{ мг} \times \text{г}^{-1}$).

ВЫВОДЫ

1. Наиболее существенные изменения ХЛОСУ, вследствие антропогенного влияния, происходят в зоне высокой ризосферной активности почвы (0–20 см). Наибольшее содержание ХЛОСУ обнаружено в эдафотопе старовозрастного ненарушенного древостоя; проведение лесохозяйственных мероприятий (сплошная вырубка субэдификатора граба) привело к существенному уменьшению содержания лабильного пула (на 31 % в слое почвы 0–5 см и на 28 % в слое 5–10 см).

2. В почве сенокоса содержание ХЛОСУ существенно больше, чем в старовозрастном древостое: в слое почвы 15–20 см – 1,24, 30–35 см – 1,78 и 45–50 см – 3,52 раза.

3. В почве экосистем различной степени гемеробии существует очень сильная корреляционная связь ($r > 0,97$, $p < 0,05$) между валовым содержанием углерода органических соединений ($C_{\text{орг}}$) и содержанием химически лабильного органического углерода, что свидетельствует о наличии хорошо регулируемой динамической системы органического вещества почвы.

4. Синхронные количественные изменения ХЛОСУ и $C_{\text{орг}}$ возможны вследствие регулярного поступления в почвенную среду свежего органического вещества (мортмасса, корневые экссудаты и др.), которое пополняет лабильный пул ОрВП, способствует образованию макроагрегатов (механизм физической стабилизации), улучшению структуры и экологического комфорта почвы.

5. Поддержание в почве высокого уровня ХЛОСУ, благодаря различным химическим, физическим и другим протекторам, обеспечивает большее количество органического материала, участвующего в процессах гумификации и последующем гумусообразовании и гумусонакоплении. Следует также учесть, что только абсолютное содержание ХЛОСУ в почве, а не относительное (в процентах) является объективным индикатором его экологического качества в разных условиях землепользования.

Список литературы

1. Богатова М. К. Органическое вещество в профиле темно-серых лесных почв под различными типами фитоценозов Тульской области / М. К. Богатова, Д. И. Щеглов. – Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2005. – № 2. – С. 121–125.
2. Гамкало З. Г. Активна фаза органічної частини ґрунту як його енергопластичний буфер: теоретичний підхід і проблема оцінки / З. Г. Гамкало. – Науковий вісник УДЛУ. – 2003. – Вип. 13.4. – С. 270–275.
3. Кіт М. Г. Стан і трансформація ґрунтового покриву / Дослідження басейнової екосистеми Верхнього Дністра / М. Г. Кіт, С. П. Позняк, І. М. Шпаківська. – Львів, 2000. – С. 51–66.
4. Пономарева В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 220 с.
5. Стойко С. М. Эталонные природы / С. М. Стойко. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском ун-те, 1980. – 120 с.
6. Blair G. J. The development of the KMnO_4 oxidation technique to determine labile carbon in soil and its use in a carbon management index / Assessment Methods for Soil Carbon. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. – 2001. – P. 323–337.
7. Blair G. J. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation and the development of a carbon management index for agricultural systems / G. J. Blair, R. D. B. Lefroy, L. Lise // Australian J. Agric. Res. – 1995. – Vol. 46. – P. 1459–1466.
8. Cambardella C. A. Experimental verification of simulated soil organic matter pools / C. A. Cambardella // Soil Process. Carbon Cycle. – 1998. – P. 519–526.
9. Gregorich E. G. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils / E. G. Gregorich, M. R. Carter, D. A. Angers, C. M. Monreal, B. H. Ellert // Canadian Journal of Soil Science. – 1994. – Vol. 74. – P. 367–385.

10. Haynes R. J. Labile organic matter fractions and aggregate stability under short-term, grass-based leys / R. J. Haynes // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1999. – Vol. 31. – P. 1821–1830.
11. Lefroy R. Changes in soil organic matter with cropping as measured by organic carbon fractions and ^{13}C natural isotope abundance / R. Lefroy, G. J. Blair, W. M. Strog // *Plant and Soil* – 1993. – Vol. 155/156. – P. 399–402.
12. Loginow W. Fractionation of organic carbon based on susceptibility to oxidation / W. Loginow, W. Wisniewski, S. S. Gonet, B. Ciescinska // *Polish J. Soil Sci.* – 1987. – Vol. 20. – P. 47–52.
13. M. von Luetzow. SOM fractionation methods: Relevance to functional pools and to stabilization mechanisms // M. von Luetzow, I. Koegel-Knabner, K. Ekschmitt, H. Flessa, G. Guggenberger, E. Matzner, B. Marschner // *Soil Biology & Biochemistry*. – 2007. – Vol. 39. – P. 2183–2207.
14. McGill W. B. Review and classification of ten soil organic matter (SOM) models / W. B. McGill // in: Smith, U. J. (Ed.), *Evaluation of Soil Organic Matter Models*. – Springer, Berlin, 1996. – P. 111–132.
15. Mingorance M. D. Guidelines for improving organic carbon recovery by the wet oxidation method / M. D. Mingorance, E. Barahona, J. Fernández-Gálvez // *Chemosphere*. – 2007. – № 68. – P. 409–413.
16. Partyka T. Estimation of oxidizing ability of organic matter of forest and arable soil / T. Partyka, Z. Hamklalo // *Zemdirbyste-Agriculture*, 2010. – Vol. 97 (1). – P. 33–40.
17. Rovira P. Labile and recalcitrant pools of carbon and nitrogen in organic matter decomposing at different depths in soil: an acid hydrolysis approach / P. Rovira, V. R. Vallejo // *Geoderma*. – 2002 – Vol. 107. – P. 109–141.
18. Stanford G. Evaluation of ammonium release by alkaline permanganate extraction as an index of soil nitrogen availability / G. Stanford // *Soil Sci.* – 1978. – Vol. 126. – P. 244–253.
19. Tirol-Padre A. Assessing the Reliability of Permanganate-Oxidizable Carbon as an Index of Soil Labile Carbon / A. Tirol-Padre, J. K. Ladha // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 2004. – Vol. 68. – P. 969–978.
20. Weil R. W. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use / R. W. Weil, K. R. Islam, M. Stine, J. B. Gruver, S. E. Samson-Liebig // *Am. J. Altern. Agric.* – 2003. – Vol. 18. – P. 3–17.

Гамкало З. Г., Бедерничек Т. Ю. Лабільна органічна речовина ґрунту як індикатор його екологічної якості в різних умовах землекористування // *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 193–200.

Досліджено особливості змісту хімічно лабільних органічних сполук вуглецю (ХЛОСВ) у ґрунтах лісових і післялісових екосистем (сінокосу). Зміст ХЛОСВ в шарі ґрунту 0–50 см старовікового лісу (волога грабова діброва) складає $9,73 \text{ мг} \times \text{г}^{-1}$, що на 34,4% більше, ніж у ґрунті під древостоєм після суцільної вирубки граба і на 10,7% менше, ніж у ґрунті сінокосу, що межує з екотоном досліджуваного лісу. У шарі ґрунту 0–50 см старовікового непорушеного деревостану частина ХЛОСВ у валовому вмісті вуглецю органічних сполук становить 6,95%, після вирубки – 4,87%, а сінокосу – 16,99%.

Ключові слова: збезліснення, сінокіс, органічна речовина ґрунту, перманганат калію, хімічно лабільний органічний вуглець.

Hamkalo Z. G., Bedernichek T. Yu. Labile pool of soil organic matter as an indicator of its ecological quality under different land use conditions // *Optimization and Protection of Ecosystems*. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 193–200.

The characteristics of labile pool of soil organic matter and chemical labile organic matter (CLOM) changes in the soil under forest and hayfield were shown. CLOM-C content in 0–50 cm soil layer under the old-growth (over 200 years) oak-hornbeam forest was $9,73 \text{ mg} \times \text{g}^{-1}$ – 33,4% greater than in the soil under the forest after cutting of hornbeam and 10,71% less than in the soil of hayfield.

Key words: deforestation, soil organic matter, permanganate, chemical labile organic carbon.

Поступила в редакцію 01.01.2014 г.

УДК 504.54 (470.620)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ И РЕЛЬЕФНЫХ СТРЕСС-ФАКТОРОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Савин И. Ю.¹, Драгавцева И. А.², Доможирова В. В.², Николенко В. В.³

¹Всероссийский почвенный институт имени В. В. Докучаева, Москва, Россия, savigory@gmail.com

²Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства, Краснодар, Россия, i_d@list.ru, vetch-dv@yandex.ru

⁴Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, nikolenko.vera@ukr.net

В статье описаны и проанализированы основные почвенные и рельефные стресс-факторы, оказывающие ключевое воздействие на потенциал роста и развития плодовых культур. Представлены способы снижения негативного воздействия факторов путем построения экологических карт оптимального размещения плодовых пород в ландшафте Краснодарского края.

Ключевые слова: Северный Кавказ, плодовые культуры, стресс-факторы, ландшафт.

ВВЕДЕНИЕ

Территория, расположенная к северу от Главного Кавказского хребта до Приманьчской впадины, называется Северным Кавказом, или Предкавказьем.

Одним из первых учение о горизонтальной и вертикальной зональности в конце XIX века сформулировал В. В. Докучаев (1899).

Геологические исследования по рельефу Северного Кавказа проводились также Н. А. Андрусовой, К. И. Богдановичем, Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом [1].

Описываемая зона относится к центральной части Большого Кавказа, геологическая история которого и горообразовательные процессы начались в очень отдаленную геологическую эпоху. Горообразование возникло на дне морских вод Тенниса еще в девонский период. Суша несколько раз размывалась и снова возникала, пройдя через все последующие периоды вплоть до третичного. Во вторую половину третичного периода, одновременно с образованием Альп и Гималаев, закончилось поднятие Кавказа, и Северный Кавказ получил свой облик, приближающийся к современному.

Предгорья Северного Кавказа – это низкогорья и предгорные равнины, лежащие неширокой полосой (20–50 км) вдоль Главного Кавказского хребта [6].

В средней части предгорий возвышается Ставропольское плато (возвышенность) с высотами, достигающими 832 м над уровнем моря. Ставропольская возвышенность разделяет Предкавказье на Западное и Восточное.

На запад от Ставропольской возвышенности в предгорной полосе лежит Прикубанская наклонная равнина (левобережье Кубани), на юго-восток – предгорные наклонные равнины: Кабардинская, Северо-Осетинская и Чеченская. Здесь далеко к северу от Главного Кавказского хребта раскинулись Кабардино-Сунженский, Терский и Сунженский невысокие хребты, сложенные из третичных пород. На крайнем востоке узкая полоса предгорий переходит в Терско-Сулакскую низменность.

Предгорные равнины Предкавказья являются как бы продолжением северных склонов Лесистого хребта (Черных гор), которые постепенно, а местами террасовидными уступами, переходят в наклонные равнины.

То есть северный склон Большого Кавказа характеризуется очень глубоким (в осевой зоне до 2000 м) и сложным эрозионным расчленением.

Важными в агрономическом отношении критериями оценки рельефа являются абсолютные высоты, горизонтальная и вертикальная расчлененность территории, формы и экспозиции склонов. Различное соотношение показателей этих факторов обуславливают особенности проявления почвенных и рельефных стресс-факторов для территории Северного Кавказа, что, в свою очередь, определяет потенциал его земельных ресурсов для возделывания различных сельскохозяйственных культур. Определение и рациональное использование ресурсного потенциала земель различных регионов Северного Кавказа позволяет получать максимальный

экономический эффект и снизить экологическую нагрузку. Таким образом, изучение данного вопроса в настоящее время приобретает особую актуальность. Кроме того, необходимо изучить динамику изменения почвообразовательных процессов для дальнейшего прогнозирования и определения ресурсного потенциала земель.

Цель работы – выявить особенности почвенных и рельефных стресс-факторов для территории Северного Кавказа и определить пути снижения их воздействия при создании садовых моноценозов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом исследований служили: географические координаты местности (высота над уровнем моря, крутизна, экспозиции склона); метеорологические и почвенные показатели. В основу блока данных о рельефе положена цифровая модель рельефа территории, которая была создана путем оцифровки изогипс топографической карты Краснодарского края и их интерполяции. Для определения уклонов местности проведен анализ цифровой модели рельефа [2]. Климатический блок данных включает среднемноголетние метеорологические данные основных метеостанций Краснодарского края. Почвенный блок данных содержит такие показатели, как содержание гумуса, полученное агрохимлабораторией Краснодара, плотность, засоленность. Материалы исследований обрабатывались с помощью метода геоинформационного моделирования [5; 9; 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Абсолютная высота местности республик, входящих территориально в Северный Кавказ, показана в таблице 1.

Из таблицы следует, что абсолютные минимальные высоты в Дагестане и Чечне лежат ниже уровня моря, а в Кабардино-Балкарии, Дагестане и Северной Осетии максимальные высоты поднимаются выше 1000 м над уровнем моря.

Таблица 1

Абсолютная высота местности (м)

Регион	Высота местности			Стандартное отклонение
	Средняя	Максимальная	Минимальная	
Адыгея	494	3179	8	596,1
Чечня	590	4451	-14	782,3
Дагестан	910	4449	-29	1075,9
Ингушетия	892	4276	208	748,4
Кабардино-Балкария	1368	5614	150	1096,7
Карачаево-Черкессия	1622	5000	359	759
Краснодарский край	214	3254	0	372,4
Северная Осетия	1273	4821	112	1016,7
Ставропольский край	216	1607	2	172,6

С изменением абсолютной высоты связана смена процессов, определяющих вертикальную зональность ландшафтов. Она обусловлена уменьшением кверху плотности, давления, температуры, пылесодержания воздуха [2; 8].

Атмосферное давление убывает на 1 мм ртутного столба на каждые 11–15 м высоты, температура воздуха снижается в среднем на 5–6° С на каждый километр высоты. Количество облаков до некоторой высоты возрастает, что приводит к существованию пояса максимальных осадков и к уменьшению их на более высоких уровнях. Соответственно изменяются почти все компоненты природного комплекса: почвы, растительность и т. д.

Влияние абсолютной высоты на климат и почвы сказывается не только в горных странах с их вертикальной зональностью, но и на равнинах с колебанием высот менее 250–300 м. Для

возвышенностей Европейской территории России каждые 100 м высоты увеличивают годовое количество осадков на 10–12 % по сравнению со средней суммой осадков на равнине. Влияние шероховатости поверхности на осадки на этих возвышенностях составляет 6–9 % в год (30–40 мм/100м). Суммарное влияние обоих факторов составляет 18 % суммы осадков на равнине. Разность высот в пределах мезорельефа существенно влияет на температурный и ветровой режимы различных его участков.

Важное значение для формирования внутрипочвенного и поверхностного стоков имеет наклон поверхности. Чем он круче, тем больше влаги переходит из внутрипочвенного в поверхностный сток, теряясь, таким образом, для растений и усиливая процессы эрозии. Таблица 2 отражает процент земель Северного Кавказа с различным уклоном.

Таблица 2

Площадь земель Северного Кавказа с уклоном (%)

Уклоны°	0°–2°	2°–5°	5°–8°	8°–15°	>15°
Краснодарский край	69,92	9,16	4,56	7,31	9,05
Чечня	52,12	8,09	5,62	12,17	22,01
Дагестан	45,89	5,05	4,62	10,90	32,54
Ингушетия	23,40	17,30	12,34	19,44	27,52
Кабардино-Балкария	31,40	9,89	7,14	14,34	37,24
Карачаево-Черкессия	10,63	11,94	10,41	18,66	48,35
Северная Осетия	34,07	8,54	6,03	12,12	39,23
Ставропольский край	81,61	13,63	2,75	1,75	0,27
Адыгея	53,16	11,08	7,66	11,14	16,96

Наибольшее количество равнинных земель размещено в Краснодарском и Ставропольском краях.

Немаловажное значение для склонов имеет и их экспозиция, которая во многом определяет термический и вслед за ним и водный режимы, как почв, так и территорий.

Таблица 3 показывает процент земель Северного Кавказа по их экспозиции. Преобладающими являются склоны северной и северо-восточной экспозиции.

Таблица 3

Площадь земель Северного Кавказа разной экспозиции склонов (%)

Регион	Ровно	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Краснодарский край	88,49	1,68	1,67	1,43	1,18	1,22	1,44	1,48	1,43
Чечня	66,69	5,21	5,14	4,47	2,97	2,71	3,49	4,56	4,75
Дагестан	54,22	6,30	7,20	6,89	5,20	4,91	5,14	5,01	5,13
Ингушетия	42,45	8,11	7,87	8,24	5,33	5,14	6,43	8,60	7,83
Кабардино-Балкария	36,25	9,67	10,36	10,05	8,45	5,56	4,59	6,27	8,80
Карачаево-Черкессия	11,05	13,40	12,64	12,17	9,60	7,84	8,95	11,76	12,59
Северная Осетия	38,33	9,98	8,51	8,66	7,51	5,63	5,09	7,21	9,08
Ставропольский край	95,72	1,01	0,81	0,38	0,39	0,53	0,46	0,30	0,40
Адыгея	69,15	4,40	4,11	3,99	3,26	2,73	3,59	4,35	4,40

На склонах более холодных экспозиций таяние снега происходит медленнее, и талая вода целиком проникает в почвенный профиль, тогда как на более теплых склонах таяние снега происходит быстро, и талая вода стекает по поверхности еще замерзшей почвы. Таким образом, почвы более холодных склонов, как правило, лучше увлажнены, что благоприятно сказывается на произрастании древесной растительности.

По форме склоны подразделяются на прямые, выпуклые и вогнутые.

Прямые характеризуются плавным уклоном от вершины к подошве и, соответственно, постепенным нарастанием разрушительной силы воды. Значительный смыв проявляется приблизительно от середины склона.

На выпуклых склонах эрозия сильнее проявляется в нижней части, где наибольшая крутизна. В нижних частях таких склонов сильно выражена ложбинность. На вогнутых склонах эрозия сильнее выражена в верхней, более крутой части.

Большая изрезанность территории Северного Кавказа приводит к нарушению почвообразовательного процесса. По данным В. М. Чупахина (1974), около 131300 тыс.га пашни России расположены на склонах, а более 15 % пашни имеет уклон от 3 до 15 %.

