Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 3–12.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 3–12.

УДК 598.115.33.06(477.4)

А. Л. Байбуз[1], О. В. Кукушкин[2], А. И. Зиненко[3]

[1]Кировоградский государственный педагогический университет им. Владимира Винниченко
[2]Карадагский природный заповедник НАНУ
[3]Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СТАТУС СТЕПНОЙ ГАДЮКИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

Приводятся материалы по морфологической изменчивости степной гадюки из Кировоградской области. С использованием многомерного анализа проведена предварительная оценка степени сходства изученной локальной группировки с популяциями Левобережной Украины и Крыма. Данные морфологии, наряду с полученными ранее результатами анализа митохондриальной ДНК, показывают, что данная популяция относится к широко распространенному в Евразии виду *Vipera renardi* (Christoph, 1861) и проявляет наибольшее морфологическое сходство с популяциями равнинного Крыма, Присивашья и Лесостепи Левобережной Украины. Это может указывать на сложную историю колонизации Правобережья степной гадюкой и влияние условий среды на морфологию.

А. Л. Байбуз[1], О. В. Кукушкін[2], О. І. Зіненко[3]

[1]Кіровоградський державний педагогічний університет ім. Володимира Винниченка
[2]Карадазький природний заповідник НАНУ
[3]Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

ТАКСОНОМІЧНИЙ СТАТУС СТЕПОВОЇ ГАДЮКИ ПРАВОБЕРЕЖНОЇ УКРАЇНИ

Наведено матеріали щодо морфологічної мінливості степової гадюки в Кіровоградській області. Із використанням багатовимірного аналізу проведено попередню оцінку ступеня подібності цього локального угрупування з популяціями Лівобережної України та Криму. Дані морфології разом з отриманими раніше результатами аналізу мітохондріальної ДНК свідчать, що ця популяція належить до широко розповсюдженого в Євразії виду *Vipera renardi* (Christoph, 1861) та демонструє найбільшу морфологічну подібність із популяціями рівнинного Криму, Присивашшя та Лісостепу Лівобережної України. Це може свідчити про складну історію колонізації Правобережжя степовою гадюкою та вплив умов середовища на морфологію.

A. L. Baybuz[1], O. V. Kukushkin[2], O. I. Zinenko[3]

[1]V. Vynnychenko Kirovohrad State Pedagogical University
[2]Karadag Nature Reserve of NAS Ukraine
[3]Museum of Nature,V. N. Karazin Kharkiv National University

ON THE ISSUE OF TAXONOMICAL STATUS OF STEPPE VIPER (*VIPERA RENARDI*) IN RIGHT-BANK UKRAINE

Data on morphologic variability of the steppe viper in the Kirovograd region (Right-bank Ukraine) are given firstly. Tentative estimation of the similarity level of the local population and the populations from the Left-bank Ukraine and the Crimea was carried out using methods of the multivariate statistics.

© А. Л. Байбуз, О. В. Кукушкин, А. И. Зиненко, 2011

Morphological data in line with the results of mitochondrial DNA analysis show that the population in the Kirovograd region belongs to widespread Eurasian species *Vipera renardi* and morphologically most close to the original populations of the lowland Crimea, Sivash and Forest-Steppe of the Left-bank Ukraine. This could indicate the complicated history of the Right-bank Ukraine colonization by the steppe viper and possible influence of environmental conditions on the vipers' morphology.

Введение

Степная гадюка *Vipera renardi* (Christoph, 1861) в относительно недалеком прошлом была распространена по всей степной зоне Украины. Большая часть известных находок вида приходится на Левобережье и Крым [8; 11; 12], но в первой половине XX века он отмечался многими исследователями и в Правобережье [2; 4; 15; 16], хотя, по-видимому, изначально встречался здесь реже и был сравнительно немногочисленным [21]. В середине XX века, после интенсивного хозяйственного освоения степной зоны, численность степной гадюки в Правобережье снизилась катастрофически – во всяком случае, новые данные о ее находках практически перестали появляться. Наметилась тенденция считать этот вид в Правобережье практически вымершим [18]. Это мнение основывалось на отсутствии вполне достоверных находок гадюки на фоне повсеместного сокращения площади целинных степных участков[1]. Однако в последние десятилетия накопилось довольно много указаний на то, что степная гадюка к западу от Днепра все же могла сохраниться в окрестностях Николаева (устные сообщения А. А. Полищука и В. С. Марченко) и Кривого Рога (устное сообщение А. Н. Ярыгина), а также в некоторых других местах. В ряде случаев сведения о существовании локальных популяций степной гадюки в Правобережье находят свое подтверждение. Недавно опубликованы данные о находках вида в Компанеевском районе Кировоградской области [6] и на территории трех правобережных районов Днепропетровской области [3].

Вместе с тем, отсутствие сборов гадюк из Правобережья в коллекциях зоологических музеев Украины и России не позволяет однозначно отнести правобережные популяции к обитающей в Крыму и на Левобережье степной гадюке (*V. renardi*) либо к равноудаленным популяциям молдавской луговой гадюки *V.* (*u.*) *moldavica* [27], в настоящее время распространенной преимущественно в Восточной Румынии, а в недалеком прошлом и на территории Молдовы [20; 23; 24; 28] и относящейся к южноевропейской *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835).

Таксономический статус некоторых популяций, обитающих в непосредственной близости к границам Украины, до настоящего времени остается дискуссионным [23; 27; 29; 30]. Высказывалось даже мнение, что в румынской части дельты Дуная обитает еще не описанный таксон [31]. В связи с этим следует отметить, что в первой половине XX века предполагалось обитание в Правобережной Украине регионального «микроэндемика» – «*V. r. occidentalis* Mehely» [1; 21]. Изучение первоисточника [26] показало, что эти сведения в своей основе ошибочны: автор действительно различал «восточную» и «западную» формы *V. renardi*, однако это не влекло за собой каких бы то ни было таксономических выводов и, соответственно, не сопровождалось номен-

[1] Имеются основания считать, что резкое сокращение численности степной гадюки (вплоть до полного исчезновения в ряде районов) в 1980-х – начале 2000-х гг. произошло также в Северо-Западном Крыму (в том числе, на таких относительно слабо освоенных территориях как Тарханкутский п-ов [9] и приазовская часть Керченского п-ва). Не исключено, что наблюдающаяся в последние годы депрессия численности этого достаточно мезофильного вида змей в наиболее засушливых приморских местностях может быть обусловлена климатогенными факторами.

клатурными изменениями. Характеристика «westlichen steppenform» приводилась по особям из бывшей Екатеринославской губернии (соответствует территориям нынешних Днепропетровской и Запорожской областей), а под «ostlichen steppenform» подразумевались гадюки из Узбекистана, впоследствии описанные [28] как подвид *V. u. tienshanica*. [16]. Базируясь на предложенных [26] габитуальных признаках (относительные размеры глаза, характер верхней поверхности морды), к «западной» форме *Coluber renardi* автор относил гадюк не только степной зоны нынешней Украины, но также Крыма, Северного Кавказа и Восточного Закавказья, к «восточной» – из степей юга Европейской России (включая северо-восток современной Украины) и Туркестана. Таким образом, название *V. r. occidentalis*, введенное в обиход в 1920-е годы [1; 21], следует считать *nomen nudum*. Однако вопрос о систематической принадлежности степных гадюк Правобережья тем самым не снимается и по-прежнему остается актуальным, а их таксономический статус нуждается в уточнении.

Материал и методы исследований

Гадюк отлавливали в окрестностях с. Сасовка Компанеевского р-на Кировоградской обл. в 2008–2011 годах. Всего отловлено 10 взрослых особей (6 самцов и 4 самки).

Гадюки населяют степную балку длиной около 2,5 км, шириной 0,5 км, ориентированную с северо-востока на юго-запад. Растительность представлена разнотравно-типчаковой степью с участием ковыля-волосатика (*Stipa capillata*), астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus*), прострела чернеющего (*Pulsatilla nigricans*). По периметру балка оконтурена лесополосой из вяза, ясеня, робинии, клена. В балке ведется умеренный выпас (около полусотни голов крупного рогатого скота); изредка в весеннее время наблюдаются палы. Находящийся рядом в продолжении той же самой балки военный полигон испытывает еще меньшее влияние хозяйственной деятельности человека. Дополнительное описание местообитания можно найти в статье В. В. Гулая [6].