Следует отметить, что во всех типах почв горной и предгорной зон Северного Кавказа происходит постепенное уменьшение содержания гумуса. Среднегодовые его потери составляют 0,8–1,2 т/га. На значительных площадях горных и предгорных районов в результате эрозионных процессов частично или полностью разрушен верхний слой почвы. Вследствие редуцирования почв содержание элементов минерального питания снизилось на 25–60 %, а ежегодные потери почвы в результате водно-ветровой эрозии колеблются в среднем в пределах 25–30 тонн с гектара. Вместе с этой почвой отчуждается около 1 тонны гумуса, т.е. основного вещества почвы, определяющего ее плодородие, теряется 24–26 кг фосфора, 36–40 кг калия и большое количество других, важных для поддержания жизни растений элементов.

Тенденции изменения почвообразовательных процессов можно проследить на примере Краснодарского края.

Количество уплотненных почв в крае на 2006 год по сравнению с 1970 годом выросло (рис. 1).

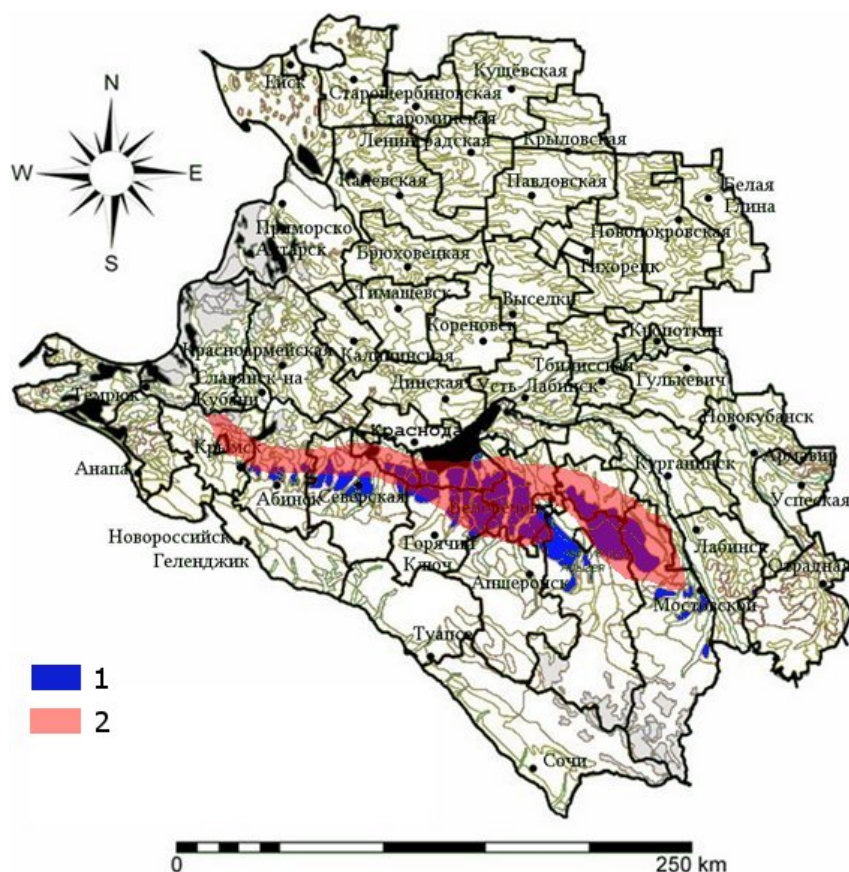


Рис. 1. Изменение плотности почв в Краснодарском крае с 1970 по 2006 гг.

1 – по данным трудов 2006 г. Всероссийского почвенного института им. В. В. Докучаева; 2 – по данным трудов 1970 г. С. Ф. Неговелова.

Количество засоленных почв также увеличилось (рис. 2).

Количество гумуса в большинстве районов края уменьшилось (рис. 3).

Один из путей снижения негативного действия стресс-факторов – построение экологических карт оптимального размещения плодовых культур в ландшафтах юга России (с учетом проявления климатических стрессов, степени пригодности почв и рельефа). Учет биологических особенностей культуры климатических, почвенных и рельефных факторов позволяет определить местность, наиболее оптимальную для выращивания определенных плодовых культур.

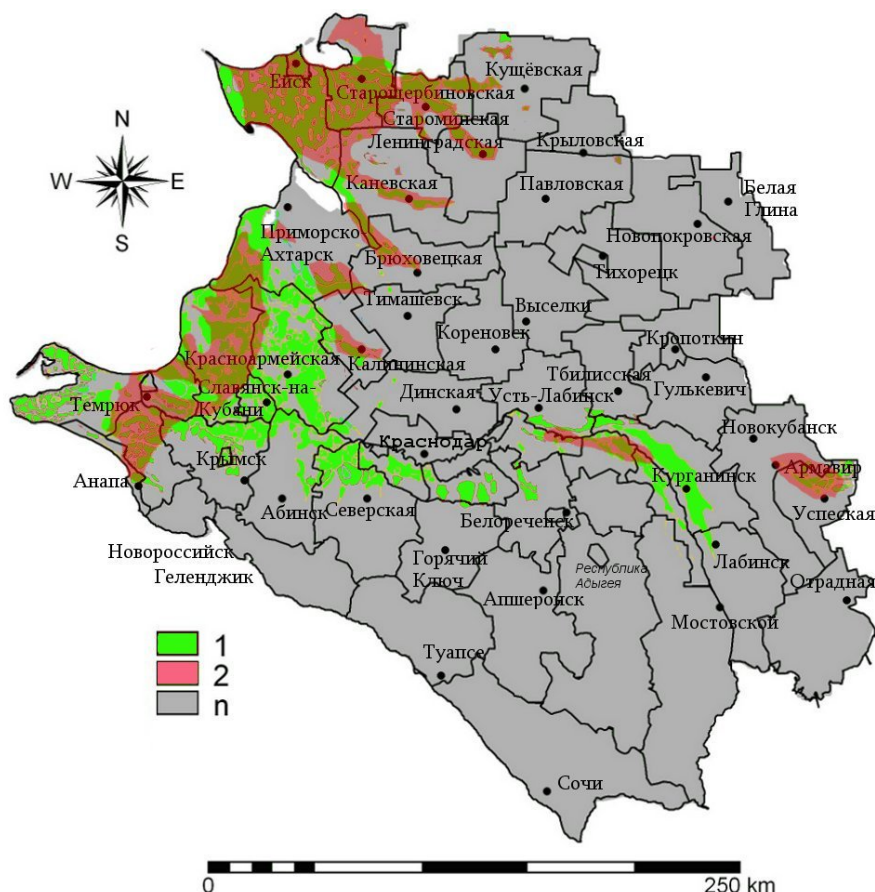


Рис. 2. Изменение содержания солей в почвах Краснодарского края с 1970 по 2006 гг.

1 – по данным трудов 2006 г. Всероссийского почвенного института им. В. В. Докучаева; 2 – по данным трудов 1970 г. С. Ф. Неговелова.

В качестве примера рассмотрим культуру черешни, являющуюся одной из проблемных культур для условий Северного Кавказа. Черешня считается теплолюбивым растением в тоже время способна переносить понижение температуры до -30°C , однако цветковые почки погибают при морозах в минус 22°C , а цветки в фазе белого бутона могут погибнуть при минус $1,6-5,6^{\circ}\text{C}$, раскрытые цветки и молодые завязи повреждаются при минус $1,1-2,3^{\circ}\text{C}$.

Оптимальные температурные условия для роста этой культуры находятся в диапазоне от 20°C до 28°C [2; 4]. По засухоустойчивости черешня превосходит такие культуры, как айва, яблоня, слива, однако ее сорта имеют очень низкую засухоустойчивость рыльца пестика, что может отрицательно сказываться на завязываемости плодов при недостатке влаги в весенний период. В тоже время эта культура безболезненно переносит кратковременное (около месяца) затопление в весенний период. Оптимальное среднегодовое количество осадков для интенсивного развития растений черешни составляет 600–900 мм в год. Черешня хорошо произрастает на рыхлых почвах: лучшая плотность для нее $1,25-1,35 \text{ г/см}^3$. Наиболее благоприятными почвами для

выращивания черешни являются глубоко-смытые и незасоленные супесчаные черноземы, песчаные почвы с погребенными черноземами [2; 4].

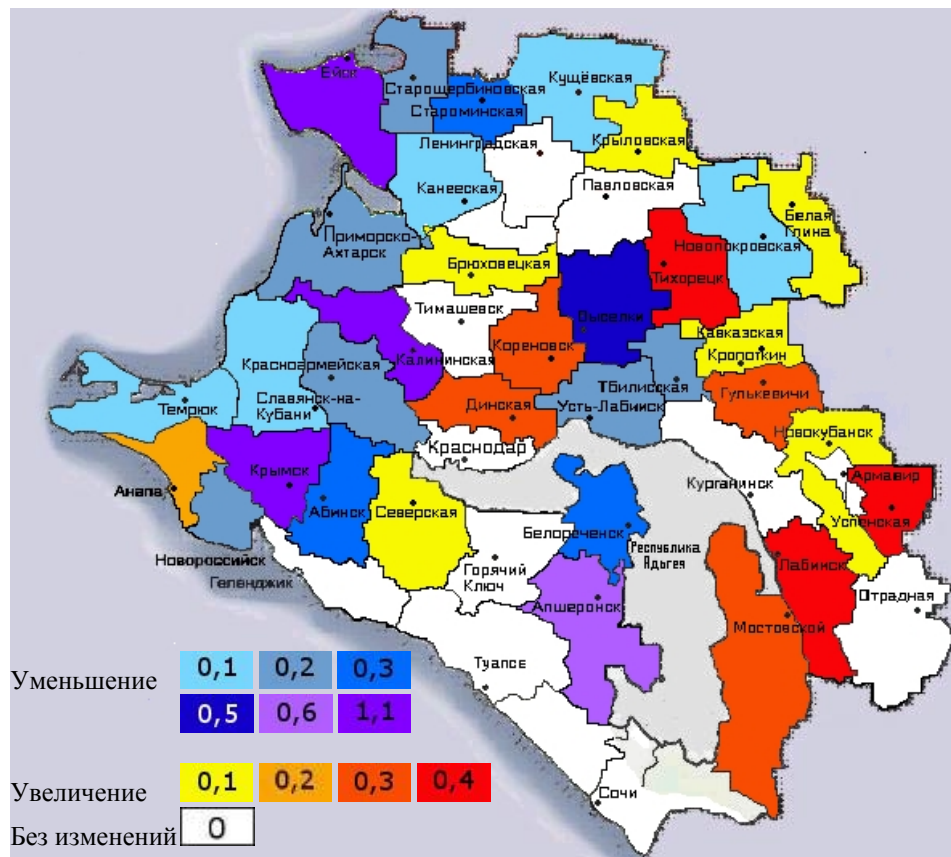


Рис. 3. Изменение содержания гумуса (%) в почвах Краснодарского края с 1989 по 2000 гг. (данные агрохимлаборатории Краснодара)

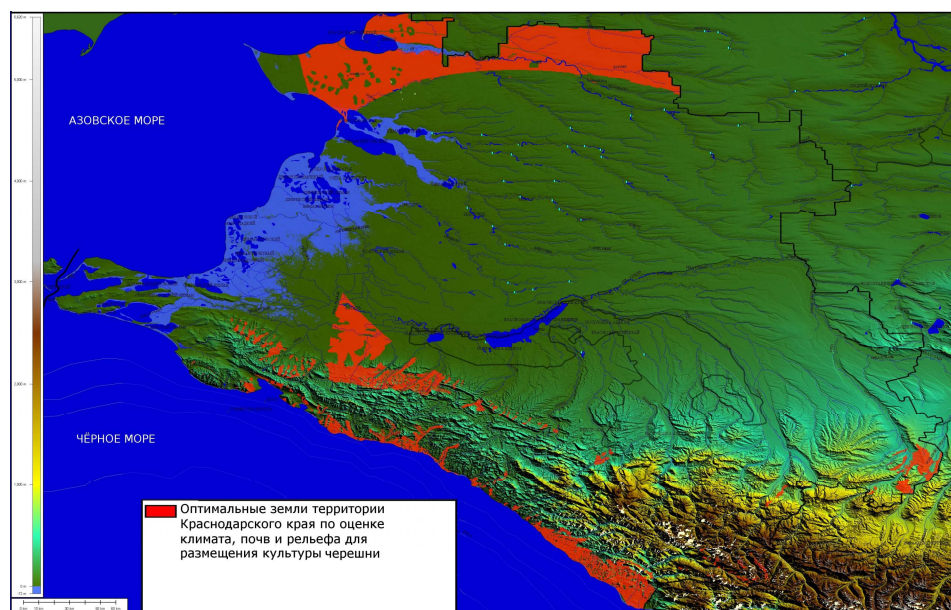


Рис. 4. Экологическая карта оптимального размещения черешни в ландшафте Краснодарского края

Учет этих требований и напряженности стресс-факторов позволило создать экологическую карту оптимального размещения этой плодовой породы в ландшафте Краснодарского края (рис. 4).

На карте (рис. 4) видно, что черешню можно возделывать не по всей территории Северного Кавказа, а лишь в определенных микрорайонах или экологических нишах, способствующих наиболее полному раскрытию биологического потенциала этой ценной и востребованной плодовой культуры.

ВЫВОДЫ

Рельеф местности Северного Кавказа характеризуется высокой расчлененностью, что оказывает решающее влияние на перераспределение климатических и почвенных ресурсов.

Учет проявления почвенных и рельефных стресс-факторов, требований плодовых культур к условиям внешней среды позволяет определить топографию их размещения на территории Краснодарского края, оптимизировать использование природных ресурсов среды и минимизировать отрицательное антропогенное воздействие на садовые ценозы.

Размещение плодовых по макро- и микрорайонам на основе изучения реакции культур и сортов на экологические условия среды позволит существенно уменьшить потери урожая от негативного воздействия стресс-факторов в условиях изменяющегося климата и почв, снизить затраты на его производство.

Список литературы

1. Гвоздецкий Н. А. Физическая география Кавказа / Н. А. Гвоздецкий. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1954. – 208 с.
2. Драгавцева И. А. Ресурсный потенциал земель Краснодарского края для возделывания плодовых культур / И. А. Драгавцева, И. Ю. Савин, С. В. Овечкин. – Краснодар: Просвещение – ЮГ, 2005. – 136.
3. Неговेलов С. Ф. Методы оценки садопригодности почв при выборе участков под плодовые насаждения: диссертация на соискание науч. степени докт. с.-х. наук / С. Ф. Неговेलов; СКЗНИИСиВ. – Краснодар, 1972. – 328 с.
4. Помология. Том 4. Слива, вишня, черешня / [Н. И. Туровцев, Л. И. Тараненко, В. В. Павлюк и др.]. – К.: Урожай, 2004. – 272 с.
5. Савин И. Ю. Геоинформационное моделирование почвенных и земельных ресурсов для сельскохозяйственных целей / И. Ю. Савин, Е. Г. Федорова // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 173–185.
6. Сорокин И. А. Семеноводство картофеля в предгорьях Северного Кавказа / И. А. Сорокин – Орджоникидзе, 1968. – 228 с.
7. Чупахин В. М. Физическая география Северного Кавказа / В. М. Чупахин – Краснодар, 1974. – 196 с.
8. Экологизация садоводства в Краснодарском крае и в южных районах Казахстана / [Г. П. Адрианова, И. А. Драгавцева, В. Д. Зелепухин и др.]. – Краснодар: ГНУ РАСХН, СКЗНИИСиВ, 2004. – 185 с.
9. Burrough P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment / P. A. Burrough. – N. Y., 1986. – 193 p.
10. Chidly T. R. E. Computerized systems of land resources appraisal for agricultural development / T. R. E. Chidly, J. Egly. – FAO, 1993. – 247 p.

Савин И. Ю., Драгавцева И. А., Доможирова В. В., Ніколенко В. В. Особливості прояву ґрунтових і рельєфних стрес-факторів для території Північного Кавказу // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 201–207.

У статті описані і проаналізовані основні ґрунтові та рельєфні стрес-фактори, що мають ключовий вплив на потенціал зростання і розвитку плодових культур. Наведені способи зниження негативного впливу факторів шляхом побудови екологічних карт оптимального розміщення плодових порід в ландшафті Краснодарського краю.

Ключові слова: Північний Кавказ, плодові культури, стрес-фактори, ландшафт.

Savin I. Yu., Dragavtseva I. A., Domozhirova V. V., Nikolenko V. V. Features of the soil and relief stress factors for the territory of the North Caucasus // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 201–207.

In article soil and relief the stress factors, having key impact on the potential of growth and development of fruit-trees are described. Ways of decrease of negative impact of factors are presented. Examples of creation of ecological cards of optimum placement of fruit plants in a landscape of Krasnodar Krai are offered.

Key words: North Caucasus, fruit-trees, stress factors, landscape.

Поступила в редакцию 16.02.2014 г.

УДК 502.7:581.5:581.9

ИНТЕГРАЦИЯ КОНТРОЛЯ ИНВАЗИВНЫХ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНЫМ ФОНДОМ

Бурда Р. И.

Институт эволюционной экологии НАН Украины, Киев, rayburda@mail.ru

В контроле глобального явления – инвазий чужеродных видов – международные эксперты отводят большую роль системе особо охраняемых природных территорий. Именно самые разнообразные их категории, образуя единую систему, призваны обеспечить условие сохранения жизни на нашей планете – биоразнообразие. На примере Европейского сообщества показана политика интеграции контроля инвазивных чужеродных видов и системы управления особо охраняемыми природными территориями как принципа сохранения биоразнообразия и устойчивого развития. На фоне оценки эталонной роли природно-заповедного фонда обосновано интеграцию его управления и контроля инвазий чужеродных видов как один из принципов политики сохранения биоразнообразия в Украине.

Ключевые слова: инвазивные чужеродные виды, особо охраняемые природные территории, биоразнообразие, Украина.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью нашего времени является осознание глубочайшей необходимости сохранения биоразнообразия биосферы для качества жизни на Земле и выживания человечества. Главными угрозами биологическому разнообразию представляются: обеднение генофонда аборигенных видов путем сокращения географических и экологических ареалов, уменьшения числа популяций, снижения численности особей до полного исчезновения; сокращение и изменение сред существования; инвазии биогеографически чужеродных видов. Две первые угрозы в Украине в определенной мере осознаны. Приняты меры особой индивидуальной охраны видов. Начиная с 1976 г. ведется Национальная Красная книга. Большую роль сыграла Красная книга Украины, опубликованная впервые в 1980 г. как однотомное издание на основании Постановления Совета Министров СССР № 376 от 04.08.1976 г. «Об учреждении Книги редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений Украинской ССР – «Красной книги Украинской ССР». Этим же Постановлением СМ СССР было утверждено первое Положение о Красной книге – «Положення про Книгу рідкісних і таких, що знаходяться під загрозою зникнення, видів тварин і рослин Української РСР – «Червону книгу Української РСР», как главного государственного документа по вопросам охраны растительного и животного мира [1]. Второе издание Красной книги Украины обнародовано в 1996 г. в двух томах в соответствии с Постановлением Верховного Совета Украины «Про Червону книгу України», 29.10.1992 г., которым утверждено и ныне действующее «Положення про Червону книгу України» [2]. Согласно этому же Постановлению в 2009 г. вышли из печати два тома третьего издания Красной книги Украины [3].

Сделаны определенные шаги по организации системы охраны мест обитания через особо охраняемые природные территории – природно-заповедный фонд. Главными принципами создания и функционирования природно-заповедного фонда Законом Украины о природно-заповедном фонде Украины, 1992 провозглашены принцип сплошной, а не селективной, охраны и принцип полифункциональности объектов. Формируется национальная экологическая сеть [4–7], а с 2012 г. – Украина присоединилась к Изумрудной сети Европы [8].

Угроза биологическому разнообразию от инвазий чужеродных видов в нашей стране недооценивается многими учеными, включая биологов, степень материальных убытков от спонтанных видов-вселенцев не определена, как и не осознан возможный экологический урон, ни широкой общественностью, ни организациями и лицами, принимающими решения. Между тем, ученые фиксируют все большее число чужеродных видов растений на территории Украины и, по крайней мере, каждый десятый вид из них проявляют склонность к инвазиям или же являются

потенциально инвазивными [9]. Чужеродные виды растений стали неизбежными элементами флор природно-заповедного фонда, образуя в них адвентивные фракции [10].

Назрела необходимость на фоне беспристрастной оценки эталонной роли существующей системы природно-заповедного фонда признать в стране контроль инвазий чужеродных видов в системе управления природно-заповедным фондом принципом политики сохранения биоразнообразия. Вынося на рассмотрение научной общественности предлагаемую тему, автор руководствовался только одним желанием – консолидировать наши не такие уж малые силы специалистов по антропогенной трансформации растительного покрова и заповедному делу, направив их на решение важнейших задач сохранения биоразнообразия. Всем нам, конечно, понятна важность этой консолидации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При подготовке статьи проведен сравнительный анализ ситуации существующего контроля и регулирования инвазий чужеродных видов растений на особо охраняемых природных территориях природно-заповедного фонда в Украине и сложившейся практики в странах Европейского Союза. С этой целью использованы международные и европейские Конвенции, касающиеся сохранения биоразнообразия, их директивные материалы и руководящие принципы [11–15], а также Законы Украины и другие нормативные документы, регулирующие вопросы инвазий чужеродных видов в связи с сохранением биоразнообразия [4; 5; 16]. Необходимо заметить, что оба понятия – «инвазивные чужеродные виды» и «особо охраняемые природные территории» достаточно четко определены, но в законодательствах и нормативных документах различных стран представлены с определенными нюансами формулировок. Не вдаваясь в детали терминологии, в данной статье используем следующие словосочетания как условные соответствия: украинское «інвазійні чужорідні види», русское «инвазивные чужеродные виды» и английское «invasive alien species», а также украинское «природні території, що підлягають особливій охороні», а в узком смысле – «природно-заповідний фонд», русское «особо охраняемые природные территории» и английское «protected areas». Отметим также, что в Украине, как и в Европе в целом, последний термин охватывает широкий спектр категорий охраны, характеризующихся различными целями, режимами охраны и управления. В природно-заповедном фонде, например, лишь три категории объектов – природные и биосферные заповедники, а также национальные природные парки – имеют зону строгого режима охраны с ограниченным доступом посетителей. Значительная часть территории национальных природных парков доступна для многочисленных посетителей, а иногда имеется часть площади, с довольно интенсивным присутствием человека, жилыми постройками и культурфитоценозами, включая лесные культуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Европейская практика контроля инвазивных чужеродных видов в системе управления особо охраняемыми природными территориями. Глобальный характер биологических инвазий требует от многих международных и государственных институций неотложных мер по их предотвращению. Конвенция ООН «О биологическом разнообразии» (1992), ратифицированная Украиной (1994), изначально признает важность воздействия инвазий чужеродных видов на биоразнообразие и призывает Стороны к предотвращению инвазий, контролю или уничтожению тех чужеродных видов, которые угрожают экосистемам, местам обитания и видам (Статья 8, пункт h) [11]. Руководящим органом Конвенции является Конференция Сторон, которая содействует осуществлению Конвенции через решения, принимаемые на ее периодических совещаниях. Состоянием на 01.01.2014 г. проведено 10 очередных и одно внеочередное совещание Конференции Сторон. Одиннадцатое совещание Конференции Сторон, как известно, состоялось в Хайдарабаде (Индия) 18–20 октября 2012 г. Двенадцатое совещание будет проходить в Пхенчхане (Республика Корея) 6–17 октября 2014 г. В рамках Конвенции ООН «О биологическом разнообразии» был принят ряд важнейших документов, касающихся контроля инвазий чужеродных видов. Так, например, на 6-ой Конференции Сторон в 2002 г. принято Решение VI/23

«Чужеродные виды, которые угрожают экосистемам, местам обитаниям или видам». Для осуществления статьи 8 (h) Конвенции разработаны «Руководящие принципы по предотвращению инвазий и смягчению воздействия чужеродных видов, угрожающих экосистемам, местам обитаниям или видам» [14]. Конференция Сторон признавая, что инвазивные чужеродные виды представляют собой одну из основных угроз для биоразнообразия, особенно в географически и эволюционно изолированных экосистемах, и то, что риск может возрасть в связи с увеличением глобальной торговли, транспорта, туризма и изменениями климата, вновь подтверждая, что полное и эффективное осуществление статьи 8 (h) является одним из приоритетных, призвала Стороны, другие правительства и соответствующие организации к осуществлению принятых Руководящих принципов. Первым среди них установлено: превентивные меры, значительно более рентабельны и экологически оправданы по сравнению с мерами, принятыми по контролю уже после инвазий чужеродных видов.

Параллельно с Конвенцией ООН «О биологическом разнообразии» ряд международных и европейских организаций осуществляют деятельность в различных аспектах сохранения биоразнообразия. Особое место среди них, несомненно, принадлежит Международному Союзу охраны природы (МСОП) и Бернской Конвенции об охране дикой флоры, фауны и природных сред обитания в Европе [12].

На Пятом Всемирном Конгрессе национальных парков, проводимом МСОП, Дурбан, Южная Африка в сентябре 2003 г., было принято Послание Конвенции ООН «О биологическом разнообразии». Это один из четырех официальных итогов Конгресса, отражающий его мнение о том, что Конвенция является ключевым международным документом, относящимся к особо охраняемым природным территориям, и в качестве такового, несущим значительную ответственность за принятие мер для обеспечения эффективного управления ими в масштабе всего мира. В начале Послания приводятся четыре ключевых пункта: биоразнообразие и экосистемные услуги имеют крайне большое значение для устойчивого развития; Конвенция является необходимым элементом для гарантирования обеспечения экосистемных услуг; репрезентативная и эффективно управляемая система особо охраняемых природных территорий имеет решающее значение для достижения целей Конвенции к 2010 году. Конгресс признает прогресс, достигнутый в развитии особо охраняемых природных территорий в глобальном масштабе, но ним также выявлены серьезные пробелы, проблемы и недостатки. Кроме того, в разделе «Возникающие вопросы» было обращено внимание на необходимость управления инвазивными чужеродными видами и заявлено, что их контроль является приоритетным и должен быть интегрирован во все аспекты управления особо охраняемыми природными территориями [17].

Европейская стратегия по инвазивным чужеродным видам, принятая в 2003 г. в рамках Бернской Конвенции, определяет приоритеты и основные действия для предотвращения или минимизации неблагоприятного воздействия инвазивных чужеродных видов. В ней предлагаются меры, необходимые для восстановления видов и естественных сред существования, пострадавших от внедрения инвазивных чужеродных видов [18].

В дальнейшем на ряде совещаний Конференции Сторон Конвенции ООН «О биологическом разнообразии» рассматривались, как одни из важнейших, вопросы контроля инвазивных чужеродных видов в контексте управления особо охраняемыми природными территориями с целью сохранения биоразнообразия. На 10-м совещании Конференции Сторон в 2010 г. было принято Решение X/31 «Особо охраняемые природные территории» [19]. В нем подчеркивается, что управление инвазиями чужеродных видов является вопросом, нуждающимся в большем внимании. Документ отмечает роль инвазий чужеродных видов, как основной движущей силы утраты биоразнообразия, и предлагает Сторонам рассмотреть регулирование этих процессов в качестве экономически эффективного инструмента для восстановления и поддержания особо охраняемых природных территорий и экосистемных услуг, предоставляемых ими. Таким образом, предлагается включить управление инвазиями чужеродных видов в программы работ на особо охраняемых природных территориях. При этом рекомендуется учитывать принятое Конференцией Сторон Решение X/38 «Инвазии чужеродных видов» [20]. Это положение стало наиболее четким рекомендательным требованием введения контроля инвазий чужеродных видов в систему

управления особо охраняемыми природными территориями, как важнейшего условия сохранения биоразнообразия.

В 2012 г. группа по вопросам инвазивных видов МСОП разработала аналитическую записку о биологических инвазиях и инвазивных чужеродных видах, включенную в документацию МСОП для «Рио+20 – Конференция Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию». В ней были определены ключевые вопросы по проблеме на 2012–2020 гг. и конкретные действия относительно особо охраняемых природных территорий [21]. И наконец, нельзя не упомянуть совсем свежие материалы по проблеме. В серии Шпрингер по инвазивной экологии «Вторгающаяся природа», выходящей под редакцией Д. Симберлоффа, в 2013 г. опубликована сводка «Инвазии растений на особо охраняемых природных территориях: примеры, проблемы и задачи по вторгающейся природе» [22]. Эта книга призвана обеспечить синтез текущего состояния знаний о проблемах инвазивных растений на особо охраняемых природных территориях. Восстанавливая картину, авторы намечают некоторые из основных проблем, стоящих перед инвазивной биологией. Они акцентируют внимание на сложностях, с которыми сталкиваются менеджеры особо охраняемых природных территорий повседневно. В книге изложен наглядный опыт разнообразных подходов специалистов по инвазиям растений на особо охраняемых природных территориях из различных стран мира. Конечно же, это издание будет полезно для осознания роли особо охраняемых природных территорий как лидеров глобальных действий по инвазивным чужеродным растениям и ключевых центров фундаментальной и прикладной науки об инвазиях. Как отдельный раздел книги, представлено «Руководство по инвазивным видам на особо охраняемых природных территориях» (Chapter 22. P. Genovesi, A. Monaco Guidelines for Addressing Invasive Species in Protected Areas) [22: 487–506], в котором четко изложены принципы контроля фитоинвазий. «Руководство...» содержит восемь правил в качестве составляющих управление инвазивными чужеродными видами на особо охраняемых природных территориях:

- возрастание осведомленности о биологических инвазиях на всех уровнях;
- интеграция проблемы инвазивных чужеродных видов и управления особо охраняемыми природными территориями;
- имплементация местных превентивных акций как приоритетных;
- развитие компетентности персонала во всех аспектах управления;
- быстрое выявление инвазивных чужеродных видов и оперативная система реагирования;
- оперативное управление инвазивными чужеродными видами вне границ особо охраняемых природных территорий;
- имплементация системы надзора, мониторинга и обмена информацией;
- лоббирование учреждений и лиц, принимающих решения, в поддержку строгой политики по инвазивным чужеродным видам.

В заключение авторы «Руководства...» – П. Геновези и А. Монако подчеркивают следующее. Биологические инвазии поразили особо охраняемые природные территории во всем мире. Влияние этих угроз на биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий уже носит драматический характер и будет расти в будущем, в особенности при совпадении с другими факторами, такими как изменения климата, оскудение мест обитания и усиление антропогенного пресса. Влияние инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях длительное время недооценивалось сообществом ученых, эта усиливающаяся угроза игнорировалась многими национальными и наднациональными институтами. Менеджмент инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях должен развиваться, необходимо, чтобы особо охраняемые природные территории улучшали свою работу, если они хотят в полной мере исполнять роль лидеров в охране глобального разнообразия и обеспечении экосистемных услуг, необходимых, как мы все полагаем, для самого нашего существования. По мнению этих ведущих специалистов по сохранению биоразнообразия в Европе, только политика и управление, основанные на фактических данных науки, позволят особо охраняемым природным территориям адекватно реагировать на растущий экологический кризис. Особо охраняемые природные территории могут и должны играть важную роль в борьбе с инвазиями, но не только за счет улучшения эффективности управления инвазивными чужеродными видами в пределах своих границ. Им необходимо осуществлять мониторинг вторжений, повышать осведомленность на всех

уровнях, углублять компетентность практиков, соприкасающихся с решением проблемы вселенцев, реализовать усилия по профилактике местообитаний, обеспечивать систему мероприятий раннего обнаружения и оперативного реагирования, а также общую активизацию действий вне своих пределов. П. Геновези и А. Монако трезво оценивают границы и возможности влияний особо охраняемых природных территорий в современном мире. Они подчеркивают, что система особо охраняемых природных территорий не может остановить биологические инвазии, но может стать на самом деле важным фактором в предотвращении и смягчении глобальных последствий этой угрозы, будучи резерватами генофонда местных видов и наследия экосистем. Они также могут стать на страже фиксации вторжений, ускорения реакции на всех уровнях, сборе информации и обеспечения осведомленности различных секторов общества и как инициаторы действий на всех уровнях.

В прошедшем году обнародовано «Европейское руководство по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам» [15], проект которого подготовлен к ежегодной встречи Постоянного комитета Бернской Конвенции. Среди других на совещании 2013 г. обсуждались вопросы инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях [23]. Там же Постоянным комитетом были приняты два документа: «Европейские рекомендации по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам», Рекомендация № 167 (2013) и «Европейский кодекс поведения по охоте и инвазивным чужеродным видам», Рекомендация № 166 (2013). Постоянный комитет в Рекомендации № 167 (2013) сознает, что особо охраняемые природные территории действительно очень подходящие места для изучения, контроля и сдерживания инвазий чужеродных видов, ссылаясь на «Европейское руководство по охраняемым территориям и инвазивным чужеродным видам» (документ T-PVS/Inf (2013) 22) [15] и рекомендует Договаривающимся Сторонам ряд действий. Например, в случае необходимости, разработать национальные стратегии по борьбе с инвазивными чужеродными видами на особо охраняемых природных территориях; принимать во внимание в этом контексте упомянутые выше «Европейские рекомендации по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам»; поручить руководителям особо охраняемых природных территорий и другому соответствующему персоналу охраны сотрудничать при решении задач, связанных с распространением информации и повышением осведомленности, мониторинге, предотвращении и контроле инвазивных чужеродных видов, убедившись, что планы управления должным образом учитывают необходимость контроля инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях; консультировать, когда это возможно и целесообразно, лиц, участвующих в управлении особо охраняемыми природными территориями, а также привлекать научные организации к выявлению приоритетных инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях и к подготовке и осуществлению обязательных мер по борьбе с этими приоритетными инвазивными чужеродными видами на особо охраняемых природных территориях; информировать Постоянный Комитет о принятых мерах по выполнению этой Рекомендации. Постоянный Комитет предлагает также государствам-наблюдателям принять к сведению Рекомендацию № 167 (2013) и реализовать ее в зависимости от обстоятельств.

Цель «Европейского руководства...» [15] заключается в предоставлении ключевых правил, принятых для особо охраняемых природных территорий, для предотвращения угроз инвазивных чужеродных видов на местном, национальном и наднациональном уровне. В нем также представлены конкретные примеры наилучшей практики для предотвращения проникновения и контроля инвазивных чужеродных видов на особо охраняемых природных территориях. Они иллюстрируют ключевую роль особо охраняемых природных территорий в решении проблемы инвазивных чужеродных видов, как внутри, так и за их пределами. Резервом действий являются максимально эффективное использование конкретных знаний об особо охраняемых природных территориях, и участие сотрудников в повышении осведомленности, наблюдениях и мониторинге, а также потенциальное оперативное реагирование при обнаружении инвазий. «Европейское руководство...» обращено к тем, кто может внести вклад в исполнение хорошо спланированных и эффективных программ управления (например, органы власти, неправительственные организации, политики и спонсоры). Оно также направлено на повышение осведомленности об угрозе

инвазивных чужеродных видов для биоразнообразия, и на улучшение информации по этому вопросу. С точки зрения авторов «Европейское руководство по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам» следует рассматривать как реализацию Европейской стратегии по инвазивным чужеродным видам и стремление внести вклад в поступательное развитие Стратегии ЕС по инвазивным чужеродным видам.

Анализ международной и европейской практики контроля инвазивных чужеродных видов в системе управления особо охраняемыми природными территориями показал насколько непростые вопросы необходимо решать. Территория Европы непрерывна, с высоким объемом торговли, туризма и развитым транспортом. Поэтому требуется скоординированный подход к контролю инвазивных чужеродных видов, реализованный на межгосударственном уровне. Любая европейская политика нуждается в балансировке нормативных и добровольных мер в целях решения ключевых путей контроля инвазивных чужеродных видов в регионе, таких, как торговля домашними животными, лесное хозяйство, аквакультура, декоративное садоводство и пр. Европейская комиссия делает упор на нормативно-правовых аспектах, и готовит инструмент Европейского Союза по инвазивным чужеродным видам, посвященный правовым аспектам. Это имеет решающее значение для поощрения ответственного поведения через согласованные стандарты, руководящие принципы передовой практики, или кодексы поведения. Принцип саморегулирования считается более успешным и эффективным, чем любая другая юридически обязательная схема. По этой причине Бернская конвенция, при технической поддержке группы специалистов по инвазивным видам МСОП, разрабатывают ряд добровольных инструментов (кодексы поведения, руководящие правила), охватывающих различные сферы деятельности, потенциально связанные с внедрением видов-пришельцев (декоративное садоводство, охота, лесоразведение, ботанические сады, зоопарки и аквариумы, особо охраняемые природные территории). Развитие этих инструментов может играть важную роль в формировании осведомленности среди ключевых секторов общества, оно соответствует Стратегическому плану по сохранению биоразнообразия на 2011–2020 гг.