Морфологию змей описывали, используя комбинацию 19 признаков фолидоза, двух промеров и одного признака, характеризующего рисунок (табл. 1). Для характеристики билатеральных признаков фолидоза использовали средние арифметические значения признака справа и слева. Длины тела и хвоста измеряли с помощью рулетки, описание мелких черт фолидоза проводили с использованием бинокуляра или лупы.

В качестве сравнительных выборок использовали коллекции Музея природы ХНУ и змей из природных популяций. Выборки по географическому происхождению объединены в 6 групп (рис. 1). Кроме группы гадюк из Сасовки («Sasivka» на графиках) выделены следующие совокупности: в группу «Лесостепь» («Forest-Steppe») вошли особи с севера Луганской области, из Полтавской, Харьковской и Днепропетровской областей Украины, а также Белгородской области России (самцов – 32, самок – 40); в группу «Юго-Восточная Украина» (S-E Ukraine) – особи с юга Луганской, Донецкой и Запорожской областей (самцов – 3, самок – 5); в группу «Присивашье» («Kherson-Sivash») – особи из Херсонской области и низменной северной части Крымского п-ва (самцов – 13, самок – 17); в группу «Равнинный Крым» (на графиках «Crimea») – особи из равнинных местообитаний в Крыму, главным образом, из окрестностей Феодосии (самцов – 27, самок – 18), в группу «Горный Крым» («Crimea, mountains») – особи из центральной части Главной гряды Крымских гор (самцов – 25, самок – 23), ранее описанные в качестве отдельного подвида – *V. r. puzanovi* Kukushkin, 2009 [13] (см. рис. 1).

Для статистической обработки использовали программу Статистика 7.0. Помимо описательной статистики применялся канонический дискриминантный анализ, кото-

рый в данном случае служит для оценки степени общего сходства гадюк из изученной правобережной популяции с другими географически удаленными от нее популяциями. Этот вид анализа уместен в случае определения принадлежности популяций к той или иной сравнительной группе (подвиду, форме) и успешно применялся для анализа распространения пары близких таксонов (*V. b. berus* Linnaeus, 1758 и *V. b. nikolskii* Vedmederja, Grubant et Rudaeva, 1986) в Правобережной Украине, Молдове и Румынии [33]. Ввиду существования у Viperidae значительного полового диморфизма в пропорциях тела и по признакам фолидоза, анализ проводили отдельно для самцов и самок. В дискриминантном анализе использовали 13 признаков (см. табл. 1), по которым обработано большинство выборок; прочие признаки использовали только для описания морфологии популяции из Сасовки.

Таблица 1

Признаки внешней морфологии при описании популяций *V. renardi* (по [13] с изменениями)

Признак	Расшифровка признака
Ventr.*	количество брюшных щитков
S. cd.*	количество пар подхвостовых щитков
Gul.	количество горловых чешуй
Sq.*	количество чешуй вокруг середины туловища
Apicale*	количество апикальных щитков
Lab.*	количество верхнегубных щитков
Sub.*	количество нижнегубных щитков
S. orb.*	количество чешуй вокруг глаза
Inf.	количество нижнегубных щитков, касающихся I нижнечелюстного
S. ic.*	количество интеркантальных
S. ic. 1*	количество предлобных щитков в первом ряду от лобного
S. ic. 2*	количество интеркантальных во втором и последующих рядах впереди от лобного
S. pf.	количество парафронтальных (сумма с обеих сторон головы)
S. sf.	количество щитков, одновременно касающихся лобного и надглазничного
S. pn.*	количество щитков, касающихся заднего края носовых, не считая верхнего орбитального
Lor.*	количество скуловых щитков
S. ol.*	количество подглазничных орбитальных щитков, касающихся верхнегубных
ON, %	наличие контакта верхнего предглазничного орбитального и носового щитка
Fpr, %	фрагментация теменных щитков
L., мм	длина тела
L. cd., мм	длина хвоста
ZW	количество зигзагообразных изгибов дорсомедиальной полосы

Примечание: * – использованные в дискриминантном анализе признаки.

Гадюки из Компанеевского р-на внешне представляют собой типичных степных гадюк из группы номинативного подвида *V. r. renardi*, на что указывают довольно большое количество брюшных и подхвостовых щитков, наличие 21 ряда вокруг середины тела, небольшое количество изгибов «зигзага», черные задние края верхнегубных щитков и т. д. (табл. 2).

Рис. 1. Географическое положение изученных выборок *V. renardi*

Результаты и их обсуждение

Общая характеристика двух первых канонических корней дана в таблице 3. Наибольшее значение для разделения выборок гадюк в пространстве первых двух канонических корней имеют такие признаки щиткования головы как Lor., S. ic., S. ic. 1, S. ic. 2. Следующими идут количество брюшных щитков Ventr., подхвостовых щитков S. cd. (у самок). Признаки, описывающие изменчивость щиткования боковой поверхности головы или стабильные в пределах подвида *V. renardi* (Sq., Apicale), имеют очень небольшое значение для разделения популяций в анализе.

Графическое представление распределения сравнительных выборок в целом сходно для самцов и самок и согласуется с предыдущими попытками представить взаимоотношение украинских популяций степной гадюки с помощью анализа главных компонент [25]. Своеобразными полюсами изменчивости в Украине выступают горно-крымские популяции с одной стороны и популяции Левобережной Лесостепи и Степи – с другой; змеи из Крымского Присивашья и Черноморского заповедника (Херсонская область) также обладают набором признаков, которые определяют их специфическое положение относительно двух предыдущих выборок.

Самцы из Сасовки на графике показывают почти полное перекрывание с выборками из Юго-Восточной Украины и Северной Лесостепи. Самки, однако, демонстрируют большее сходство с равнинными крымскими и присивашскими популяциями – три из четырех особей находятся на графике в зоне перекрывания крымской и херсонско-присивашской выборок (рис. 2). Мы не пытаемся сравнивать наши данные с единственным опубликованным описанием степной гадюки из Правобережья [18], так как автор ошибочно принял бывший Александровский уезд за территорию, расположенную на Правобережье г. Александрия Кировоградской обл., хотя на самом деле последней соответствует левобережная часть современной Запорожской области.

Гадюки из Сасовки разительно отличаются от *V. u. moldavica* по одному из основных диагностических признаков фолидоза – количеству рядов чешуй вокруг середины тела (табл. 2).

Таблица 2

Морфологическая характеристика гадюк из Сасовки Компанеевского р-на Кировоградской обл. (обозначения признаков как в табл. 1)

Признак	Самцы ($n = 6$)	Самки ($n = 4$)
Ventr.	143,83 ± 0,54 (142–146)	144,50 ± 1,32 (141–147)
S. cd.	35,00 ± 1,316 (29–38)	28,25 ± 0,752 (26–29)
Gul.	4,25 ± 0,250 (3,5–5,0)	4,75 ± 0,25 (4,0–5,0)
Sq.	20,83 ± 0,16 (20–21)	21,00 ± 0,00 (21)
Lab.	9,00 ± 0,22 (8,5–10,0)	9,37 ± 0,23 (9,0–10,0)
Sub.	9,91 ± 0,20 (9,0–10,5)	10,25 ± 0,25 (10,0–11,0)
S. orb.	8,75 ± 0,21 (8,0–9,5)	9,00 ± 0,20 (8,5–9,5)
Inf.	4,00 ± 0,00 (4,0)	4,00 ± 0,00 (4,0)
S. ic.	4,50 ± 0,56 (3–7)	5,00 ± 0,57 (4–6)
S. ic. 1	2,83 ± 0,16 (2–3)	3,00 ± 0,00 (3)
S. ic. 2	1,66 ± 0,61 (0–4)	1,75 ± 0,47 (1–3)
S. pf.	4,16 ± 0,73 (2–7)	4,62 ± 1,14 (2–7)
S. sf.	2,00 ± 0,12 (1,5–2,5)	1,75 ± 0,32 (1,0–2,5)
S. pn.	2,75 ± 0,17 (2,0–3,0)	2,75 ± 0,25 (2,0–3,0)
Lor.	3,83 ± 0,35 (2,5–4,5)	4,75 ± 0,43 (4,0–6,0)
S. ol.	2,00 ± 0,12 (1,5–2,5)	2,12 ± 0,42 (1,0–3,0)
Apicale	1,00 ± 0,0 (1)	1,00 ± 0,00 (1)
ON, %	не прикасается – 50 % прикасается с одной стороны – 16,7 % прикасается с двух сторон – 33,3 %	не прикасается – 0 % прикасается с одной стороны – 25,0 % прикасается с двух сторон – 75,0 %
Fpr, %	не фрагментированы – 100 %	не фрагментированы – 50 % фрагментированы с одной стороны – 25 % фрагментированы с двух сторон – 25 %
L., мм	взрослые ($n = 5$) 427,6 ± 27,2 (365–507)	510,0 ± 21,6 (470–570)
L. cd., мм	взрослые ($n = 5$) 65,4 ± 3,5 (55–74)	57,5 ± 5,9 (40–65)
ZW	66,0 ± 0,0 (66)	56,7 ± 1,3 (54,0–58,0)