Контроль инвазий чужеродных видов в системе управления природно-заповедным фондом в контексте сохранения биологического разнообразия в Украине. До 1992 г., как известно, проблемы сохранения и охраны растительного и животного мира в нашей стране решались как на уровне бывшего СССР, так и собственно республики. Например, вопросы охраны растений и их местообитаний комплексно обсуждались в 1971 г. на Первом Всесоюзном совещании по проблеме [24]. Ни в одном докладе чужеродные или адвентивные растения в рассматриваемом нами контексте не упоминались. Однако в докладе И. А. Добровольского находим, что под влиянием дыма и газов зональные травяные сообщества сменяются рудеральными группировками, состоящими из адвентивных видов, и для примера упомянуты *Acroptilon repens* (L.) DC., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. и пр.

На мой взгляд, первым среди нас, ботаников бывшего СССР, тревогу в связи с чужеродными видами растений на особо охраняемых природных территориях поднял наш коллега, выдающийся русский ботаник XX века Вадим Николаевич Тихомиров, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор. В статье «Особенности охраны растительного покрова на малых заповедных территориях (на примере заповедника Галичья гора)» [25] ученый заострил внимание научной общественности на общем характере и определенной неотвратимости повсеместных фитоинвазий в наше время, как и на том, что эти явления особенно опасны в заповедниках. Статья стала важной вехой в оживлении внимания ученых к контролю фитоинвазий в СССР. Уже в январе 1989 г. В. Н. Тихомиров под эгидой Московского общества испытателей природы провел Всесоюзное совещание, материалы которого опубликованы в двух сборниках: «Проблемы изучения синантропной флоры СССР» и «Проблемы изучения адвентивной флоры СССР» [26]. Это первый форум ученых бывшего СССР в ряду последующих научных конференций, совещаний и семинаров по вопросам антропофитов в аспекте сохранения биоразнообразия в целом. Продолжалось обсуждение проблемы фитоинвазий в России и на специально организованных научных конференциях по проблеме в Туле (2003), Ижевске (2006, 2012), а биологических инвазий – на Международных семинарах в Борке Ярославской обл. (2001, 2005, 2010 и 2013) и пр.

Украинские ботаники активно участвовали в первом совещании. На заседаниях секции «Адвентивная флора» с докладами выступили несколько ученых (В. В. Протопопова, С. Л. Мосякин, В. М. Любченко, Н. Н. Бортняк, И. А. Комиссар, Д. В. Дубина, Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, Р. И. Бурда, В. С. Гумеч, С. Г. Коваленко, С. Е. Дятлов, И. П. Ружицкая, А. П. Ступак, В. И. Тихонов, В. Н. Голубев и И. В. Голубева). В работе последующих специальных конференций, организованных в России, украинские ученые также принимали участие.

Начиная с первой конференции, под руководством профессора В. Н. Тихомирова были определены актуальные задачи по изучению антропогенной трансформации растительного покрова. Ученый предлагал, как известно [26], к Всесоюзной программе исследований адвентивной флоры в качестве главных включить 7 направлений. Главное среди них – флористическое – регистрация новых находок заносных видов, документация наблюдений гербарным и картографическим материалом. Остальные шесть направлений выходят за рамки собственно флористических. Их решение возлагалось на систематиков, фитоценологов, экологов, физиологов, генетиков. Все эти вопросы непосредственно касаются знаний, необходимых для оптимальной организации сохранения биологического разнообразия.

В Украине за последние десятилетия проблемы синантропизации растительного покрова, включая инвазии чужеродных видов, рассматривались на многих форумах, съездах Украинского ботанического общества, конференциях по промышленной ботанике и пр. Кроме того, две специальные Всеукраинские конференции «Синантропизация растительного покрова Украины» проведены в апреле 2006 г. и сентябре 2012 г. в г. Переяславе – Хмельницком [27]. В эти же годы украинские ботаники принимали участие в ряде международных конференций и совещаний по вопросам адвентивных растений. Работы украинских специалистов по фитоинвазиям (свыше 700 публикаций только в 1991–2013 гг.) известны ученым Европы и мира [9]. Ситуация с исследованием чужеродных видов сосудистых растений в Украине очевидна. Изучен видовой состав, таксономическая и типологическая структура фракции антропофитов в пределах Украины в целом и большинства административных областей. Свыше 870 спонтанно поселившихся сосудистых растений флоры Украины являются биогеографически чужеродными видами. Исследованы те же характеристики адвентивного элемента флоры в главных типах ее антропогенной трансформации: особенно урбанофлоры, флоры техногенных экотопов, не имеющие природных аналогов, флоры агросферы, а также в пределах флор, способных к самовосстановлению. В меньшей степени изучены инвазии чужеродных видов в локальных флорах природно-заповедного фонда. Изучение этого типа антропогенной трансформации флор продолжается, для многих из них опубликованы таксономические и типологические характеристики. Приблизительно в эти же годы в серии «Человек и Биосфера» (МАН) изданы книги о растительном покрове ряда природных заповедников. Только в некоторых из них анализируется адвентивная фракция флоры [28]. В большинстве случаев имеются списки видов, которые пригодны для определения доли участия чужеродных видов [29; 30]. Последняя сводка о флорном разнообразии биосферных, природных заповедников и национальных природных парков содержит некоторые обобщенные сведения о наличии чужеродных видов растений во флорах объектов упомянутых категорий охраны [31]. На фоне Глобальной и Европейской стратегий по инвазивным чужеродным видам ведущими специалистами-ботаниками в 2003 г. предложен «Рабочий вариант национальной стратегии по проблеме неаборигенных видов» и обнародован перечень 85 адвентивных видов с высокой инвазивной способностью [32]. Однако национальная стратегия по инвазивным чужеродным видам в нашей стране до сих пор не утверждена, а упомянутый список инвазивных чужеродных видов не является официальным и известен лишь в научных кругах.

Определенную роль в соблюдении принципа сплошной пространственной охраны сыграло принятие Украиной Европейской конвенции о ландшафтах [13]. Цели ее – содействие охране, управлению и планированию ландшафтов и организация европейского сотрудничества по проблематике ландшафтов. Конвенция призывает признать ландшафты юридически важнейшим компонентом окружения человека, выражением разнообразия общего человеческого культурного и природного наследия и основой идентичности человека. Она предполагает «управление ландшафтом», что означает действие, с точки зрения устойчивого развития, по обеспечению

регулярного ухода за ландшафтом с тем, чтобы направлять и гармонизировать изменения, вызванные социальным, экономическим и экологическим развитием. Контроль инвазивных чужеродных видов в управлении ландшафтом неизбежен. Кроме того, Европейская конвенция о ландшафтах включает «планирование ландшафта», как активные, нацеленные на перспективу действия по укреплению, восстановлению и созданию ландшафтов, что не возможно без контроля инвазий чужеродных видов. Авторы фундаментального издания, касающегося непосредственно создания национальной экологической сети Степной зоны Украины [7], среди угроз биоразнообразию выделяют биотическое загрязнение, упоминая инвазии адвентивных видов наряду с фитопатологическими инвазиями и неконтролируемой интродукцией [7: 21]. Перечисляя исходные положения проектирования зональной экосети, они прогнозируют одним из результатов ее создания «предупреждение интродукции неаборигенных видов организмов, угрожающих экосистемам, аборигенным видам и сообществам или здоровью населения» [7: 30].

В последние годы Украиной сделан важный шаг на пути присоединения к Европейской экологической сети в рамках формирующейся Изумрудной сети. Проект Изумрудной сети Украины выполнен экспертами Интерэкоцентра в творческом содружестве с Советом Европы и Минприроды Украины [8]. Как подчеркивают авторы упомянутой книги, они ставили целью познакомить представителей государственных органов, руководителей объектов природно-заповедного фонда, собственников земли и землепользователей, научных работников, общественность и прочих заинтересованных лиц и организации с процессом формирования Изумрудной сети Европы и предложениями ученых относительно 151 потенциального объекта ее в Украине. Потенциальные объекты расположены по всей территории страны на площади около 4 млн. га. Следует отметить, что к ним отнесены высшие категории природно-заповедного фонда (биосферные и природные заповедники, национальные природные парки, некоторые заказники), а также прочие «территории особого природоохранного значения». Согласно Рекомендации № 16 (1989) «О территориях особого природоохранного значения» Постоянного комитета Бернской Конвенции [33] Изумрудные объекты – это территории, на которых обитают виды растений, обитают или временно находятся виды животных и имеются местообитания Бернской конвенции [12], и которые отвечают прочим условиям, достаточным, чтобы территория могла получить статус Изумрудного объекта. Представленные материалы, как и рекомендации и выводы, не являются официальными, они отражают точку зрения авторов и могут не совпадать с позицией Департамента заповедного дела Минприроды. Однако, как подчеркивают авторы, при подготовке проекта была собрана полная информация, необходимая для получения каждым из предлагаемых объектов статуса Изумрудного объекта. Разумеется, что присвоение этого статуса может быть осуществлено Украиной лишь после рассмотрения потенциальных Изумрудных объектов Постоянным комитетом Бернской конвенции и его позитивного решения. На 33-м заседании Постоянного комитета 3–6.12.2013 г. все представленные потенциальные объекты Изумрудной сети Украины были официально номинированы Кандидатами изумрудных объектов (документ T-PVS/PA (2013) 12) и включены в список среди 1245 объектов Изумрудной сети Европы [23]. Этот факт повышает ответственность нашей страны за состояние интеграции контроля инвазивных чужеродных видов в систему управления особо охраняемых природных территорий.

Перспективы интеграции контроля инвазий чужеродных видов и системы управления природно-заповедным фондом как принципа сохранения биологического разнообразия в Украине. В сложившейся ситуации к двум важнейшим провозглашенным принципам создания и функционирования природно-заповедного фонда необходимо добавить третий – принцип контроля инвазивных чужеродных видов в системе управления природно-заповедным фондом. Перспективы развития природно-заповедного фонда и системы его управления, несомненно, связаны с выполнением Украиной европейских и международных Конвенций и других нормативных и рекомендательных решений. В ближайшее время до 2020 г. в рамках Закона Украины «Об основных положениях (стратегии) государственной экологической политики Украины на период до 2020 года» [16] предусмотрено прекращение потерь биологического и ландшафтного разнообразия и формирование экологической сети. Задачами в этой сфере являются: создание к 2015 году системы мер по видам-вселенцам и обеспечение контроля проникновений видов в экосистемы, включая морские (Цель 5). Запланировано также довести к

2015 году площадь национальной экологической сети до 41 % территории страны. Это уровень, необходимый для обеспечения экологической безопасности. Закон предусматривает внедрение системы природоохранных мероприятий сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Намечено расширение площади природно-заповедного фонда до 10 % общей территории страны в 2015 г. и до 15 % в 2020 г. Доля территорий природно-заповедного фонда в числе 8029 объектов различных категорий на 01.01.2013 г. составляла 6,05 % общей площади Украины. Важным в контексте рассматриваемой проблемы инвазивных чужеродных видов является декларируемое этим Законом внедрение к 2020 г. экосистемного подхода в управленческую деятельность и адаптация законодательства Украины в сфере сохранения окружающей природной среды к требованиям директив ЕС.

Рассмотрим восемь правил поведения, постулируемых «Европейским руководством по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам» [15], в контексте сложившихся природоохранной политики и практики в Украине. Возрастание осведомленности о биологических инвазиях на всех уровнях в значительной степени определяется активностью ученых институтов НАН Украины, НААН Украины, соответствующих НИИ и кафедр ведущих университетов и других вузов Украины. В сложившейся ситуации только некоторые из объектов высших категорий природно-заповедного фонда в составе научных отделов имеют персонал соответствующего уровня. Судя по публикациям, исследования чужеродных видов проводятся в Черноморском и Дунайском биосферных заповедниках, Полесском, Каневском, Мыс Мартыан, Опукском и Казантипском природных заповедниках, Подольские Товтры, Святые Горы и Деснянско-Старогутский национальных природных парках и прочих [9]. Статьи, в которых бы обсуждались проблемы контроля инвазивных чужеродных растений в границах природно-заповедного фонда или на прилегающих территориях, почти отсутствуют. Впрочем, необходимо оговорить, что отдельные категории природно-заповедного фонда – ботанические сады и дендропарки, – в силу своих специфических задач, в большей или меньшей степени контролируют инвазивные чужеродные виды в своих границах, на прилегающих территориях и в местах производственного внедрения отобранных образцов, прошедших первичные интродукционные испытания. Начиная с прошлого года, при Совете ботанических садов и дендропарков Украины действует специальная Секция фитоинвазий [34]. В дальнейшем осведомленность, видимо, должна достигаться большими усилиями ученых, непосредственно сотрудников природно-заповедного фонда при существенной поддержке Минприроды.

Намного сложнее для осуществления правило осознанности угроз и рисков биологических инвазий для биоразнообразия и качества жизни. Приводимые для Украины уровни фитобиотического загрязнения (средняя доля чужеродных видов в спонтанной флоре – 14–16 %, в урбанофлорах – до 30 %, в агрофитоценозах – 52 %) без экономических расчетов материальных убытков и финансовых затрат для лиц, принимающих решения, не являются убедительными. Более того, некоторые биологи, в том числе экологи, остаются равнодушными к проблемам биоинвазий. Конечно причина этому – неосознанность угрозы их для сохранения биоразнообразия. Среднепогодное участие биогеографически чужеродных видов (фоновое фитобиотическое загрязнение) во флорах территорий особой государственной охраны (объектах высших категорий природно-заповедного фонда) на равнинной части Украины составляет 8–10 %. Участие чужеродных видов в локальных флорах трех высших категорий природно-заповедного фонда достигает 8–24 % при среднем – 14,2 %. Этот уровень несколько выше приводимых данных для особо охраняемых природных территорий Европы – от 6 до 18 % чужеродных видов в целом, или же между 2 и 5,5 % – инвазивных чужеродных видов [22]. Для заповедников Европейской части России указывают от 1,6 до 21,8 %, при среднем – 8,5 % [35]. Выполнение функции сохранения генофонда природно-заповедным фондом и его роль, как эталона зональных экосистем, в такой ситуации подлежат сомнению.

Из предыдущего правила вытекает следующее, не менее важное – интеграция контроля инвазивных чужеродных видов и системы управления природно-заповедным фондом. К сожалению, имеются лишь отдельные публикации в Украине, отражающие этот аспект. Исключение составляют эпизодические сообщения о практике запретов, налагаемых на выращивание декоративных растений по утвержденному научно-техническим советом списку в

Черноморском биосферном заповеднике [36]. Решение этой задачи без кардинального изменения политики управления природно-заповедным фондом не представляется возможным. Международным экологическим форумом «Довкілля – 2010» по инициативе автора этой статьи впервые было принято решение об обязательном включении в главный ежегодный отчетный документ биосферных, природных заповедников и национальных природных парков – Летопись природы – отдельного раздела «Чужеродные виды». Но этого первого шага оказалось недостаточно. Видимо, в штатное расписание заповедников и национальных природных парков следует вводить соответствующие единицы научных сотрудников и менеджеров или же вменять эти обязанности уже существующим должностям. Такое решение целиком будет соответствовать европейским правилам поведения по инвазивным чужеродным видам, в частности, правилу развития кадрового потенциала.

Следующие четыре европейских правила поведения по инвазивным чужеродным видам на особо охраняемых природных территориях связаны между собой настолько, что соблюдение одного из них фактически невозможно без выполнения остальных. Профилактические действия как приоритетные на различных пространственных уровнях должны опираться на надежную информационную сеть обмена результатами наблюдений и мониторинга. Быстрое обнаружение и разработка системы мер стандартного оперативного реагирования требуют контроля инвазивных видов вне природно-заповедного фонда и надежной информационной базы. Выполнение всех этих правил в Украине сегодня проблематично. Тесное сотрудничество с институтами и лицами, принимающими решения по поддержке жесткой политики относительно инвазивных чужеродных видов, руководителям и менеджерам объектов природно-заповедного фонда еще предстоит наладить. Согласно «Европейским рекомендациям по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам» Украине следует разработать национальную стратегию по инвазивным чужеродным видам на особо охраняемых природных территориях, что может стать стимулом к утверждению Национальной стратегии по биогеографически чужеродным видам. Необходимо также принять ряд рекомендательных национальных, отраслевых и региональных документов, в частности, Кодекс поведения по интеграции системы управления природно-заповедным фондом и политики по инвазивным чужеродным видам.

ВЫВОДЫ

Проблема интеграции контроля инвазивных чужеродных видов и системы управления особо охраняемыми природными территориями в мире вызвана сложившимися вызовами и рисками биоразнообразию. Главные из них: обеднение генофонда, разрушение естественных сред существования и инвазии биогеографически чужеродных видов. Предпосылки излагаемой идеи в том, что особо охраняемые природные территории являются единственными очагами биоразнообразия, центрами его изучения и одновременно наиболее уязвимой мишенью для биологических инвазий. Суть идеи состоит в объединении задания предупреждения, контроля и ликвидации инвазивных чужеродных видов с другими задачами сохранения биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях. Причем этот интегрированный комплекс мероприятий должен применяться также вне официальных границ особо охраняемых природных территорий. Опираясь на научный потенциал и менеджерский опыт последних, необходимо внедрить жесткую практику формирования устойчивости экосистем по отношению к биологическим инвазиям на всей территории страны, Европы и в мире в целом.

Практика интеграции контроля инвазивных чужеродных видов и системы управления особо охраняемыми природными территориями в мире и Европе свидетельствует о непростых путях решения этой проблемы. Европейское сообщество, готовясь к введению единого нормативного документа ЕС по проблеме инвазивных чужеродных видов, обязательного для всех стран-членов, предпочитает, в ожидании этого события, принимать разнообразные рекомендательные документы типа «Руководств», «Кодексов поведения», «Правил», касающихся различных сфер.

Украина предпринимает серьезные шаги по формированию системы особо охраняемых природных территорий в составе природно-заповедного фонда, национальной экологической сети и Изумрудной сети. В стране уже идентифицированы свыше 870 чужеродных видов сосудистых

растений, что составляет 14–16 % спонтанной флоры. Определен уровень фонового фитобиотического загрязнения равнинной части Украины (8–10 %). Однако чужеродные виды в системе природно-заповедного фонда изучаются лишь эпизодически. Природоохранная политика нуждается в существенных изменениях. В частности необходимо признание наряду с провозглашенными двумя принципами создания и функционирования природно-заповедного фонда – сплошной охраны и полифункциональности объектов – третьего – принципа контроля инвазивных чужеродных видов. Исполняя обязательства страны – Стороны Конвенции ООН О биоразнообразии и Бернской Конвенции, в целях предупреждения, минимизации рисков и контроля инвазивных чужеродных видов, Украине необходимо осуществить правовые и организационные меры – разработать и ввести национальные и региональные документы, регламентирующие политику по чужеродным видам растений, – одной из главных угроз биоразнообразию. Для активного введения Правил Кодекса поведения, изложенных в «Европейских рекомендациях по особо охраняемым природным территориям и инвазивным чужеродным видам», например, потребуются существенные материальные затраты и определенное время. Однако это необходимо сделать, поскольку репрезентативная и эффективно управляемая система природно-заповедным фондом, в которую интегрирован контроль инвазивных чужеродных видов, имеет решающее значение для сохранения биоразнообразия, обеспечения выполнения экосистемных услуг, как и для устойчивого развития.

Список литературы

1. Червона книга Української РСР / [відп. ред. К. М. Ситник]. – К.: Наукова думка, 1980. – 504 с.
2. Червона книга України: Рослинний світ / [під заг. ред. Ю. Р. Шеляга-Сосонко]. – К.: Українська енциклопедія імені М. П. Бажана, 1996. – 608 с.
3. Червона книга України: Рослинний світ / [ред. Я. П. Дідух]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 911 с.
4. Закон України Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 47. – Ст. 405.
5. Закон України Про екологічну мережу України // Відомості Верховної Ради України. – 2004. – № 45. – Ст. 502.
6. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Концепція, методи і критерії створення екосети України / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, М. Д. Гродзинський, В. Д. Романенко / [ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 144 с.
7. Екомережа степової зони України: принципи створення, структура, елементи / [ред.: Д. В. Дубина, Я. І. Мовчан]. – К.: LAT & K, 2013. – 409 с.
8. Смарагдова мережа України / [О. Р. Болтачов, Я. П. Дідух, О. В. Дудкін, І. Б. Іваненко, Є. П. Карпова, О. В. Кохан, В. А. Онищенко, Г. В. Парчук, Л. Д. Проценко, І. П. Сіренко, Т. Д. Соломаха, О. В. Червоненко, О. А. Яремченко] / [ред. Л. Д. Проценко]. – К.: Хімджест, 2011. – 192 с.
9. Чужорідні види флори України: роки і автори. Бібліографічний покажчик. Вип. 1 / [Р. І. Бурда, В. В. Протопопова, М. В. Шевера, М. О. Голівець]. – К.: Фітосоціоцентр, 2013. – 68 с. Вип. 2. – 2014. – 85 с. [Електронний ресурс]. – 2014. Режим доступу: <http://www.botany.kiev.ua/doc/bibliograf.pdf> або <http://www.ieenas.org>.
10. Іващенко О. О. Європейська політика щодо інвазійних чужорідних видів рослин та перспективи її запровадження в Україні / О. О. Іващенко, Р. І. Бурда // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ: зб. наук. праць. – К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – Вип. 20. – С. 46–54.
11. Конвенція ООН Про біологічне різноманіття. – К.: [б. в.], 1996. – 15 с.
12. Конвенція про охорону дикої флори і фауни і природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 рік). – К.: [б. в.], 1998. – 75 с.
13. Європейська ландшафтна Конвенція: Офіційний переклад [Електронний ресурс]. – 2000. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_154.
14. COP 6 Decision VI/23. Retired sections: paragraphs 9 and 32. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species [Електронний ресурс]. – 2002. Режим доступу: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7197>.
15. European Guidelines on Protected areas and IAS / Report prepared by Mr Andrea Monaco, Mr Piero Genovesi on behalf of the Bern Convention. Strasbourg, 10 June 2013 T-PVS/Inf (2013) 22. [inf22e_2013.doc] Final Version, June 2013 [Електронний ресурс]. – 2013. Режим доступу: http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/econetworks/Documents/2013/AndreaMonaco_GuidelinesPA&IAS.pdf.
16. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», від 21 грудня 2010 року № 2818-VI. [Електронний ресурс]. – 2010. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
17. World Heritage reports. World Heritage at the Vth IUCN World Parks Congress, Durban (South Africa), 8–17 September 2003 / Ed. Marc Patry, UNESCO World Heritage Centre [Електронний ресурс]. – 2003. Режим доступу: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001508/150836e.pdf>.
18. European Strategy on Invasive Alien Species / Piero Genovesi and Clare Shine Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention). Council of Europe Publishing F-67075 Strasbourg Cedex ISBN 92-

- 871-5488-0, June 2004 / Nature and environment, N 137. – [68 p.] [Електронний ресурс]. – 2004. Режим доступу: <http://www.cbd.int/doc/external/cop-09/bern-01-en.pdf>.
19. Конференція Сторон Конвенції ООН О біорізноманітності. Рішення X/31. Особо охораняємі природні території. А. Стратегія активізації дій. В. Проблеми, що потребують більшої уваги [Електронний ресурс]. – 2010. Режим доступу: <http://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=12297>.
 20. Конференція Сторон Конвенції ООН О біорізноманітності. Рішення X/38. Інвазії чужеродних видів: А. Інвазії чужеродних видів, інтродуцираних як домашні тварини, акваріумні та террариумні види і в якості живої наживки і живого корму. В. Прочіе питання, пов'язані з інвазивними чужеродними видами [Електронний ресурс]. – 2010. Режим доступу: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=12304>.
 21. IUCN's Policy Brief on Invasive and Alien Species, Biodiversity, Human Health and Food Security Biological invasions: a growing threat to biodiversity, human health and food security. Policy recommendations for the Rio+20 process drafted by IUCN SSC Invasive Species Specialist Group and Invasive Species Initiative [Електронний ресурс]. – 2012. Режим доступу: <http://www.issg.org/pdf/RioPolicybrief.pdf>.
 22. Plant Invasions in Protected Areas. Patterns, Problems and Challenges Invading Nature / [eds: L. C. Foxcroft, P. Pyšek, D. M. Richardson, P. Genovesi] // Springer Series in Invasion Ecology. – 2013. – Vol. 7. – 656 p. + [I–XXII]. DOI 10.1007/978-94-007-7750-7.
 23. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Standing Committee, 33rd Meeting Strasbourg, 3–6 December 2013. List of Decisions and Adopted Texts. Final/ Memorandum of the Secretariat established by the Directorate of Democratic Governance. – [118 p.] [Електронний ресурс]. – 2013. Режим доступу: http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/institutions/Documents/2013/Misc_2013_33rdSC_E_final_7.pdf.
 24. Вопросы охраны ботанических объектов / [отв. ред. А. М. Семенова-Тян-Шанская]. – Л.: Наука, 1971. – 308 с.
 25. Тихомиров В. Н. Особенности охраны растительного покрова на малых заповедных территориях (на примере заповедника Галичья гора) // Бюл. Моск. о-ва испыт. пр. Отд. биол. – 1984. – Т. 89, № 4. – С. 27–35.
 26. Проблемы изучения адвентивной флоры СССР. – М.: Моск. о-во испыт. природы, 1989. – 138 с.
 27. Бурда Р. І. Синантропізація флори та рослинності – загроза біорізноманіттю. II Всеукраїнська наукова конференція «Синантропізація рослинного покриву України» / Р. І. Бурда, В. В. Протопопова, М. М. Федорончук, М. В. Шевера // Вісн. НАН України. – 2013. – № 2. – С. 77–80.
 28. Луганский государственный заповедник. Растительный мир / [Е. Н. Кондратюк, Р. И. Бурда, Т. Т. Чуприна, М. Т. Хомяков]. – Киев: Наукова думка, 1988. – 187 с.
 29. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Ялтинский горнолесной государственный заповедник / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Я. П. Дидух. – Киев: Наукова думка, 1980. – 184 с.
 30. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Государственный заповедник «Мыс Мартыан» / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Я. П. Дидух, Е. Ф. Молчанов. – Киев: Наукова думка, 1985. – 256 с.
 31. Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України / [ред. В. А. Онищенко, Т. А. Андрієнко]. – Ч. 1. Біосферні заповідники. Природні заповідники. – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 406 с. Ч. 2. Національні природні парки. – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 580 с.
 32. Протопопова В. В. Вплив неаборигенних видів рослин на біоту України / В. В. Протопопова, С. Л. Мосякін, М. В. Шевера // Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К.: Хімджест, 2003. – С. 129–155; 366–372.
 33. Areal of Special Conservation Interest. В. Рекомендація N 16 (1989) Про території особливого природоохоронного значення (On areas of special conservation interest) [Електронний ресурс]. – 1989. Режим доступу: www.menr.gov.ua/.../Smarahdova%20merezha%20v%20Ukraini.pdf.
 34. Бурда Р. И. Интродукция растений: окультурирование и натурализация / Р. И. Бурда // Промышл. ботан.: сб. науч. тр. – Донецк, 2013. – Вып. 13. – С. 3–15.
 35. Морозова О. В. Участие чужеродных видов сосудистых растений во флорах заповедников Европейской России / О. В. Морозова, Н. Г. Царевская // Известия РАН, сер. географ. – 2010. – № 4. – С. 81–89.
 36. Уманець О. Ю. Комплекс заходів з обмеження інвазії адвентивних рослин на територію Чорноморського біосферного заповідника // Синантропізація рослинного покриву України: тези наук. доп. (Переяслав-Хмельницький, 27–28 квітня, 2006 р.). – К.; Переяслав-Хмельницький: [б. в.], 2006. – С. 195–197.

Бурда Р. І. Інтеграція контролю інвазивних чужорідних видів та системи управління природно-заповідним фондом // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 208–220.

У контролі глобального явища інвазій чужорідних видів міжнародні експерти відводять велику роль системі природних територій, що підлягають особливій охороні. Саме найрізноманітніші їх категорії, утворюючи єдину систему, покликані забезпечити умову збереження життя на нашій планеті – біорізноманіття. На прикладі Європейського співтовариства показана політика інтеграції контролю інвазивних чужорідних видів у систему управління природних територій, що підлягають особливій охороні, як принципу збереження біорізноманіття та сталого розвитку. На тлі оцінки еталонної ролі природно-заповідного фонду обґрунтовано інтеграцію його управління і контролю інвазій чужорідних видів як принцип політики збереження біорізноманіття в Україні.

Ключові слова: інвазивні чужорідні види, природні території, що підлягають особливій охороні, біорізноманіття, Україна.

Burda R. I. Integration of invasive alien species control into the management system of the protected areas // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 208–220.

A special role in the control of the global phenomenon of invasions of alien species international experts set to the system of protected areas. A wide variety of protected areas management categories, forming a solid system, are designed to provide conditions for the preservation of life on our planet – biodiversity. The example of the European Community demonstrates the policy of integration of invasive alien species control into the management of protected areas as a policy principle of biodiversity conservation and sustainable development. In the face of assessment of the reference value of the nature reserve fund, rationale for integration of its management and control of invasive alien species as Ukrainian wide policy principle of biodiversity conservation has been provided.

Key words: invasive alien species, protected areas, biodiversity, Ukraine.

Поступила в редакцию 28.01.2014 г.

УДК 502/504 (477):[58:581.5] (477.41)

ЕКОЛОГІЧНА СТЕЖКА ДЕРЖАВНОГО ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ ЯК ФОРМА СОЦІАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ НА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Галкін С. І., Калашнікова Л. В., Дойко Н. М., Рубіс В. Л., Бойко Н. С.

Державний дендропарк «Олександрія» НАН України, Біла Церква, alexandriapark@ukr.net

Надано інформацію щодо створення соціально-природної структури у дендропарку «Олександрія», якою є екологічна стежка. Наведено мету, завдання та призначення екостежки, критерії розробки маршруту.

Ключові слова: екологічна стежка, маршрут, природоохоронна діяльність.

ВСТУП

Зміна клімату та поглиблення екологічної кризи, викликають зміни природного середовища та загального зменшення біорізноманіття, що з кожним роком набуває загрозливіших масштабів і викликає ланцюг негативних наслідків в житті людини – кожного дня на Землі зникають десятки видів тварин і рослин. На початку XXI століття на необхідність збереження біорізноманіття спрямовані зусилля всього світового співтовариства в рамках проведеного ООН «Десятиліття освіти для сталого розвитку» (2005–2014 рр.) [9, 18].

Відповідно до прийнятого Кабінетом Міністрів України розпорядження «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття» (2000), законів України «Про екологічну мережу» (2004) і «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на 2000–2015 роки» (від 21 вересня 2000 р.), указів Президента України «Про заходи щодо подальшого розвитку природно-заповідної справи в Україні» (2005) та «Про додаткові заходи щодо розвитку природно-заповідної справи в Україні» (2009) збереження живої природи на основі системного врахування природоохоронних, економічних та соціальних інтересів суспільства, а також міжнародних зобов'язань держави визнано одним із найважливіших пріоритетів довгострокової політики України.

Традиційно сади та парки формували колекції екзотичних видів, знайомили з ними відвідувачів, виконували рекреаційну роль, вирішували прикладні завдання інтродукції та ландшафтного будівництва. В сучасних умовах, поряд з ботанічними садами, заповідниками, заказниками, національними природними парками, дендропарки є важливими осередками збереження біологічного різноманіття і ключовими територіями (природними ядрами) екологічної мережі України [2, 4]. «Екомережний» підхід дає можливість відновлювати і зберігати природні ландшафти в умовах екологізації суспільно-економічної діяльності. З метою екологічної просвіти в останні роки створюються туристичні науково-навчальні програми, найбільш поширеними з яких є екологічні стежки. Екологічна стежка – є одним з ефективних методів спілкування з природою і виховання любові до неї, який сприяє ознайомленню з природними видами рослин та тварин, рослинними угрупованнями, рідкісними та раритетними рослинами, унікальними пейзажами, а також виховує любов і повагу до оточуючої краси, формує екологічний світогляд [3, 5, 15].

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України є старовинним ландшафтним парком на території якого збереглися унікальні природні комплекси: вікова діброва, прибережні зони р. Рось та ставків, степові схили та галявини. За класифікацією фітоценозів, яка наведена в Зеленій книзі України, фітоценози парку віднесено до таких, що мають господарсько-еталонне значення і охороняються за фіто-історичними, ботаніко-географічними та хорологічними ознаками [13].

Об'єктом дослідження є природний потенціал дендропарку «Олександрія», використаний для створення соціально-природної структури, якою є екологічна стежка [7].

Метод створення екологічної стежки у дендропарку є маршрутним. Він передбачав вибір маршруту, його розробку і облаштування, здійснення контролю за станом екологічної стежки та об'єктами живої і неживої природи на ній.

Маршрут прокладено по існуючій алейній сітці вздовж привабливої місцевості згідно з «Методичними рекомендаціями до створення екологічних стежок», при цьому враховували рекреаційно-естетичний та інформаційно-пізнавальний аспекти [10]. Розроблявся маршрут шляхом пересування від одного об'єкту до іншого, на якому намагалися показати весь спектр різних ландшафтів дендропарку, включаючи антропогенні та сильно трансформовані.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

На теперішній час ландшафти парку належать до помірно пригнічених або квазіприродних екосистем з невисоким ступенем техногенної трансформації, а генетичний фонд деревних, чагарникових і трав'янистих рослин дендропарку за Постановою КМ України № 472 від 19 серпня 2002 року, внесено до Державного реєстру наукових об'єктів, що становлять Національне надбання. Дендропарк, як об'єкт природно-заповідного фонду (ПЗФ), є структурним елементом, або ключовою територією екологічної мережі України, яка забезпечує збереження найцінніших і типових для даного регіону компонентів ландшафтного та біологічного різноманіття [8].

Організація екологічної стежки, яка є специфічною формою екологічного виховання населення і одним із засобів проведення еколого-освітньої роботи у дендропарку «Олександрія», має свою історію. Першу екологічну стежку дендропарку було розроблено у 1990 р., вона починалася від Головного входу і закінчувалася на Палієвій горі. До складу маршруту входило 14 природних та історичних об'єктів [16]. У 2005 р. стежку було доповнено інформацією про флору та стан водних екосистем парку [1]. У 2012 р. було розроблено науково-навчальний маршрут «Екологічна стежка дендропарку «Олександрія», до якого увійшло 22 об'єкти [6]. На підставі проведеної наукової та практичної роботи у 2013 році розроблено новий маршрут із 25 складових елементів, де враховано всю вище вказану інформацію [11].

Екологічна стежка дендропарку «Олександрія» надає унікальну можливість спостерігати елементи первинної природної рослинності – старовікову діброву, раритетні та рідкісні дерева, водойми, мальовничі схили, історичні архітектурні будівлі та поєднувати все це з активним відпочинком в умовах мальовничих ландшафтів. Основна її мета – показати відвідувачам, що особлива цінність дендропарку полягає в гармонійному поєднанні природних ландшафтних комплексів з історичними об'єктами. Усвідомлення унікальності дендропарку підвищує відповідальність людей при збереженні його біологічного та ландшафтного різноманіття, сприяє вихованню почуття любові до природи і формує екологічний світогляд. Тому, основними завданнями, які стояли при розробці нового проекту екологічної стежки, були: ознайомлення відвідувачів з об'єктами живої (природними та інтродукованими рослинами та угрупованнями, природними видами тварин) та неживої природи; розробка та проведення на відповідних об'єктах природоохоронних заходів (висаджено додаткові види рослин, встановлено інформаційні щити, аншлаги, стенди, таблички, інше обладнання).

Довжина маршруту складає 7 км, час проходження із зупинками для відпочинку – 4 години. Він починається від Головного входу (біля входу знаходиться стоянка для автомобілів) і закінчується в Західній балці (біля Господарського в'їзду в дендропарк). Маршрут нанесено на картосхему дендропарку, де вказано назву стежки, її протяжність, час і напрям руху, розміщення 25 об'єктів (складових елементів) і місць відпочинку. Щити із картосхемою встановлено на початку маршруту (біля Головного входу), а також біля Північного входу, адміністрації і господарчого в'їзду (рис. 1).

За призначенням, або за тематикою, екологічна стежка дендропарку є комплексною – науково-пізнавальною, а запропонований маршрут – еколого-пізнавальним. За характером маршруту стежка є лінійною. Головними вимогами до вибору маршруту були такі критерії: перший – рекреаційно-естетичний, тобто доступний для відвідувачів.