Таблица 3

Общая характеристика двух первых канонических корней дискриминантной функции

Признак	Самки		Самцы	
	Корень 1	Корень 2	Корень 1	Корень 2
Ventr.	0,575	0,674	0,732	0,190
S. cd.	0,438	–0,140	–0,031	–0,504
Sq.	–0,112	0,222	0,233	–0,399
Lab.	0,139	0,207	0,332	0,405
Sub.	–0,185	–0,290	–0,101	–0,078
S. orb.	0,122	–0,176	0,224	–0,233
S. ic.	1,738	–3,411	–0,348	–1,852
S. pn.	0,215	0,347	0,594	0,309
Lor.	0,635	–0,881	–0,344	–0,781
S. ol.	–0,177	0,121	–0,235	0,182
Apicale	–0,104	–0,151	–0,635	0,143
S. ic. 1	–0,960	1,334	–0,116	1,067
S. ic. 2	–1,686	3,715	0,358	1,505
Eigenval	0,955	0,847	1,580	0,480
Cum.Prop	0,395	0,745	0,576	0,752

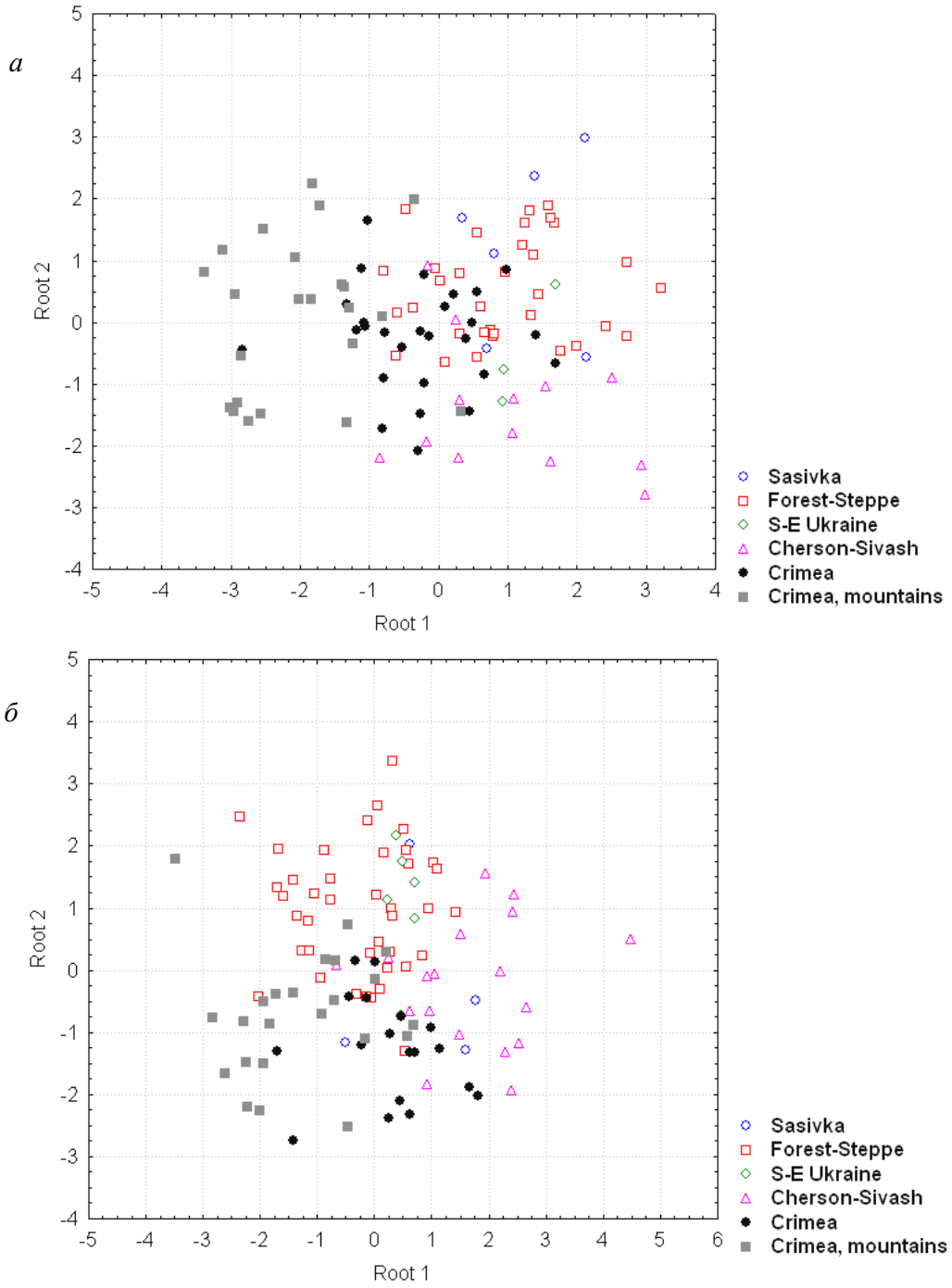


Рис. 2. Ординация на плоскости двух первых корней дискриминантной канонической функции гадюк из изученных популяций: *а* – самцы, *б* – самки

Таким образом, с определенными оговорками относительно уровня знаний о систематике рода *Vipera* в первой половине XX века, можно считать, что вывод [19] о принадлежности степных гадюк со всей территории континентальной Украины к номинативной форме (*V. r. renardi*) нашел свое подтверждение. *V. ursinii* пока в Украине

не найдена. Предполагаемая граница между ареалами степной и молдавской луговой гадюк должна проходить западнее Кировограда, но восточнее территории Молдовы, или, по крайней мере, по р. Днестр. Ключевыми для ответа на вопрос о прохождении границы между *V. ursinii* и *V. renardi* могли бы стать данные о таксономической принадлежности популяций из Одесской и Черновицкой областей, где гадюки встречались в степных биотопах в прошлом и, возможно, сохранились до настоящего времени [4; 7; 10; 12; 15]. Днепр, вопреки мнению некоторых исследователей [21], не является границей между родственными формами щиткоголовых гадюк – видами или подвидами.

По результатам молекулярного исследования (Зиненко и др., в печати), популяция из Сасовки неожиданно оказалась отнесена к митохондриальной гаплогруппе, распространенной преимущественно в Крыму. Следует заметить, однако, что данные только по митохондриальной ДНК из-за ее наследования по материнской линии и некоторых других особенностей [22; 32] малоинформативны для реконструкции истории популяции в случае ее гибридизации с близкородственными формами. Морфологические данные однозначно не подтверждают, однако и не опровергают возможное проникновение степной гадюки на Правобережье через Нижнеднепровские пески, которые, по мнению некоторых географов [5], в конце плейстоцена находились на правом, а не на левом, как в настоящее время, берегу Днепра, и в периоды морских регрессий, при освобождении от воды территории Каркинитского залива граничили с Крымом [14; 17]. Отсюда гадюки при постепенных трансформациях дельтовой системы Днепра и Буга и последовательном отмирании части палеорусел могли бы расселиться в западном (например, по приморским пескам) и северном (по речным долинам) направлениях и занять значительную часть Правобережья.