Рис. 1. Картосхема маршруту екологічної стежки дендропарку «Олександрія»

Маршрут прокладений від одного об'єкту до іншого вздовж характерних природних та штучних угруповань і ландшафтів парку: діброви, ставків та джерел, галявин, архітектурних споруд. Складовими елементами екологічної стежки є рослини природних та інтродукованих видів, типові представники фауни (близько 80 різних видів тварин: 4 види класу земноводних, 5 видів – плазунів, 62 види – птахів, 7 видів – ссавців), природні та штучні ландшафти та паркові композиції – «Царський сад», балка «Глобус», джерело «Лев», архітектурні та гідротехнічні споруди – «Колоната Луна», «Руїни», «Китайський місток», де відвідувачі знайомляться з природою та історією створення дендропарку. Зупинки обладнано інформаційними аншлагами, стендами, інформацію про рослини відображено на табличках.

Другий критерій вибору маршруту – його інформативність, яка визначається поєднанням унікальності ландшафтів дендропарку з їх типовістю (широколистяними лісами лісостепової зони України з характерними природними видами).

Типові природні комплекси дендропарку – це насадження лісового типу, діброва, степова екосистема на Палієвій горі, трав'яна рослинність галявин і урочищ біля ставків та р. Рось. На стежці знайомимо відвідувачів з типовими рослинами природних видів деревних рослин: *Quercus robur* L., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Salix alba* L., *Salix acutifolia* Willd., *Salix caprea* L., *Populus tremula* L.; видовим різноманіттям трав'яної рослинності діброви, галявин (Великої, Нагірної, Горіхової) та урочищ: *Matteucia struthiopteris* (L.) Tod., *Asarum europeum* L., *Scilla bifolia* L., *Anemone ranunculoides* L., *Ficaria verna* Huds., *Gagea lutea* (L.) Ker.-Gawl., *Gagea minima* (L.) Ker.-Gawl., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Stellaria graminea* L., *Viola odorata* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Tanacetum vulgare* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Salvia pratensis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. та інші; степу, де ростуть 80 видів рослин, серед яких – *Achillea nobilis* L., *Asyneuma canescens* (W. K.) Griseb. et Schenk, *Artemisia austriaca* Jacq., *Ornithogalum gussonei* Ten., *Eryngium campestre* L., *Eryngium planum* L., *Centaurea jacea* L., *Euphorbia cyparissias* L. На степовій ділянці фрагментарно збереглося угруповання формації ковили волосистої *Stipeta capillatae*, яке занесене до Зеленої книги України [12], а також рослини, які охороняються Червоною книгою України [18] – *Stipa capillata* L., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla grandis* Wend., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. (рис. 2).



Рис. 2. Приклад інформаційного стенду (1,0×0,7 м)

В ландшафтних композиціях парку ростуть раритетні природні та інтродуковані дерева, віком 180–220 років, які мають історичну, наукову та меморіальну цінність: *Populus × canescens* (Ait.) Smith, *Populus alba* L., *Populus nigra* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., *Pinus strobus* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Larix decidua* Mill., *Larix polonica* Racib., *Larix sibirica* Ledeb., *Juniperus virginiana* L., *Liriodendron tulipifera* L., *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus rubra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Fagus sylvatica* L., *Juglans nigra* L., *Tilia euchlora* Koch. та інші.

Надзвичайно важливим є той факт, що під час проходження екологічною стежкою, відвідувачі мають можливість ознайомитися з рідкісними рослинами, які охороняються Червоною книгою України [19] і потребують особливого до себе ставлення: *Fraxinus ornus* L., *Taxus baccata* L., *Larix polonica*, *Euonymus nana* Bieb., *Spiraea polonica* Blocki, *Syringa josikaea* Jacq., *Staphylea pinnata* L., *Cephalaria litvinovii* Bobr., *Asphodeline lutea* (L.) Reichenb., *Cerastium biebersteinii* DC., *Dianthus gratianopolitanus* Vill., *Campanula carpatica* Jacq. та інші (рис. 3).

Водна та прибережна рослинність парку, з якою відвідувачі знайомляться біля ставків Центральної балки, налічує 118 видів рослин: *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., Mey. et Scherb., *Iris pseudacorus* L., *Caltha palustris* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Nymphaea alba* L., *Nymphaea candida* J. et C. Presl, *Nuphar lutea* (L.) Smith та інші. Останні три види занесені до Червоного списку макрофітів України [17].

Сучасний колекційний фонд фіторізноманіття дендропарку налічує 2021 видів та культиварів [14]. Кількома поколіннями співробітників сформовано експозиційно-колекційні ділянки, на яких зібрано наукові колекції з інтродукованих рослин цінних видів та культиварів: «Коніферетум» – ділянка хвойних рослин (44 види та 170 культиварів з родів *Taxus*, *Juniperus*, *Thuja*, *Picea*, *Pinus* та ін.), «Сірінгарій» – колекція культиварів бузку звичайного (34 культивари української та зарубіжної селекції), «Фрутіцетум» – ділянка гарноквітучих чагарників (206 видів та 34 культивари), «Розарій» – ділянка сортових троянд (115 культиварів), ділянка рідкісних рослин (84 види).

Наслідки антропогенного навантаження на природні ландшафти особливо наглядно ілюструють об'єкти екологічної стежки в Західній частині дендропарку. Тривале техногенне

забруднення, появу якого пов'язують з діяльністю гальванічного цеху авіаремонтного заводу, розташованого поруч з дендропарком, негативно впливає на стан природної рослинності, кількість сухих та суховершинних дерев тут в останній час набагато збільшилася. У верхів'ї Західної балки просочування нафтопродуктів на поверхню ґрунту відбувається на відрізку 35 м завдовжки.



Рис. 3. Приклад інформаційного аншлагу (0,4×0,6 м)

Екологічна стежка розрахована на такі категорії відвідувачів: школярів, студентів, вчителів, ботаніків, екологів і просто небайдужих людей до проблем збереження рідної природи. Відвідувати стежку можливо в складі екскурсійної групи і самостійно. Максимальна кількість чоловік в групі – 30, це пов'язано із кількістю місць для відпочинку. Екскурсія пішохідна, орієнтована на «середнього за віком відвідувача». Стежка сезонна, терміни її функціонування – з травня по листопад.

ВИСНОВКИ

Таким чином, екологічна стежка, створена на території дендропарку «Олександрія», може розглядатися як зразок освітньо-виховної природоохоронної діяльності серед дендропарків та інших наукових установ НАН України, які входять до природно-заповідного фонду. Вперше серед вітчизняних дендропарків та парків пам'яток садово-паркового мистецтва, яких в Україні нараховується близько 600 об'єктів, створено екологічну стежку довжиною 7 км. Метою такої стежки є виховання екологічної культури і поведінки людини у взаємовідносинах з природою, бачення проявів антропогенного впливу і оцінки його наслідків на оточуюче середовище, формування у людини екологічного світогляду.

Список літератури

1. Бабенко Л. Інформативний огляд водних споруд та їх компонентних складових на екологічній стежині в дендрологічному парку «Олександрія» / Л. Бабенко // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2005. – Вип. 260. – С. 12–18.
2. Байрак О. М. Проблеми збереження, відновлення та оптимізації історичних садово-паркових об'єктів / О. М. Байрак // IV Міжнар. наук. конф., присв. 225-річчю дендрологічного парку «Олександрія» «Збереження та

- реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку» 23–26 вересня 2013 р.: матер. – Біла Церква, 2013. – Ч. 1. – С. 10–12.
3. Білявський Г. О. Проблеми формування екологічної мережі України в контексті збалансованого розвитку / Г. О. Білявський, О. В. Мудрак // Вісник Житомир. націон. аграрного університету. – 2009. – № 1. – С. 117–129.
 4. Галкін С. І. Історичні насадження дендропарку «Олександрія» НАН України як ключова ботанічна територія в Україні / С. І. Галкін // Інтродукція рослин. – 2010. – № 3. – С. 77–80.
 5. Галкін С. І. Досвід освітньо-виховної діяльності дендрологічних парків НАН України (на прикладі дендропарку «Олександрія») / С. І. Галкін // Інтродукція рослин. – 2011. – № 3. – С. 89–92.
 6. Галкін С. І. Екологічна стежка / С. І. Галкін, Л. В. Калашнікова. – Біла Церква: БЦФ ТОВ «Дельфін», 2012. – 30 с.
 7. Галкин С. И. Рациональное использование природного потенциала дендропарка «Александрия» НАН Украины в концепции развития экологической сети Украины / С. И. Галкин, Л. В. Калашникова, Н. М. Дойко // Всероссийская науч.-практич. конф. «Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов» 27–28 марта 2013 г.: матер. – Махачкала, 2013. – С. 187–189.
 8. Галкин С. И. Государственный дендрологический парк «Александрия» НАН Украины: 225-летняя история и перспективы / С. И. Галкин // IV Міжнар. наук. конф., присв. 225-річчю дендрологічного парку «Олександрія» «Збереження та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку» 23–26 вересня 2013 р.: матер. – Біла Церква, 2013. – С. 3–9.
 9. Демидов А. С. Экологическое образование как одна из важнейших задач стратегии ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений / А. С. Демидов, С. А. Потапова // Междунар. науч. конф. «Учебная и воспитательная роль ботанических садов и дендропарков» 21–24 сентября 2009 г.: матер. – Симферополь, 2009. – С. 198–202.
 10. Екологічна стежка. Методичні рекомендації до створення. Дідактичне значення / [Я. П. Дідух, О. Т. Крижанівська, О. Т. Попович, Ю. О. Войтюк]. – К., 2001. – 28 с.
 11. Екологічною стежкою дендропарку «Олександрія» / [С. І. Галкін, Л. В. Калашнікова, Н. М. Дойко, В. Л. Рубіс, Н. С. Бойко]. – Біла Церква: Білоцерківдрук, 2013. – 40 с.
 12. Зелена книга України / [від. ред. Я. П. Дідух]. – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
 13. Калашникова Л. В. Фитоценотическая и фитосозологическая ценность фитоценозов дендропарка «Александрия» / Л. В. Калашникова, Н. М. Дойко // Міжнар. наук.-практич. конф., присв. 20-річчю природного заповідника «Медобори» «Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє» 26–28 травня 2010 р.: матер. – Тернопіль, 2010. – С. 356–363.
 14. Каталог деревних рослин дендрологічного парку Олександрія» НАН України / [від. ред. С. І. Галкін]. – Біла Церква, 2013. – 62 с.
 15. Кирпичева Л. Ф. Экскурсии на базе ботанического сада Таврического национального университета им. В. И. Вернадского как элемент культурно-просветительской работы среди населения / Л. Ф. Кирпичева // Междунар. науч. конф. «Учебная и воспитательная роль ботанических садов и дендропарков» 21–24 сентября 2009 г.: матер. – Симферополь, 2009. – С. 160–162.
 16. Кляшторна Г. В. Екологічна стежка в дендропарку «Олександрія» / Г. В. Кляшторна. – К.: Час, 1990. – 8 с.
 17. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / [отв. ред. С. Гейны, К. Сытник]. – К.: Наукова думка, 1993. – 434 с.
 18. Роль ботанических садов в реализации концепции устойчивого развития / [Л. А. Багрова, Л. П. Вахрушева, Л. Я. Гаркуша, А. И. Репецкая] // Междунар. науч. конф. «Учебная и воспитательная роль ботанических садов и дендропарков» 21–24 сент. 2009 г.: матер. – Симферополь, 2009. – С. 13–15.
 19. Червона книга України. Рослинний світ / [від. ред. Я. П. Дідух]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.

Галкин С. И., Калашникова Л. В., Дойко Н. М., Рубис В. Л., Бойко Н. С. Экологическая тропа Государственного дендропарка «Александрия» НАН Украины как форма социальной структуры природно-заповедных территорий // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 221–226.

В статье подана информация по созданию социально-природной структуры в дендропарке «Александрия», которой является экологическая тропа. Приведены цель, задачи и назначение экотропы, критерии разработки маршрута.

Ключевые слова: экологическая тропа, маршрут, природоохранная деятельность.

Galkin S. I., Kalashnikova L. V., Doiko N. M., Rubis V. L., Boiko N. S. Ecological path in the state dendrology park «Alexandria» of the National Academy of Sciences of Ukraine as a form of social structure of national reservation territory // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 221–226.

In the article has been given the information for creating of ecological path – the social natural structure in the dendrology park «Alexandria» of the National Academy of Sciences. The method, tasks, nomination of creates of ecological path and routes are present.

Key words: ecological path, route, activity of guarding of nature.

Поступила в редакцію 28.01.2014 г.

УДК 712 (477.91-2С)

ПАРК-ПАМЯТНИК САДОВО-ПАРКОВОГО ИСКУССТВА МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «СУДАК»

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

¹Карадагский природный заповедник, Феодосия, ira_potapenko@mail.ru

²Никитский ботанический сад – Национальный Научный Центр, Ялта, Klymenko.gnbs@mail.ru

Изложены результаты дендрологической инвентаризации зеленых насаждений ТОК «Судак» в Юго-Восточном Крыму. В составе дендрофлоры парка выявлено 129 видов и 9 декоративных форм, которые относятся к 82 родам 43 семейств. Определены группы по жизненным формам, частоте встречаемости и состоянию растений. Даны рекомендации по расширению ассортимента декоративных растений с учетом местных условий.

Ключевые слова: парк-памятник «Судак», состав дендрофлоры, юго-восточный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Парки, расположенные в Юго-Восточном Крыму, до настоящего времени изучены слабо, хотя значимость таких работ очевидна из-за необходимости качественного улучшения состояния зеленых насаждений здравниц и домов отдыха в регионе. Как известно, наличие парковой зоны в том или ином объекте рекреации резко повышает его привлекательность – зеленые насаждения в летний зной защищают от палящего солнца, оказывают лечебный эффект на организм человека (выделяют фитонциды), способствуют эмоциональной разрядке, доставляют эстетическое удовольствие. Основой любого паркового ландшафта являются деревья и кустарники, произрастающие в нем. Поэтому изучение видового состава и экологических свойств древесных растений необходимо для формирования высокодекоративных и устойчивых культурфитоценозов. В подавляющем большинстве случаев в исследуемом регионе невозможно проследить этапы формирования парков, также как и изменение во времени состава древесных растений в них из-за полного отсутствия каких-либо данных. Парк туристическо-оздоровительного комплекса (ТОК) «Судак» является редким исключением из общего правила, что делает его особо значимым как с научной, так и практической точек зрения.

Цель работы – выявить видовое и формовое разнообразие дендрофлоры парка, проследить его формирование в историческом аспекте и предложить пути наиболее эффективного развития паркового комплекса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

ТОК «Судак» расположен в юго-западной части г. Судак, на берегу Черного моря. Судак в настоящее время является известным курортом Юго-Восточного Крыма, который всегда привлекал к себе тысячи туристов и отдыхающих. Популярность Судак связана с выгодным географическим положением, уникальной красотой окружающих гор, своеобразным микроклиматом, теплым морем, просторными пляжами, живописными окрестностями. На территории города расположены ряд крупных домов отдыха, пансионатов и здравниц, привлекательность которых усиливается благодаря наличию в них роскошных парков. Достаточно сказать, что во всем Юго-Восточном Крыму только два парка-памятника садово-паркового искусства, и оба они расположены в Судак.

Исследования парка ТОК «Судак» проводились нами дважды: весной–летом 2003 г. и осенью 2013–весной 2014 гг. При этом был определен видовой и количественный состав древесных насаждений, формовое разнообразие, а в последнем случае также оценено состояние растений по 3-балльной шкале [2]:

- хорошее (3 балла) – деревья здоровые, нормально развиты, листва густая, равномерно размещена на ветвях, листья нормального размера и окраски, нет признаков болезней и вредителей, повреждений ствола и скелетных ветвей, а также дупел;

- удовлетворительное (2 балла) – деревья здоровые, но с признаками замедленного роста, с неравномерно развитой кроной, на ветвях мало листьев, имеются незначительные механические повреждения и небольшие дупла;

- неудовлетворительное (1 балл) – деревья очень ослаблены, стволы искривлены, крона слабо развита, есть сухие и засыхающие ветви, прирост однолетних побегов незначителен, механические повреждения ствола, дупла.

Систематическое положение, объем и номенклатура таксонов приняты по С. Л. Мосякину и М. М. Федорончуку [1]. Проведен ботанико-географический анализ дендрофлоры согласно классификации А. Л. Тахтаджяна [6], изучен состав жизненных форм согласно системе И. Г. Серебрякова [5]. Для определения частоты встречаемости приняты следующие условные обозначения: вид (форма) представлен единично (ед) – 1–10 экземпляров (иногда в различных участках парка); встречается часто (ч) – от 10 до 100 экземпляров; массово (м) – более 100 экземпляров; единичные экземпляры (ед. экз.) от 1 до 3 только в одном месте парка. Для видов, количество которых сосчитать невозможно, например *Hedera taurica*, мы отмечали только присутствие данного вида буквой «п».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История развития и становления ТОК «Судак» во многом похожа на историю других здравниц и неразрывно связана с историей санаторно-курортного дела в Крыму. В 1924 г. на территории нынешнего ТОК «Судак» в дачах Р. Фохта, П. Скопина и др. открывается дом отдыха слушателей Ленинградской военно-медицинской и военно-инженерной академий, которому позже присвоили имя А. А. Спендиарова – известного армянского композитора. В годы Великой Отечественной войны все корпуса и территория здравницы были разрушены. Однако, уже в 1944 году Госплан СССР принял решение об организации дома отдыха в Судак, который был признан одним из первоочередных объектов курортного строительства на Восточном берегу Крыма. Не дожидаясь окончания строительства, уже в августе 1948 года дом отдыха принял первых 50 отдыхающих. Эта дата считается официальной датой рождения здравницы. В это же время начинается благоустройство и озеленение территории первым агрономом В. И. Виноградовым. В 50-е годы прошлого века закладывается парк. К сожалению, в современных летописях не указывается имя главного ландшафтного архитектора, однако, известно, что в 1973 году сотрудником Никитского ботанического сада Г. В. Куликовым был составлен проект реконструкции зеленых насаждений. Согласно этому проекту и были осуществлены основные посадки на территории современного парка. Начало 90-х годов стало временем тяжелых испытаний для здравницы из-за проходивших в стране радикальных реформ. Поворотным моментом в истории здравницы сотрудники считают 1996 год, когда в практически разваливающийся дом отдыха в качестве директора пришел Б. Д. Дейч с командой единомышленников и в кратчайшие сроки возродили его [7]. В мае 1997 г. парк ТОК «Судак» был признан объектом природно-заповедного фонда и ему присвоен статус парка-памятника садово-паркового искусства местного значения. При подготовке материалов для принятия соответствующего решения в 1996–1997 гг. Т. Г. Лариной и О. В. Рябининой было подготовлено научное описание и обоснование включения парка дома отдыха «Судак» в природно-заповедный фонд Украины как парка-памятника садово-паркового искусства местного значения (не опубликовано), которое используется нами в данной работе.