Следует отметить также, что уровень морфологических отличий между всеми изученными популяциями невысок по сравнению с подвидами обыкновенной гадюки. Даже наиболее своеобразные популяции хуже дифференцированы, а наибольший вклад в разделение популяций в пространстве корней канонической функции имеют признаки щиткования головы (см. табл. 3). В случае обыкновенной гадюки эти признаки в анализе, как правило, имели второстепенное значение для разделения подвидов и скорее относились к внутриподвидовой популяционной изменчивости. На наш взгляд, это свидетельствует о менее выраженной экологической специализации и возможно меньшем генетическом расстоянии и времени дивергенции изученных популяций степной гадюки по сравнению с подвидами обыкновенной гадюки. И наоборот, потенциально высокоадаптивные признаки, связанные с размером и пропорциями тела (Ventr., S. cd., Sq.) или размерами потенциальной добычи и биомеханикой процесса заглатывания (Lab., Sub.), показывают незначительный вклад в дискриминантную функцию (табл. 3).

Сходство *V. renardi* из Сасовки с крымскими змеями, с одной стороны, и почти полное перекрывание кировоградской выборки самцов с двумя левобережными – с другой, может указывать как на сложную историю популяций и возможность заселения Правобережья гадюками из разных источников, так и на влияние природных условий (прежде всего, климатических параметров) на морфологию популяций [25].

Следует также добавить, что степная балка в близ с. Сасовка Компанеевского р-на Кировоградской обл. заслуживает придания ей охранного статуса как одно из немногих известных местообитаний степной гадюки – вида, внесенного в Красную книгу Украины [12] – в Правобережной Украине. Кроме *V. renardi*, здесь отмечены и другие краснокнижные виды [6], а в 2008 г. отмечена степная мышовка *Sicista subtilis* (Pallas, 1773) (неопубликованные данные А. И. Зиненко).

Выводы

Степная гадюка в Кировоградской области представлена подвидом *V. r. renardi* и демонстрирует морфологическое сходство с популяциями из Восточной и Северо-Восточной Украины; самки также сходны с равнинными крымскими и присивашскими популяциями. Уровень морфологических отличий между популяциями степной гадюки в Украине ниже, чем между подвидами обыкновенной гадюки, что может быть связано с отсутствием экологической специализации у популяций, небольшим временем их дивергенции или сложной историей расселения и взаимодействием популяций. Граница между *V. renardi* и *V. ursinii* проходит западнее Днепра, который не является западной границей ареала восточной степной гадюки. Изученная популяция степной гадюки заслуживает охраны как одна из немногих сохранившихся на Правобережье.

Библиографические ссылки

1. **Барабаш-Никифоров І. І.** Нариси фауни степової Наддніпрянщини (колишньої Катеринославщини). – Ч. 1. Загальний огляд природи. Ч. 2. Фауна краю. – Д. : Держ. вид-во України, 1928. – 137 с.
2. **Браунер А.** Предварительное сообщение о пресмыкающихся и гадах Бессарабии, Херсонской губернии, Крыма и Северо-Западного Кавказа между Новороссийском и Адлером // Записки Новороссийского о-ва естествоиспытателей. – Одесса : Тип. А. Шульца, 1903. – Т. 25, вып. 1. – С. 43–59.
3. **Булахов В. Л.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Земноводні та плазуни / В. Л. Булахов, В. Я. Гассо, О. Є. Пахомов. – Д. : ДНУ, 2007. – 420 с.
4. **Волянський Б.** Земноводяні та плазуни околиць міста Одеси. Етюди щодо ойкології та економічного значення // Зап. прир.-мат. секц. Одес. наук. т-ва при Укр. АН. – Одеса : Одесполиграф, 1928. – С. 75–109.
5. **Гордиенко И.** Олешковские пески и биоценотические связи в процессе их зарастания. – К. : Наукова думка, 1969. – 245 с.
6. **Гулай В. В.** Значення військових полігонів у збереженні раритетних видів тварин України // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах. Матер. II Междунар. научн. конф. – Д. : ДНУ, 2003. – С. 202–203.
7. **Доценко И. Б.** Герпетофауна антропогенных ландшафтов Николаевской и Одесской областей / И. Б. Доценко, В. И. Радченко // Зб. пр. Зоологічного музею. – 2005. – № 37. – С. 109–120.
8. **Котенко Т. И.** Темпы роста и линька степной гадюки на Украине // Вестник зоологии. – 1989. – № 3. – С. 55–58.
9. **Котенко Т. И.** О распространении степной гадюки, *Vipera renardi* (Reptilia, Viperidae), в западной части равнинного Крыма // Вестник зоологии. – 2007. – Т. 41, № 5. – С. 422.
10. **Котенко Т. И.** Роль Азово-Черноморского функционального экокоридора в сохранении пресмыкающихся // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Серія: Біологія. – 2007. – Вип. 21. – С. 20–54.
11. **Котенко Т. І.** Гадюка степова, *Vipera renardi* (Christ.), – вид Червоної книги України / Т. І. Котенко, О. В. Кукушкін // Знахідки тварин Червоної книги України. – К., 2008. – С. 101–132.
12. **Котенко Т. І.** Гадюка степова *Vipera renardi* Christoph, 1861 / Т. І. Котенко, О. В. Кукушкін // Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – С. 397.
13. **Кукушкин О. В.** *Vipera renardi puzanovi* ssp. nov. (Reptilia, Serpentes, Viperidae) – новый подвид степной гадюки из Горного Крыма // Современная герпетология. – 2009. – Т. 9, вып. 1/2. – С. 18–40.
14. **Мельник В. И.** Влияние речной сети суши на рельеф и осадконакопление в Черном море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь : МГИ НАНУ, 2001. – Вып. 4. – С. 112–124.
15. **Никитенко М.** Пресмыкающиеся Советской Буковины // Животный мир Советской Буковины. – Черновцы, 1959. – С. 134–160.
16. **Никольский А. М.** Фауна России и сопредельных стран. Пресмыкающиеся (Reptilia). – Петроград, 1916. – Т. 2: Ophidia. – 350 с.