Современный парк благодаря стараниям своих устроителей радует великолепием и очарованием. Более 30 лет ухаживал за растениями в нем Б. Г. Нелипа, который знал историю каждого дерева. Тенистые аллеи парка сочетаются здесь с открытыми цветниками, декоративные пруды, фонтаны, малые архитектурные формы украшают различные уголки парка (рис. 1). В память о значимых событиях здесь появляются новые аллеи: в 2002 г. – аллея детских общественных организаций г. Москвы, в 2006 – аллея школьников и учителей г. Алчевска, в 2008 – аллея Международной конференции «Крым». Таким образом, здесь с удовольствием проводят время как гости города, так и местные жители.



Рис. 1. Фрагмент парка ТОК «Судак»

В настоящее время в составе дендрофлоры парка выявлено 129 видов и 9 декоративных форм, которые относятся к 82 родам 43 семейств. Общее число видов и форм древесных растений, в разные годы зарегистрированных в парке ТОК «Судак» представлено на таблице 1.

Таблица 1

Деревья и кустарники ТОК «Судак»

Вид	Русское название	Семейство	Происхождение	Жизненная форма	Частота встречаемости / состояние		
					1996–1997 гг.	2003 г.	2013 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Abies cephalonica</i> Loudon	Пихта греческая	Pinaceae	Ср	хв. дерево	+	ед	ед/3
<i>A. concolor</i> Lindl. et Gord.	П. одноцветная	– « –	ОСг	– « –	+	–	–
<i>A. nordmanniana</i> (Stev.) Spach.	П. Нордманна, кавказская	– « –	Ср	– « –	+	–	–
<i>A. numidica</i> De Lannoy	П. нумидийская	– « –	– « –	– « –	+	ед	ед/3
<i>A. pinsapo</i> Boiss.	П. испанская	– « –	– « –	– « –	+	ед	ед/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>A. × vilmorenia</i> Mast.	П. Вильморена	– « –	гибрид	– « –	+	ед. экз	–
<i>Acer negundo</i> L.	Клен ясенелистный	Aceraceae	Цб, АС	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>A. platanoides</i> L.	К. остролистный	– « –	Цб	– « –	–	–	ед/3
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Конский каштан обыкновенный	Hippocastanaceae	Ср	– « –	+	ч	ч/2–3
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Айлант высочайший	Simarubaceae	ВА	– « –	+	ед	ед/3
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	Альбиция (акация) ленкоранская	Mimosaceae	ИТ	– « –	+	ч	ч/2–3
<i>Amygdalus communis</i> L.	Миндаль обыкновенный	Rosaceae	– « –	– « –	+	ед	ч/2–3
<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	Абрикос обыкновенный	– « –	– « –	– « –	+	ед	ед/3
<i>Berberis julianae</i> Schneid.	Барбарис Юлиана	Berberidaceae	ВА, ИТ	в/з куст.	–	–	ч/2–3
<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim.	Буддлея очереднолистная	Buddlejaceae	ИТ	лист. куст.	+	ед	ед/3
<i>B. davidii</i> Franch.	Б. Давида, изменчивая	– « –	– « –	– « –	–	ед	ед/2
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	Володушка кустарниковая	Apiaceae	Ср	в/з куст.	+	ч	ч/3
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Самшит обыкновенный	– « –	– « –	– « –	+	м	м/2–3
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	Камписис укореняющийся	Bignoniaceae	АС	лист. лиана	+	ед	ед/3
<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	Катальпа бегониевидная	– « –	АС	лист. дерево	+	ед	ед/2
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Carrière	Кедр атласский	Pinaceae	Ср	хв. дерево	+	ч	ч/3
<i>C. a. 'Glauca'</i>	– « – 'Сизый'	– « –	форма	– « –	–	ед	ед/3
<i>C. deodara</i> (D. Don) G. Don f.	К. гималайский	– « –	ИТ	– « –	+	ч	ч/2–3
<i>C. libani</i> A. Rich.	К. ливанский	– « –	Ср	– « –	–	ед	ед/3
<i>Celtis australis</i> L.	Каркас южный	Ulmaceae	Ср, ИТ	лист. дерево	–	–	ед/3
<i>C. glabrata</i> Steven ex Planch.	К. голый	– « –	Ср; А	– « –	+	ед	ед/3
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench (сорта)	Вишня птичья, черешня	Rosaceae	Ср	– « –	+	ед	ед/3
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Церцис европейский, Иудино дерево, багряник	Caesalpiniaceae	Ср	лист. куст., или дерево	+	ед	ед/3
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Хеномелес (айва) японский	Rosaceae	ВА	лист. куст.	+	ед	ед/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>C. speciosa</i> (Sweet) Nakai	Х. прекрасный	– « –	– « –	– « –	–	ч	ч/3
<i>Chamaecyperis lawsoniana</i> (A. Murray) Parl.	Кипарисовик Лавсона	Cupressaceae	М	хв. дерево	+	ед. экз	ед/2–3
<i>Clematis vitalba</i> L.	Ломонос виноградо- листный	Ranunculaceae	Цб, Ср, ИТ; А	лист. лиана	–	–	ед/3
<i>Cornus mas</i> L.	Кизил настоящий	Cornaceae	Ср; А	лист. куст., или дерево	+	ед. экз	–
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	Скумпия кожевенная	Anacardiaceae	Ср, ИТ; А	лист. куст.	+	ед	ед/3
<i>Cotoneaster glaucophyllus</i> f. <i>serotinus</i> (Hutchins.) Stapf. f.	Кизильник сизолистный ф. поздняя	Rosaceae	форма	в/з куст.	–	ч	ч/3
<i>C. horizontalis</i> Decaisne	К. горизон- тальный	– « –	ИТ	лист. куст.	–	–	ч/3
<i>C. salicifolius</i> Franchet	К. иволистный	– « –	ИТ	– « –	+	ч	ч/3
<i>C. tomentosus</i> Lindley	К. войлочный	– « –	Ср	– « –	+	–	–
<i>Cryptomeria japonica</i> ‘Elegans’	– « – ф. элегантная	Taxodiaceae	форма	хв. дерево	–	ед. экз	–
<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Кипарис аризонский	Cupressaceae	АС, М	– « –	+	ед	ед/3
<i>C. a.</i> ‘Bonita’	– « – ф. бонита	– « –	форма	– « –	–	ед	ед
<i>C. a.</i> ‘Cristata’	– « – ф. кучерявая	– « –	– « –	– « –	–	ед. экз	ед/3
<i>C. a.</i> ‘Truncis pluribus’	– « – ф. много- столбчатая	– « –	– « –	– « –	–	ед	ед/3
<i>C. lusitanica</i> Mill.	К. лузитанский	– « –	М	– « –	+	ч	ед/3
<i>C. macnabiana</i> A. Murray	К. Макнаба	– « –	– « –	– « –	+	ед. экз	–
<i>C. macrocarpa</i> Hartweg	К. крупноплодный	– « –	– « –	– « –	+	ед. экз	–
<i>C. semper-virens</i> L.	К. вечнозеленый	– « –	Ср.	– « –	+	ч	ч/3
<i>C. s.</i> ‘Australis’	– « – ф. южная	– « –	форма	– « –	–	ч	ч/3
<i>C. s.</i> ‘Horizontalis’	– « – ф. горизонтальная	– « –	– « –	– « –	+	ч	ч/3
<i>C. s.</i> ‘Indica’	– « – ф. индийская	– « –	– « –	– « –	–	ед	ед/3
<i>C. s.</i> ‘Pyramidalis’	– « – ф. пирамидальная	– « –	– « –	– « –	+	ч	ч/3
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Айва продолговатая, обыкновенная	Rosaceae	ИТ	лист. дерево	+	ед. экз	ед. экз/3
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Лох узколистный	Elaeagnaceae	Ср, ИТ	– « –	+	ед	ед/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Эриоботрия японская	Rosaceae	ВА	в/з дер., или куст.	–	–	ед/3
<i>Euonymus japonica</i> Thunb.	Бересклет японский	Celastraceae	ВА	в/з куст.	–	ед	ед/2–3
<i>Ficus carica</i> L.	Смоковница обыкновенная, инжир	Moraceae	Ср, ИТ	лист. дерево	–	–	ед. экз/3
<i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Zabel	Форзиция средняя	Oleaceae	гибрид	лист. куст.	+	ч	ч/3
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Ясень узколистый	– « –	Ср	лист. дерево	–	ед	ед/3
<i>F. excelsior</i> L.	Я. обыкновенный, высокий	– « –	Цб, Ср; А	– « –	+	ед	ед/3
<i>F. excelsior</i> 'Pendula'	Я. о. ф. плакучая	– « –	форма	– « –	–	ед	ед/3
<i>F. oxycarpa</i> Willd.	Я. остроплодный	– « –	– « –	– « –	+	ед	–
<i>F. syriaca</i> Boiss.	Я. сирийский	– « –	Ср, ИТ	– « –	–	ед	ед/3
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Гледичия обыкновенная, колючая	Caesalpiniaceae	АС	– « –	–	ед	ед/3
<i>Hedera taurica</i> Carrière	Плющ крымский	Araliaceae	Ср; А	в/з лиана	–	п	п
<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Гибискус сирийский	Malvaceae	ИТ	лист. куст.	+	ч	ч/3
<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	Жасмин голоцветковый	Oleaceae	ВА	– « –	–	ч	ч/3
<i>Juglans nigra</i> L.	Орех черный	Juglandaceae	АС	лист. дерево	–	ед	ед/3
<i>J. regia</i> L.	О. грецкий	– « –	ВА, Ср, ИТ	– « –	+	ед	ед/3
<i>Juniperus communis</i> L.	Можжевельник обыкновенный	Cupressaceae	Цб	хв. дерево	–	ед	–
<i>J. excelsa</i> M. Bieb.	М. высокий	– « –	Ср; А	– « –	+	ед	ч/3
<i>J. oxycedrus</i> L.	М. колючий, красный	– « –	– « –	– « –	–	ед	ед/2
<i>J. sabina</i> L.	М. казацкий	– « –	Цб, Ср, ИТ	хв. куст.	–	–	ч/3
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Кельрейтерия метельчатая	Sapindaceae	ВА	лист. дерево	–	ед	ед/3
<i>Kolkwitzia anabilis</i> Graebn.	Кольквиция прелестная	Caprifoliaceae	– « –	лист. куст.	+	–	–
<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Бобовник анагиристый, золотой дождь обыкновенный	Fabaceae	Цб	– « –	+	ед	ед/3
<i>Laurocerasus officinalis</i> M. Roem.	Лавровишня лекарственная	Rosaceae	Ср	в/з куст.	+	ч	ч/3
<i>Laurus nobilis</i> L.	Лавр благородный	Lauraceae	– « –	– « –	+	ед	ч/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	Бирючина блестящая	Oleaceae	ВА	полув/з куст.	–	ч	ч/3
<i>L. vulgare</i> L.	Б. обыкновенная	– « –	Цб, Ср; А	– « –	+	ч	ч/3
<i>Lonicera caprifolium</i> L.	Жимолость каприфоль	Caprifoliaceae	Ср	лист. лиана	–	–	ч/3
<i>L. fragrantissima</i> Lindl. et Paxt.	Ж. душистая	– « –	ВА	полув/з куст.	+	ч	ч/3
<i>L. japonica</i> Thunb.	Ж. японская	– « –	– « –	в/з куст.	+	ч	ч/3
<i>L. tatarica</i> L.	Ж. татарская	– « –	Цб, ИТ	лист. куст.	+	ч	ч/3
<i>Lycium barbarum</i> L.	Дереза обыкновенная, варварка	Solanaceae	Ср, ИТ	– « –	–	ед	ед/3
<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) C. K. Schneid.	Маклюра яблочконосная	Moraceae	АС	лист. дерево	+	ед	ч/3
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	Магония падуболистная	Berberidaceae	ОСг	в/з куст.	+	ч	ч/2–3
<i>Malus orientalis</i> Uglitzk.	Яблоня восточная	Rosaceae	Ср	лист. дерево	+	–	–
<i>Melia azedarach</i> L.	Мелия иранская	Meliaceae	ВА	– « –	–	ед	–
<i>Morus alba</i> L.	Шелковица белая	Moraceae	ВА, ИТ	– « –	+	ед	ед/3
<i>Olea europaea</i> L.	Маслина европейская	Oleaceae	Ср	в/з дерево	–	ед	ед/2–3
<i>Opuntia humifusa</i> Raf.	Опунция распростертая	Cactaceae	АС	опунция	–	ч	ч/3
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Девичий виноград пятилисточковый	Vitaceae	АС	лист. лиана	+	–	ед/3
<i>P. tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch. f. <i>veitchii</i> (Graebn.) Rehd.	Д. в. триостренный ф. Вича	– « –	форма	– « –	+	ед	ед/3
<i>Persica vulgaris</i> Mill.	Персик обыкновенный	Rosaceae	ИТ	лист. дерево	–	–	ед/3
<i>Philadelphus caucasicus</i> Koehne	Чубушник кавказский	Hydrangeaceae	– « –	лист. куст.	–	ед	ед/3
<i>Ph. coronarius</i> L.	Ч. венечный	– « –	– « –	– « –	–	ч	ч/3
<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc.	Листоколосник сетчатый	Poaceae	ВА	бамбук	–	–	ед/2
<i>Picea pungens</i> Engelm.	Ель колючая	– « –	Осг	хв. дерево	–	ед	ед/2
<i>P. p. 'Glauca'</i>	– « – ф. голубая	– « –	форма	– « –	–	ед	ед/2
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Сосна калабрийская, брутская	– « –	Ср	– « –	+	ед	ед/3
<i>P. pinea</i> L.	С. итальянская, пиния	– « –	Ср	– « –	–	ед. экз	ед. экз/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>P. pityusa</i> Steven var. <i>stankewiczii</i> Sukacz.	С. Станкевича	– « –	Ср; А	– « –	+	ч	ч/3
<i>P. pallasiana</i> D. Don	С. Палласова, крымская	– « –	Ср	– « –	+	ч	ч/2–3
<i>Pittosporum</i> <i>heterophyllum</i> Franch.	Питтоспорум разнолистный	Pittosporaceae	ИТ	в/з куст.	+	ч	ч/2–3
<i>Platanus</i> × <i>hispanica</i> Mill. ex Muenckh.	Платан испанский	Platanaceae	гибрид	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>P. orientalis</i> L.	П. восточный	– « –	Ср	– « –	+	ед	ед/3
<i>Platyclusus</i> <i>orientalis</i> (L.) Franco	Плоскоцветочник восточный, туя восточная	Cupressaceae	ВА	хв. дерево	+	ч	ч/3
<i>P. o. 'Aurea'</i>	– « – ф. золотистая	– « –	форма	– « –	–	ед	–
<i>P. o. 'Globosa'</i>	– « – ф. шаровидная	– « –	– « –	– « –	–	ч	ч/3
<i>Populus alba</i> L.	Тополь белый, серебристый	Salicaceae	Цб, Ср, ИТ	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>P. balsamifera</i> L.	Т. бальзамический	– « –	Цб, АС	– « –	+	ед	–
<i>P. bolleana</i> Lauche	Т. Болле	– « –	ИТ	– « –	+	ед	ед/3
<i>P. italica</i> (Du Roi) Moench	Тополь итальянский пирамидальный	– « –	ИТ	– « –	–	ед	ед/3
<i>P. nigra</i> L.	Т. черный, осокорь	– « –	Цб, Ср, ИТ; А	– « –	+	ед	ед/2–3
<i>P. tremula</i> L.	Т. дрожащий, осина	– « –	Цб, ВА, ИТ; А	– « –	–	–	ед/3
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	Слива растопы- ренная, алыча	Rosaceae	Ср, ИТ	– « –	+	ед	ед/3
<i>P. spinosa</i> L.	С. колючая, терн	– « –	Цб, Ср; А	– « –	+	ед	–
<i>Pseudotsuga</i> <i>menziesii</i> (Mirbel) Franko	Лжетсуга Мензиса, тисолистная	Pinaceae	ОСг	хв. дерево	–	ед. экз	–
<i>Pyracantha</i> <i>coccinea</i> (L.) M. Roem.	Пираканта красная	Rosaceae	Ср	полув/з куст.	+	ч	ч/3
<i>Pyrus</i> <i>communis</i> L.	Груша обыкновенная	– « –	Цб, Ср, ИТ; А	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>P. elaeagnifolia</i> Pall.	Г. лохолистная	– « –	Ср; А	– « –	+	ед	ед/3
<i>Quercus ilex</i> L.	Дуб каменный	– « –	Ср	в/з дерево	–	–	ед/3
<i>Ribes aureum</i> Pursh	Смородина золотая	Grossulariaceae	АС, М	лист. куст.	+	–	–
<i>Robinia</i> <i>pseudoacacia</i> L.	Р. лжеакация, белая акация	Fabaceae	АС	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>Rosa canina</i> L.	Р. собачья	Rosaceae	Цб, Ср; А	лист. куст.	+	ед	ед/3
<i>Rosmarinus</i> <i>officinalis</i> L.	Розмарин лекарственный	Lamiaceae	Ср	в/з куст.	+	ч	ч/3
<i>Salix</i> <i>babylonica</i> L.	Ива вавилонская	– « –	ИТ	лист. дерево	+	ед	ед/3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Santolina virens</i> Mill.	Сантолина зеленая	Asteraceae	Ср	в/з куст.	+	—	—
<i>Sophora japonica</i> L.	Софора японская	Fabaceae	ВА	лист. дерево	+	ч	ч/3
<i>Sorbus domestica</i> L.	Рябина домашняя	Rosaceae	Цб, Ср; А	— « —	—	ч	ч/3
<i>S. graeca</i> (Spach) Lodd. ex Schauer	Р. греческая	— « —	Ср; А	— « —	—	ед/4	ед/3
<i>Spartium junceum</i> L.	Метельник прутьевидный, дрок испанский	Fabaceae	Ср	лист. куст.	+	ч	ч/3
<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour.	Таволга (спирея) кантонская	Rosaceae	ВА	— « —	+	ч	ч/3
<i>S. × vanhouttei</i> (Briot) Zabel	Т. Ван-Гутта	— « —	гибрид	— « —	+	ч	ч/3
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S. F. Blake	Снежнаягодник белый, кистевой	Caprifoliaceae	Цб, АС	— « —	+	ч	ч/3
<i>S. orbiculatus</i> Moench.	С. округлый, обыкновенный	— « —	АС	— « —	—	—	ч/2
<i>Syringa vulgaris</i> L.	Сирень обыкновенная	Oleaceae	Ср	— « —	+	ч	ч/3
<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	Гребенщик (тамарикс) ветвистый	Tamaricaceae	Ср, ИТ; А	— « —	+	ч	ч/3
<i>T. tetrandra</i> Pall. ex M. Bieb.	Г. четырехтычинковый	— « —	Ср; А	— « —		ч	ч/3
<i>Taxus baccata</i> L.	Тис ягодный	Taxaceae	Цб, Ср	хв. дерево	+	ед	ч/3
<i>T. b. 'Fastigiata'</i>	— « — ф. равно-вершинная	— « —	форма	— « —	—	ед	ед/3
<i>T. b. 'Stricta'</i>	— « — ф. прямая	— « —	—	— « —	—	—	ед/3
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Липа сердцелистная (мелколистная)	Tiliaceae	Цб	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>T. dasystyla</i> Steven	Л. опушенно-столбиковая	— « —	Ср; А	— « —	—	ед	ед/3
<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H. Wendl.	Трахикарпус Форчуна	Palmaceae	ВА	пальма	+	ч	ч/2
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Вяз граболистный	Ulmaceae	Цб, Ср; А	лист. дерево	+	ед	ед/3
<i>U. laevis</i> Pall.	В. гладкий	— « —	Цб; А	— « —	—	ед	ед/3
<i>Viburnum opulus 'Roseum'</i>	Калина обыкновенная ф. стерильная	Viburnaceae	форма	лист. куст.	—	—	ед/3
<i>V. rhytidophyllum</i> Hemsl.	К. морщинисто-листная	— « —	ИТ	в/з куст.	—	ед	ед/3
<i>V. tinus</i> L.	К. вечнозеленая	— « —	Ср	— « —	+	ед	ед/3
<i>Vinca major</i> L.	Барвинок большой	Apocynaceae	— « —	лист. полу-куст.	—	—	п/3
<i>V. minor</i> L.	Б. малый	— « —	Цб, Ср	лист. полу-куст.	—	—	п/3
<i>Vitis vinifera</i> L.	Виноград обыкновенный	Vitaceae	Не известно	лист. лиана	+	ед	ед/3