17. **Палеогеография Европы** за последние сто тысяч лет. Атлас / Н. Благоволин, О. Леонтьев, В. Муратов и др. – М. : Наука, 1982.
18. **Таращук С. В.** Степная гадюка в правобережной степи Украины // Вестник зоологии. – 1985. – № 4. – С. 80–81.
19. **Цемш І. О.** До систематики та географічного поширення амфібій та рептилій на Україні // Студентські наук. пр. Київ. держ. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка. – 1939. – № 4. – С. 103–117.
20. **Цуркану В. Ф.** Формирование и современное распространение фауны змей Днестровско-Прутского междуречья // Buletinul ştiinţific al Muzeului Naţional de Etnografie şi Istorie Naturală. – Vol. 2 (15). – Chişinău, 2005. – P. 63–68.
21. **Шарлемань М. В.** Зоогеографія УРСР. Матеріали до вивчення географічного поширення наземних хребетних УРСР. – К. : Вид-во АН УРСР, 1937. – 253 с.
22. **Godinho R.** The limits of mt DNA phylogeography: Complex patterns of population history in a highly structured Iberian lizard are only revealed by the use of nuclear markers / R. Godinho, E. G. Crespo, N. Ferrand // Molecular Ecology. – 2008. – Vol. 17. – P. 4670–4683.
23. **Krecsak L.** An updated overview of the distribution of the moldavian steppe viper (*Vipera ursinii moldavica* Nilson, Andren et Joger, 1993) / L. Krecsak, S. Zamifrescu, Z. Korsos // Russian Journal of Zoology. – 2003. – Vol. 10, N 3. – P. 195–206.
24. **Krecsak L.** *Vipera* (*Acridophaga*) *ursinii* in Romania: Historical and present distribution / L. Krecsak, S. Zamifrescu // North-Western Journal of Zoology. – 2008. – Vol. 4, N 2. – P. 339–359.
25. **Kukushkin O.** Morphological peculiarities and their possible bearing on the taxonomic status of the Crimean montane populations of the Steppe viper, *Vipera renardi* Christoph, 1861 / O. V. Kukushkin, O. I. Zinenko // M. Vences, J. Kohler, T. Ziegler, W. Bohme (eds.): Herpetologia Bonnensis II. Proceedings of the 13th Congress of the Societas Europaea Herpetologica. – Bonn, 2006. – P. 61–66.
26. **Mehely L.** Systematisch-phylogenetische studien an Viperiden // Annals Musei Nationalis Hungarici. – 1911. – Vol. 9. – S. 186–243.
27. **Nilson G.** A re-evaluation of the taxonomic status of the moldavian steppe viper based on immunological investigations, with a discussion of the intergradation between *Vipera ursinii racosiensis* and *Vipera* (*ursinii*) *renardi* / G. Nilson, C. Andren, U. Joger // Amphibia-Reptilia. – 1993. – Vol. 14. – P. 45–57.
28. **Nilson G.** The meadow and steppe vipers of Europe and Asia: The *Vipera* (*Acridophaga*) *ursinii* complex / G. Nilson, C. Andren // Acta Zoologica Academiae Hungaricae. – 2001. – Vol. 47, N 2–3. – P. 87–267.
29. **Patrick D.** Venomous snakes of Europe, Northern, Central and Western Asia / D. Patrick, G. Vogel // Terralog. – Vol. 16. – Frankfurt am Main: Chimaira, 2009. – P. 160.
30. **Sos T.** Review of recent taxonomic and nomenclature changes in European Amphibia and Reptilia related to Romanian herpetofauna // Herpetologica Romanica. – 2008. – Vol. 2. – P. 61–91.
31. **Speybroeck J.** Species list of the European herpetofauna – A tentative update / J. Speybroeck, P.-A. Crochet // Pod@rcis. – 2007. – Vol. 8, N 1/2. – P. 8–34.
32. **William J.** The incomplete natural history of mitochondria / J. William, O. Ballard, M. C. Whitlock // Molecular Ecology. – 2004. – Vol. 13. – P. 729–744.
33. **Zinenko O.** Distribution and morphological variation of *Vipera berus nikolskii* Vedmederja, Grubant et Rudaeva, 1986 in Western Ukraine, Republic of Moldova and Romania / O. Zinenko, V. Ţurcanu, A. Strugariu // Amphibia-Reptilia. – 2010. – Vol. 31. – P. 51–67.

Надійшла до редколегії 25.07.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 13–18.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 13–18.

УДК 631.618:633.2.031

Т. Ю. Бець, О. М. Баштанник

Дніпропетровський державний аграрний університет

ЕЛЕКТРИЧНА ПРОВІДНІСТЬ ТЕХНОЗЕМІВ ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АГРОБІОГЕОЦЕНОЗУ

Установлено, що електрична провідність дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках демонструє закономірну просторову мінливість, яка відповідає градієнтній просторовій структурі. За допомогою регресійного аналізу оцінено залежність між електропровідністю досліджуваних техноземів і деякими екологічними властивостями агробіогеоценозу. Агрегатний склад із фракціями 0,25–0,50, 1–2, 3–5 мм і проективне покриття трав'янистої рослинності – суттєві фактори, які впливають на розподіл електропровідності дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках.

Т. Ю. Бец, О. Н. Баштанник

Днепропетровский государственный аграрный университет

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТЕХНОЗЕМОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АГРОБИОГЕОЦЕНОЗА

Установлено, что электрическая проводимость дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках демонстрирует закономерную пространственную изменчивость, которая соответствует градиентной пространственной структуре. С помощью регрессионного анализа оценена зависимость между электропроводностью исследуемых техноземов и некоторыми экологическими свойствами агробиогеоценоза. Агрегатный состав с фракциями 0,25–0,50, 1–2, 3–5 мм и проективное покрытие травянистой растительности – существенные факторы, влияющие на распределение электропроводности дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках.

T. Y. Bets, O. M. Bashtannik

Dnipropetrovsk State Agrarian University

ELECTRIC CONDUCTIVITY OF TECHNOZEMS AS AN INDEX OF ECOLOGICAL PROPERTIES OF AGROBIOGEOCOENOSIS

The electrical conductivity of sod-lithogenic soil on the loess-like loams shows logical spatial variability which conforms to the gradient spatial structure. By means of the regression analysis we assessed the relationship between electroconductivity of the technozems and some environmental properties of the agrobiogeocoenosis. Aggregate composition of the fractions of 0.25–0.50, 1–2, 3–5 mm and plants projective cover are essential factors that influence on the electroconductivity of sod-lithogenic soil on loess.

Вступ

Важливі завдання сучасного ґрунтознавства – дослідження фізичних властивостей ґрунтів, таких як електрофізичні властивості, пошук нових методів дослідження, що дозволяють проводити облік усього комплексу факторів, які впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур [8]. Ґрунти, перебуваючи як у постійному, так

© Т. Ю. Бець, О. М. Баштанник, 2011

і у перемінному електричному полі, проводять електричний струм. Ця властивість характеризується електричним опором або питомою електропровідністю. Електропровідність зумовлюється наявністю у середовищі, яке проводить струм, заряджених часток (електронів або іонів). Оскільки ґрунт являє собою дисперсне середовище з великою кількістю пор і капілярів, заповнених розчинами електролітів, він має в основному іонну провідність. Таким чином, від концентрації та рухливості іонів у ґрунті багато в чому залежить величина електропровідності [6; 7; 10].

Рухливість іонів у ґрунті, а отже, і електропровідність залежать від вологості, температури, загальної вологоємності (saturation percentage – SP) і щільності ґрунту (ρb) [2; 5; 10]. Такі показники як SP та ρb безпосередньо залежать від вмісту глини та органічної речовини у ґрунті. Обмінна поверхня на глині та органічна речовина забезпечують рідкофазний шлях електричного струму переважно через обмінні катіони, отже, тип глини та її склад, катіонну обмінну здатність і органічну речовину слід розглядати як додаткові фактори, що впливають на електричну провідність ґрунту (soil electrical conductivity – ECa). Кількісні оцінки ECa повинні бути інтерпретовані з урахуванням зазначених діючих факторів.

Оскільки електрична провідність ґрунтів може бути легко використана в сільському господарстві для вимірювання засоленості ґрунтів, застосування ECa використано для встановлення просторової варіабельності деяких фізико-хімічних властивостей, які впливають на цей показник [16]. Геопросторове вимірювання ECa зручне для характеристики просторової мінливості з багатьох причин. Ця ознака надійна, легко та швидко вимірюється. Обладнання для проведення вимірювань ECa не громіздке, має доступну ціну. Важливо, що ECa чутлива до впливу багатьох ґрунтових факторів, завдяки чому просторова мінливість цих властивостей може бути охарактеризована з використанням електричної провідності [15].

Едафічні властивості впливають на ECa, тому просторовий розподіл цього показника в межах поля забезпечує потенційну можливість картування просторової мінливості едафічних властивостей, ґрунтуючись на відборі ґрунтових проб, місце відбору яких визначається за ECa. [11]. У випадку, коли ECa корелює з певною ґрунтовою властивістю, електрична провідність допоможе оптимізувати процедуру збирання зразків, що дозволить установити просторовий розподіл цієї властивості, а також мінімальну кількість і місця для відбирання проб для характеристики мінливості. Якщо ECa корелює з урожайністю, така система відбирання зразків може бути використана для ідентифікації ґрунтових властивостей, які впливають на мінливість урожайності [12].

Мета даної роботи – встановити просторовий розподіл електричної провідності техноземів і виявити зв'язок між електричною провідністю та деякими екологічними властивостями агробіогеоценозу (фітомасою, проективним покриттям трав'янистої рослинності, твердістю, агрегатним складом, вмістом гумусу, мінералізацією, *pH*) техноземів на прикладі дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на науково-дослідному стаціонарі Дніпропетровського державного аграрного університету (м. Орджонікідзе). Експериментальну ділянку для визначення оптимальних режимів рекультивації створено у 1968–1970 роках. Відбір проб проведено з регулярною сіткою пробної ділянки на варіанті техноземів, сформованих і лесоподібних суглинках. Сітка складається з 8 трансект, розташованих у напрямку із заходу на схід. Трансекти мають інтервал 1,5 м. Кожна трансекта включає

20 проб з інтервалом відбору 1,5 м. Таким чином, у межах експериментальної ділянки зібрано 160 проб. Вимірювали електричну провідність ґрунту за допомогою сенсора HI 76305 (Hanna Instruments, Woodsocket, RI) у межах кожної клітини у триразовій повторності. Облік рослинності та фітомаси проводили у червні 2010 року в межах квадратів 0,5 х 0,5 м. Рослини зрізали під корінь у середині дня, між сходом ранкової роси та початком утворення вечірньої, зв'язували у снопи та надсилали до лабораторії, де їх зважували [9]. Рослини визначали до виду, а також оцінювали за кількістю пагонів. У кожній клітині полігону визначали загальне проективне покриття травостою за візуальною шкалою із градаціями 0, 10, ..., 90, 100 % [4].

Твердість ґрунтів вимірювали у польових умовах за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp на глибину 50 см з інтервалом 5 см. Середня погрішність результатів приладу складає 8 %. Вимірювання проводили конусом із розміром поперечного перерізу 1 см^2. У межах кожної клітини вимірювали твердість ґрунту одноразово. Агрегатну структуру ґрунту визначали за допомогою сухого просіювання в системі сит [3]. Установлено співвідношення ваги (% від сумарної кількості) таких фракцій як агрегати розміром менше 0,25, 0,25–0,50, 0,50–1, 1–3, 3–5, 5–7, 7–10 і понад 10 мм. Інші характеристики визначали за загальноприйнятими методиками [1].

Результати та їх обговорення

Середнє значення електропровідності ґрунту у межах експериментальної ділянки перебуває на рівні 1,48 ± 0,25 дС/м. Асиметрія та ексцес розподілу незначні, що характерно для нормального розподілу, рівномірний розподіл значень описує 83 % даних. Відповідність розподілу нормальному закону підтверджується статистикою Колмогорова – Смирнова (d = 0,09, p < 0,05).

Геостатистичні параметри дозволяють оцінити внесок просторових факторів у мінливість електричної провідності ґрунту. Нагет-ефект вказує на значимість непросторової компоненти мінливості ознаки, цей показник для досліджуваних ґрунтів складає 0,04. Спільний облік часткового порогу (просторової компоненти мінливості) та нагет-ефекту дозволяє оцінити рівень просторової залежності (показник SDL, або просторове відношення). Цей показник змінюється від 0 до 100 %. У разі сильної просторової залежності просторове відношення перебуває в межах 0–25 %. Якщо просторове відношення має межі 25–75 %, залежність змінної помірна; перевищує 75 % – змінна розглядається як слабко просторово залежна [12]. На підставі одержаних даних можна зробити висновок, що просторова мінливість електропровідності дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках близька до помірної просторової залежності (65,6 %).

Радіус впливу свідчить про масштаб просторового взаємозв'язку досліджуваної змінної. Ця геостатистика для досліджуваних ґрунтів складає 5,6 м.

На просторову залежність перемінної вказує також індекс Морана. Цей показник – коефіцієнт кореляції між значенням ознаки в даній точці простору та усередненим значенням цієї ознаки в сусідньому оточенні даної точки. Тотальна *I*-статистика Морана також підтверджує просторову зумовленість мінливості електропровідності ґрунту (*I*-Морана = 0,14, p = 0,05). Корелограма за допомогою *I*-статистики Морана дозволяє виявити просторову структуру процесу (рис. 1).

Аналіз корелограми Морана зручно поєднувати з вивченням карти просторової мінливості ознаки (рис. 2). Структура корелограмми Морана для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках відповідає градієнтній просторовій структурі [13]. На карті мінливості електропровідності спостерігаються зони з підвищеним рівнем цієї

ознаки з градієнтним переходом у зони низької електропровідності. Середні розміри ділянок з однорідним значенням ознаки відповідають 4–5 м, нижня межа наведеної оцінки близька до значення радіуса впливу для варіограми та значення максимальної дистанції корелограми, за якої спостерігається вірогідна автокореляція.

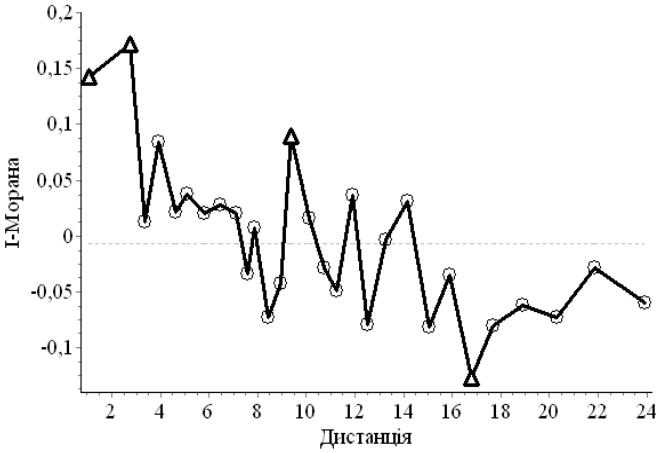


Рис. 1. Корелограма Морана електропровідності для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках: трикутники – статистично достовірні (з урахуванням корекції Бонферроні) індекси Морана, кружечки – невірогідні індекси

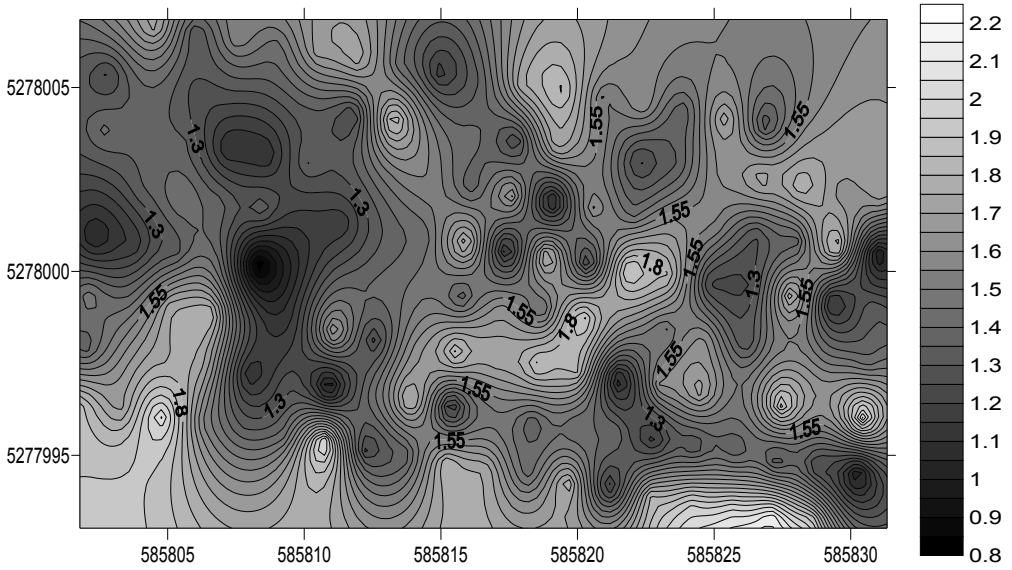


Рис. 2. Просторова мінливість електропровідності дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

Для оцінки зв’язку між електричною провідністю техноземів та екологічними властивостями біогеоценозу (фітомасою, проективним покриттям, твердістю, агрегатним складом, гумусом, мінералізацією, *pH*) застосовано метод множинної регресії, який полягає в аналізі зв’язку між декількома незалежними змінними (називаними також регресорами або предикторами) і залежною змінною. У результаті аналізу встановлено, що в цілому досліджувана модель статистично значима. Враховані в моделі факторні ознаки пояснюють результативну ознаку на 53 %, непояснена решта може

бути пов'язана із впливом інших неврахованих факторів, таких як вологість, температура, щільність техноземів. Розглянемо стандартизовані коефіцієнти регресії для визначення, яка з незалежних перемінних робить максимальний внесок у прогнозування просторового розподілу електричної провідності дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (табл.).