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	Глициния китайская	Fabaceae	ВА	– « –	+	ед	ед/3
<i>Yucca aloifolia</i> L.	Юкка алоэлистная	Agavaceae	АС, Ка	юкка	+	ед	ед/3
<i>Y. filamentosa</i> L.	Ю. нитчатая	– « –	АС	– « –	–	ч	ч/3
<i>Y. recurvifolia</i> Salisb.	Ю. наклонно-лиственная	– « –	АС, М	– « –	+	ед	ед/3
Всего (видов/форм)					92/2	120/10	129/9

Примечание к таблице. В графе 6 приводятся данные Т. Г. Лариной, О. В. Рябиной (1997). Условные обозначения: А – аборигенный вид, АС – Атлантическо-Североамериканская флористическая область, ВА – Восточноазиатская область, ИТ – Ирано-Туранская область, Ка – Карибская область, М – Мадреанская (Сонорская) область, ОСг – Область Скалистых гор, Ср – Средиземноморская область, Ц – Центральноебразильская область, Цб – Циркумбореальная область; в/з лист. дерево – вечнозеленое лиственное дерево, в/з лист. куст. – вечнозеленый лиственный кустарник, в/з лиана – вечнозеленая лиана, в/з лист. полукустарничек – вечнозеленый лиственный полукустарничек, лист. дерево – листопадное лиственное дерево, лист. куст. – листопадный лиственный кустарник, лист. лиана – листопадная лиственная лиана, лист. полукуст. – листопадный лиственный полукустарник, опунция – суккулентно-стеблевой безлиственный кустарник (опунция), пальма – неветвящееся розеточное дерево (пальма), полув/з куст. – полувечнозеленый кустарник, полув/з лиана – полувечнозеленая лиана, хв. дерево – хвойное дерево, хв. куст. – хвойный кустарник, юкка – ветвящееся розеточное дерево (юкка).

Таким образом, видовое разнообразие дендрофлоры парка достаточно высокое и, как следует из таблицы, с течением времени постоянно увеличивается. Все растения благодаря надлежащему уходу находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии. Массово в парке представлены только *Buxus sempervirens* и *Cupressus sempervirens* (включая формы). Основной фон составляют деревья (*Aesculus hippocastanum*, *Albizia julibrissin*, *Cedrus atlantica*, *C. deodara*, *Pinus pityusa* var. *stankewiczii*, *P. pallasiana*, *Platycladus orientalis*, *Sophora japonica*) и кустарники (*Laurocerasus officinalis*, *Mahonia aquifolium*, *Pyracantha coccinea*, *Spiraea* × *vanhouttei*, *Syringa vulgaris* и др.), которые исчисляются десятками экземпляров (категория «часто»). Именно они формируют парковый ландшафт, который дополняется другими отдельными видами и формами древесных растений, количество которых измеряется несколькими экземплярами в различных частях парка (ед), либо вообще единичными растениями (ед.экз). Необходимо, все же отметить, что большинство (55,0 %) видов относятся к категории «единично».

Для оценки декоративности паркового ландшафта большое значение имеет соотношение в нем листопадных и вечнозеленых растений. В парке ТОК «Судак» листопадные породы (деревья, кустарники и лианы) представлены 77 (55,8 %) видами и формами, вечнозеленые – 57 (41,3 %) видами и формами, полувечнозеленые – 4 (2,9 %) видами. Вечнозеленые породы, в свою очередь, включают: хвойные деревья – 32 (23,2 %) вида и формы, лиственные деревья и кустарники – 19 (13,8 %) видов и форм, пальмы, юкки и т.д. – 6 (4,3 %) видов. Доля вечнозеленых растений здесь несколько ниже, чем в других парках, расположенных южнее [4].

Ареалогическая структура дендрофлоры парка следующая. Большинство видов, произрастающих здесь, принадлежат к Средиземноморской (28,7 %) и Ирано-Туранской (14,0 %) флористическим областям, а также произрастают на территории этих двух областей (6,2 %). Поскольку виды, происходящие из этих областей, являются наиболее адаптированными к условиям района, можно утверждать, что их доминирование в данном культурфитоценозе, является одним из факторов его успешного развития. Восточноазиатские (12,4 %) и Атлантическо-Североамериканские (10,1 %) виды также представлены, хотя и в меньшем процентном и количественном соотношениях. Доля видов, происходящих из других областей, незначительна.

Как уже отмечалось выше, композиционную структуру парка составляют деревья, посаженные в 70-е гг. прошлого века. Это – хвойные: *Cedrus atlantica*, *Cupressus sempervirens* и его формы, *Pinus pityusa* var. *stankewiczii*, *P. pallasiana* и др.; листопадные: *Aesculus hippocastanum*, *Albizia julibrissin*, *Platanus* × *hispanica*, *P. orientalis*, *Sophora japonica* и др. К бесспорным достоинствам парка следует отнести ежегодные посадки молодых деревьев и кустарников, что

увеличивает количество зеленых насаждений и расширяет видовой состав. За последние 5 лет в парк были высажены десятки деревьев *Abies cephalonica*, *A. numidica*, *Cedrus atlantica*, *C. deodara*, *C. libani*, *Cupressus arizonica*, *C. sempervirens* (и его формы), *Juniperus excelsa*, *Picea pungens* 'Glauc', *Pinus pinea*, *P. pityusa* var. *stankewiczii*, *Eriobotria japonica* и кустарников: *Chaenomeles japonica*, *Juniperus sabina*, *Pittosporum heterophyllum*, *Symphoricarpos orbiculatus* и др.

В качестве рекомендаций для исследуемого объекта можно предложить введение в ландшафт парка экологически стойких и долговечных деревьев, которые составят его композиционную основу через 50–100 лет: *Pistacia mutica* Fisch. et Mey, *Quercus pubescens* Willd. *Qu. cerris* L., *Qu. castaneifolia* C. A. M., *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchholz. Также украсят пейзаж парка деревья с отличной от вида окраской листьев: *Acer platanoides* 'Rubrum' – дерево с темно-красными листьями; *A. pseudoplatanus* 'Purpureum' – дерево с пурпурными листьями (с нижней стороны); *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' – раскидистый листопадный кустарник (до 1,5 м выс.) с темно-пурпурными листьями, нетребователен к плодородности и влажности почвы, стойкий против болезней и вредителей; *B. ottawensis* 'Superba' – большой (до 2 м) раскидистый кустарник с крупными красно-фиолетовыми листьями, нетребователен к плодородности и влажности почвы, стойкий против болезней и вредителей; *B. vulgaris* 'Atropurpurea' – раскидистый листопадный кустарник до 2 м высоты с пурпурными (весной – красно-пурпурными) листьями, нетребователен к плодородности и влажности почвы.

Значительно украсят пейзаж парка аборигенные крымские боярышники [3], которые декоративны в период цветения, но особенно во время созревания плодов. Различная форма, окраска и сроки созревания плодов позволят создавать оригинальные устойчивые декоративные композиции.

ВЫВОДЫ

В настоящее время в составе дендрофлоры парка выявлено 129 видов и 9 декоративных форм, которые относятся к 82 родам 43 семейств.

Большинство видов, произрастающих здесь, принадлежат к Средиземноморской (28,7%) и Ирано-Туранской (14,0%) флористическим областям, а также охватывающие территорию этих двух областей (6,2%). Восточноазиатские (12,4%) и Атлантическо-Североамериканские (10,1%) виды также представлены, хотя и в меньшем процентном и количественном соотношениях. Доля видов, происходящих из других областей, незначительна.

В парке ТОК «Судак» листопадные породы (деревья, кустарники и лианы) представлены 77 (55,8%) видами и формами, вечнозеленые – 57 (41,3%) видами и формами, полувечнозеленые – 4 (2,9 %) видами. Среди жизненных форм доминируют листопадные (31,9%) и хвойные (23,2%) деревья. Значительно меньшим числом представлены кустарники (как листопадные, так и вечнозеленые), лианы, а также пальмы, опунции, юкки.

В дальнейшем для расширения ассортимента растений при озеленении исследуемого объекта, а также других парков региона предлагается использовать представителей из Средиземноморской и Ирано-Туранской флористических областей, а также формы и сорта адаптированных интродуцентов.

Благодарности. Авторы признательны сотрудникам ТОК «Судак» С. Г. Емец и И. В. Седых за предоставленные материалы.

Список литературы

1. Mosyakin S. Vaskular Plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / S. Mosyakin, M. Fedoronchuk. – Kiev: спец. Друк. наук. журн. НАНУ, 1999. – 345 с.
2. Инструкция по технической инвентаризации зеленых насаждений в городах и поселках городского типа Украины / Утверждено приказом Государственного комитета строительства, архитектуры и жилищной политики Украины от 24 декабря 2001 г. № 226.
3. Летухова В. Ю. Исследование декоративных свойств крымских аборигенных видов боярышников с целью их использования в садово-парковых ландшафтах Юго-Восточного Крыма / В. Ю. Летухова, И. Л. Потапенко, Л. Н.

- Каменских // Фальцфейнівські читання / зб. наук. праць [відповід. ред. С. В. Шмалей]. – Херсон: ПП Вишемирський, 2007. – С. 200–206.
4. Потапенко І. Л. Итоги изучения дендрофлоры парка «Семидворье» / И. Л. Потапенко, В. Ю. Летухова // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана / тематич. сб. науч. трудов [гл. ред. В. Г. Мишнев]. – Симферополь: ТНУ, 2006. – Вып. 16. – С. 111–121.
 5. Серебряков И. Г. Жизненные формы растений и их изучение / И. Г. Серебряков // Полевая геоботаника. – М.–Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146–208.
 6. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
 7. Туристско-оздоровительный комплекс «Судак»: страницы истории / ред. С. Емец. – Феодосия: Арт Лайф, 2008. – 18 с.

Потапенко І. Л., Клименко Н. І., Летухова В. Ю. Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення туристично-оздоровчого комплексу «Судак» // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Симферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 227–238.

Викладено результати дендрологічної інвентаризації зелених насаджень ТОК «Судак» у Південно-Східному Криму. У складі дендрофлори парку виявлено 129 видів і 9 декоративних форм, які відносяться до 82 родів 43 родин. Визначено групи за життєвими формами, частоті трапляння і станом рослин. Дано рекомендації щодо розширення асортименту декоративних деревних рослин з урахуванням місцевих умов.

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

Potapenko I. L., Klymenko N. I., Letuhova V. Yu. A landscape art park-monument of local significance of the tourist-recreational complex «Sudak» // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 227–238.

The results of dendrological inventory of the tourist-recreational complex «Sudak» landscape park in South-Eastern Crimea were presented. The park dendroflora revealed 129 species and 9 decorative forms that belong to 82 genera of 43 families. Group on life forms and the frequency of plants occurrence have been identified. Recommendations to expand the range of ornamental plants, taking into account local conditions were given.

Key words: park-monument «Sudak», composition of dendroflora, southeast of Crimea.

Поступила в редакцію 06.02.2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРА И ФАУНА

Гольдин Е. Б. К исследованию альгофлоры Малого Утриша.....	3
Будаишкин Ю. И. Четвертое дополнение по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма.....	12

БИОЦЕНОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ ВИДОВ

Bayraktar V. N. Biodiversity of yeast cultures isolated from littoral areas of the Regional Landscape Park «Tiligulskiy».....	21
Градов О. В. Хромато-ауксанометрія і хромато-мас-ауксанометрія у фенологічному стадійному моніторингу лісових порід на основі флейво- та газохімічних принципів з автоматичною динамічною ідентифікацією патернів (таксономічних, метеоролого-кліматичних і феноспектральних).....	30
Козир М. С. Антропогенні зміни рослинності заплави річки Сейм	46
Котов С. Ф. Влияние многолетника <i>Halocnemum strobilaceum</i> на численность, жизненность и ростовые процессы однолетнего галофита <i>Salicornia perennans</i>	52
Москалюк Т. А. Жизненные стратегии и перспективы использования в озеленении <i>Chosenia arbutifolia</i> (Salicaceae)	57
Сволынский А. Д., Иванов С. П., Фатерыга А. В. Особенности антэкологии ятрышника прованского (<i>Orchis provincialis</i> , Orchidaceae) в Крыму: фенология, пространственное распределение, морфометрия цветков и соцветий	68
Ковалева М. А., Болтачева Н. А., Макаров М. В., Бондаренко Л. В. Обрастания естественных твердых субстратов (скал) акватории Карадагского природного заповедника	77
Афонина Е. Ю., Ташлыкова Н. А. Водоросли и беспозвоночные галитовых озер Борзинской группы (Забайкальский край) в начальный период наполнения	82
Бирюлева Э. Г., Петришина Н. Н. Эпидермальные структуры и анатомия вегетативных органов <i>Melissa officinalis</i> в связи с эфиромасличностью	88
Котюк Л. А. Біохімічні особливості <i>Hyssopus angustifolius</i> за умов інтродукції на Поліссі України.....	94
Іващенко І. В., Рахметов Д. Б., Слатья Є. А., Іващенко О. А. Хроматографічний аналіз ефірної олії та фенольних сполук трави <i>Artemisia austriaca</i> за умов інтродукції в Житомирському Поліссі.....	99
Кузнецова Т. М. Морфолого-биометрические характеристики плодов и семян конского каштана обыкновенного (<i>Aesculus hippocastanum</i>) в Крыму	106
Костин С. Ю. Состояние и территориально-биотопическое распределение орнитофауны заказника «Караньский» (Крым)	112
Шупова Т. В. Горихвостка-чернушка (<i>Phoenicurus ochruros</i>) в условиях Кривого Рога	116
Саварин А. А. Патоморфологические изменения в верхней челюсти ондатры (<i>Ondatra zibethicus</i>) на юго-востоке Беларуси.....	122
Жаворонкова А. М., Золотницкий А. П. Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска Анадары (<i>Anadara inaequalis</i>) Керченского пролива	128

Задорожна Г. О. Модуляція біоелектричної активності гіпокампа щурів під впливом вихрового імпульсного магнітного поля	134
--	-----

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Мамчук І. В., Павленко Ю. Є. Кластеризація – напрямок розвитку регіональної економіки.....	139
Кравцова А. В., Мильчакова Н. А., Фронтасьева М. В. Особенности накопления микроэлементов макроводорослями рода <i>Cystoseira</i> из прибрежных акваторий Крыма (Черное море).....	146
Кунах О. Н., Жуков А. В., Балуяк Ю. А. Экоморфический аспект пространственной организации сообщества мезопедобионтов урботехнозема	159
Флерко Т. Г. Геоэкологическая оценка последствий трансформации сельского расселения Гомельской области республики Беларусь.....	177
Гидулянов А. А. Молекулы средней массы как биомаркеры оценки антропогенного загрязнения окружающей среды	186
Гудаков О. О. Застосування популяційного аналізу для оцінки запасів лікарських рослин у Гетьманському національному природному парку	189
Гамкало З. Г., Бедерничек Т. Ю. Лабильное органическое вещество почвы как индикатор ее экологического качества в разных условиях землепользования	193
Савин И. Ю., Драгавцева И. А., Доможирова В. В., Николенко В. В. Особенности проявления почвенных и рельефных стресс-факторов для территории Северного Кавказа	201

ОХРАНА ПРИРОДЫ

Бурда Р. И. Интеграция контроля инвазивных чужеродных видов и системы управления природно-заповедным фондом	208
Галкін С. І., Калашинікова Л. В., Дойко Н. М., Рубіс В. Л., Бойко Н. С. Екологічна стежка державного дендропарку «Олександрія» НАН України як форма соціальної структури на природно-заповідних територіях	221
Потапенко И. Л., Клименко Н. И., Летухова В. Ю. Парк-памятник садово-паркового искусства местного значения туристическо-оздоровительного комплекса «Судак»	227