Таблиця

Параметри стандартної моделі множинної регресії електричної провідності дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

Параметр		b_i	p
Фітомаса, г/м^2		–0,00	0,42
Проективне покриття, %		0,00	0,00
Твердість, МПа	0–5 см	–0,11	0,19
	5–10 см	0,06	0,31
	10–15 см	–0,02	0,50
	15–20 см	–0,00	0,94
	20–25 см	0,02	0,37
	25–30 см	0,02	0,29
	30–35 см	–0,02	0,45
	35–40 см	0,03	0,15
	40–45 см	–0,04	0,06
	45–50 см	–0,03	0,12
Фракція, %	>10 мм	0,02	0,06
	10–7 мм	0,02	0,23
	7–5 мм	–0,03	0,27
	5–3 мм	0,05	0,00
	3–2 мм	0,02	0,15
	2–1 мм	0,03	0,03
	1–0,5 мм	–0,02	0,47
	0,5–0,25 мм	0,07	0,02
	<0,25 мм	–0,02	0,45
Гумус, %		–0,23	0,14
pH		0,25	0,31
Cl^-		1,56	0,95
SO_4^{-2}		16,29	0,62
Ca^{+2}		92,04	0,08
Mg^{+2}		100,57	0,24
HCO_3^-		–25,33	0,44
$K^+ + Na^+$		46,80	0,33
Сума іонів		–32,74	0,25
Сухий залишок		10,10	0,40

Примітки: b_i – параметри моделі; p – достовірність визначення коефіцієнта.

Множинний регресійний аналіз показав, що проективне покриття трав'янистої рослинності – статистично значимий предиктор розподілу електричної провідності для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках. Даний показник багатства фітоценозу безпосередньо залежить від умісту органічних речовин у ґрунті, тому ці речовини можна розглядати як фактори, які впливають на ЕСа. Мінливість агрегатного складу фракцій 0,25–0,50, 1–2, 3–5 мм – також суттєвий фактор, який впливає на розподіл електричної провідності досліджуваних техноземів, тому ЕСа може бути легко використана для оперативного визначення агрономічно цінної фракції техноземів.

Висновки

1. Електрична провідність дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках демонструє закономірну просторову мінливість, яка відповідає градієнтній просторовій структурі.

2. Просторова мінливість електропровідності ґрунтів для дослідженого типу техноземів близька до помірної просторової залежності.

3. Статистично значимі предиктори розподілу електричної провідності досліджуваних техноземів – проективне покриття травостою та агрегати з фракціями 0,25–0,50, 1–2, 3–5 мм.

Бібліографічні посилання

1. **Бекаревич Н. Е.** Породы надрудной толщи и их агробиологическая оценка // О рекультивации земель в степи Украины. – Д. : Промінь, 1971. – С. 20–37.
2. **Вадюнина А. Ф.** К оценке электропроводности как метода определения влажности почв // Почвоведение. – 1977. – № 3. – С. 391–404.
3. **Вадюнина А. Ф.** Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. **Воронов А. Г.** Геоботаніка. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
5. **Долгов С. И.** О соотношении между электропроводностью почвы и содержанием в ней воды // Тр. Всесоюзного НИИ агропочвоведения. – 1937. – Вып. 13. Физика почв. – С. 47–74.
6. **Лыткин И. И.** Закономерности статистической и динамической сорбции катионов и анионов торфяными почвами. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М. : МГУ, 1982. – 24 с.
7. **Нерпин С. В.** Физика почв / С. В. Нерпин, А. Ф. Чудновский. – М. : Наука, 1967. – 583 с.
8. **Поздняков А. И.** Электрофизические свойства некоторых почв / А. И. Поздняков, Ч. Г. Гюлалыев. – Москва – Баку : Адильоглы, 2004. – 240 с.
9. **Родин Л. Е.** Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Л., 1968. – 145 с.
10. **Савич В. И.** Подвижность катионов в почве в зависимости от влажности, температуры // Изв. ТСХА. – 1920. – Вып. 5. – С. 110–120.
11. **Corwin D. L.** Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture / D. L. Corwin, S. M. Lesch // Comp. Electron. Agric. – 2005. – Vol. 46. – P. 11–43.
12. **Field** scale variability of soil properties in central Iowa soils / C. A. Cambardella, T. B. Moorman, J. M. Novak et al. // Soil Science Soc. Am. – 1994. – Vol. 58. – P. 1501–1511.
13. **Identifying** soil properties that influence cotton yield using soil sampling directed by apparent soil electrical conductivity / D. L. Corwin, S. M. Lesch, P. J. Shouse et al. // Agron. J. – 2003. – Vol. 95, N 2. – P. 352–364.
14. **Legendre P.** Spatial pattern and ecological analysis / P. Legendre, M. J. Fortin // Vegetatio. – 1989. – Vol. 80. – P. 107–138.
15. **Pennisi B. V.** 3 ways to measure medium EC / B. V. Pennisi, M. van Iersel // GMPro. – 2002. – Vol. 22, N 1. – P. 46–48.
16. **Soil** electrical conductivity and soil salinity: New formulations and calibrations / J. D. Rhoades, N. A. Manteghi, P. J. Shouse, W. J. Alves // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1989. – Vol. 53. – P. 433–439.

Надійшла до редколегії 28.09.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 19–24.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 19–24.

УДК 581.522:633.13+546.56

М. М. Вакерич, В. І. Ніколайчук, Г. М. Денчиля-Сакаль, Я. С. Гасинець, О. П. Ткач

Ужгородський національний університет

ПРОТЕКТОРНИЙ ЕФЕКТ ХЛОРИДУ НАТРІЮ ПРИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ВІВСА ПОСІВНОГО ДО НАДЛИШКУ СУЛЬФАТУ КУПРУМУ

Досліджено механізм підвищення толерантності до впливу сульфату купруму шляхом попередньої адаптації до надлишкового засолення. Показано, що короткочасна (протягом доби) попередня адаптація рослин вівса до *NaCl* (400 мМ) знижує наступну токсичну дію *$CuSO_4$* (25 і 50 мкМ).

М. М. Вакерич, В. И. Николайчук, Г. Н. Денчиля-Сакаль, Я. С. Гасинець, Е. П. Ткач

Ужгородский национальный университет

ПРОТЕКТОРНЫЙ ЭФФЕКТ ХЛОРИДА НАТРИЯ ПРИ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ ОВСА ПОСЕВНОГО К ИЗБЫТКУ СУЛЬФАТА МЕДИ

Исследован механизм повышения толерантности к воздействию сульфата меди путем предварительной адаптации к избыточному засолению. Показано, что кратковременная (в течение суток) предварительная адаптация растений овса к *NaCl* (400 мМ) снижает следующее токсическое воздействие *$CuSO_4$* (25 и 50 мкМ).

M. Vakerich, V. Nikolaychuk, H. Denchilja-Sakal, Y. Hasynets, O. Tkach

Uzhgorod National University

PROTECTIVE EFFECT OF SODIUM CHLORIDE FOR CULTIVATED OAT'S ADAPTATION TO THE SURPLUS OF COOPER SULPHATE

Mechanism of increasing tolerance to copper sulfate by way of preliminary adaptation to excessive saltiness was investigated. It is detected that short-term (twenty-four hours) influence of *NaCl* (400 mM) on the oat plants reduces the further toxic effects of *$CuSO_4$* (25 and 50 μM).

Вступ

Стійкість екосистеми визначається біотичними та абіотичними факторами. У процесі еволюції шляхом екологічної та фізіологічної регуляції склалися певні взаємовідносини між організмом і навколишнім середовищем [2; 3]. Здатність рослинних організмів адаптуватися до дії важких металів і накопичувати їх у високих концентраціях без порушення фізіологічних функцій важлива для прояву стійкості екосистеми [5]. Солевитривалість культурних рослин іноді прийнято визначати ступенем засолення ґрунту, за якого вони можуть нормально розвиватися та давати високі врожаї [4]. Вивчення адаптивних реакцій рослинних організмів до антропогенного навантаження, що посилюється, у тому числі до забруднення важкими металами, надзвичайно актуальне. Для пошуку засобів захисту рослин від негативного впливу важких

© М. М. Вакерич, В. І. Ніколайчук, Г. М. Денчиля-Сакаль, Я. С. Гасинець, 2011

металів (ВМ) і зменшення їх накопичення в сільськогосподарській продукції необхідне вивчення механізмів надходження останніх до рослинного організму, їх фітотоксичного впливу, способів підвищення стійкості до нього, що виробились у рослин у процесі еволюційного розвитку [1].

Адаптація рослин до ВМ пов'язана з функціонуванням спеціалізованих (хелатування, секвестрація та компартментація) та загальних механізмів стійкості (низькомолекулярні органічні стрес-протекторні сполуки, захисні макромолекули та антиоксидантні системи). Питання про те, чи супроводжується адаптація рослин до надлишкового засолення підвищенням толерантності до ВМ (зокрема до купруму), залишається на сьогодні відкритим, а механізми стійкості рослин до одночасної дії двох указаних факторів практично не досліджені. Разом із тим, розуміння механізмів адаптації рослин до комбінованої дії хлоридного засолення та ВМ важливе як із теоретичної точки зору для розуміння загальних механізмів стійкості до екстремальних впливів, так і з практичної, оскільки масштабне техногенне забруднення навколишнього середовища хлористим натрієм і важкими металами все гостріше ставить питання про пошук рослин, здатних активно накопичувати важкі метали в надземних органах [6].

Базуючись на уявленні про механізми крос-адаптації (здатність рослин підвищувати стійкість до даного фактора в результаті адаптації до фактора іншої природи) ми висловили припущення, згідно з яким попередня адаптація рослин до хлориду натрію супроводжується індукцією формування загальних механізмів стійкості, функціонування яких знижує токсичний вплив купруму. Мета даної роботи – перевірка вищезазначеної гіпотези.

Матеріал і методи дослідження

Рослини *Avena sativa* L. сорту «Чернігівський 27» вирощували у водній культурі в камері фітотрона за денної та нічної температур +23…+25 і +18…+20 °С відповідно. Тривалість фотоперіоду складала 12 годин при інтенсивності освітлення 350 мкмоль/м^{2}с із натрієвими лампами ДНаЗ Reflux. Насіння висівали в кювети з перлітом. У віці 4–5 тижнів по три рослини пересаджували у скляні посудини ємністю 2 л на модифіковане живильне середовище Johnson [7] із залізом у нітратній формі.

Хлорид натрію до живильного середовища вносили у два прийоми: у перший день концентрацію солі доводили до 200 мМ, на другий – до 400 мМ. Схема внесення сірчанокислого купруму (25 і 50 мкМ) залежала від мети експерименту: у випадку використання в досліді тільки одного $CuSO_4$ всю дозу вносили в перший день експерименту; у варіантах зі спільною дією двох факторів (*NaCl* і *CuSO4*) сульфат купруму вносили разом із другою порцією *NaCl* або (додаткова серія дослідів) на третю добу експерименту після внесення другої порції *NaCl*. Крім того, у другій серії експериментів проводили передобробку рослин сірчанокислим купрумом. У цьому випадку перше внесення хлориду натрію (200 мМ) здійснювали на третю добу після внесення сульфату купруму, наступне внесення *NaCl* (200 мМ) припадало на четверту добу досліду. Фіксацію рослинного матеріалу проводили в усіх варіантах на сьому добу після останнього внесення хлориду натрію чи сірчанокислого купруму (залежно від варіанта). Біомасу рослин (листків і стебел) і вміст у них води визначали стандартним ваговим методом, фіксуючи рослинний матеріал протягом 30 хвилин за +90 °С і досушуючи його до постійної ваги за +60 °С.

Інтенсивність транспірації листків визначали загальноприйнятим ваговим методом. Інтенсивність транспірації виражали в мг · дм$^{-2}$ · год$^{-1}$. Для оцінки осмотичного потенціалу клітинний сік екстрагували механічним віджиманням за допомогою ручно-

го преса та збирали в пробірки. Вимірювання проводили на осмометрі Osmomat 030 фірми Gonotac (Німеччина). Величину осмотичного потенціалу виражали в МРа.

Для вимірювання *pH*, буферної ємності протона в клітинному соці використовували *pH*-метр Seven Easy Метлер, Швейцарія. Екстракт отримували шляхом кип'ятіння наважки листків (1 г) протягом 10 хвилин у 10 мл дистильованої води (за неможливості швидкого титрування екстракт зберігали в замороженому стані до проведення аналізу). При визначенні буферної ємності проводили титрування до $pH = 7{,}00 \pm 0{,}05$ малими порціями (10–50 мкл) 10–200 мМ розчинів *NaOH*. У випадку порівняно великої буферної ємності проб титрування розпочинали з високих концентрацій *NaOH*, після чого переходили до більш низьких. Для розрахунку значення вмісту протона ($[H^+]$, мкекв $\cdot$ $г^{-1}$), враховували об'єм і концентрацію *NaOH*, а також масу свіжої тканини. Кожний дослід повторювали не менше 3–4 разів. Аналізи виконували у трьох біологічних повторностях.

Результати та їх обговорення

У цілому за розвитком рослини, що піддавалися спільному впливу *NaCl* і $CuSO_4$, незначною мірою відрізнялися від рослин, які вирощувались за присутності лише *NaCl* (400 мМ) у живильному середовищі, а за рівнем накопичення біомаси були навіть кращими за них. Як випливає з даних, наведених у таблиці 1, після 7 діб впливу стресорів, у кінці експерименту біомаса рослин, які вирощувались за присутності *NaCl* і 25 мкМ $CuSO_4$, була достовірно вищою біомаси не тільки тих рослин, на які впливав *NaCl*, а й контрольних, а у варіанті з *NaCl* і 50 мкМ $CuSO_4$ була не набагато нижчою за контрольний дослід. Таким чином, можна припустити, що зняття засоленням токсичної дії $CuSO_4$ поєднане з пригніченням поглинання іонів купруму.

За тривалої дії на рослини вівса високих концентрацій сульфату купруму, на сьому добу експерименту виявлялось майже триразове інгібування швидкості транспірації первинних листків (див. табл. 1). Внесення в живильне середовище 400 мМ *NaCl* також викликало зниження інтенсивності транспірації, хоча ступінь цього пригнічення був нижчим порівняно з інгібувальним ефектом $CuSO_4$. Інтенсивніше, порівняно з *NaCl*, пригнічення транспірації відмічалося також у рослин вівса та за спільної дії обох досліджуваних факторів.

Можна припустити, що характер зміни транспірації, що спостерігався, вказує на початок переходу рослин із C_3-типу фотосинтезу на водозберігальний САМ-шлях фіксації CO_2. Прямим показником, що підтверджує перехід рослин із C_3- на САМ-тип фотосинтезу, та таким, що дозволяє оцінити інтенсивність протікання останнього, є рівень титрованої кислотності клітинного соку.

Отримані нами результати показують, що до кінця експерименту величина титрованої кислотності для рослин контрольного варіанта складала 23 мкекв/г сирої маси, що свідчить про ініціацію САМ-типу фотосинтезу (див. табл. 1). Через 7 діб після внесення у живильне середовище 400 мМ *NaCl* концентрація протона досягала 48,2 мкекв/г сирої маси, що відповідає САМ-типу середньої інтенсивності. Вплив $CuSO_4$ викликав значне підвищення інтенсивності перебігу САМ-типу фотосинтезу; концентрація протона в даному варіанті досягала в середньому 82 мкекв/г сирої маси. Близькою була інтенсивність САМ-типу фотосинтезу у рослин, які перенесли одночасний вплив $CuSO_4$ і *NaCl*, оскільки величина титрованої кислотності в даному випадку складала в середньому 73 мкекв/г сирої маси.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що протекторний ефект *NaCl* на стійкість рослин вівса до сульфату купруму не може пояснюватися прискоренням пе-

реходу рослин на САМ-тип фотосинтезу або посиленням інтенсивності його перебігу в результаті передобробки рослин *NaCl*, оскільки прямі вимірювання рівня титрованої кислотності не виявили інтенсифікації САМ-типу метаболізму у рослин, що піддавалися впливу $CuSO_4$ після передобробки їх *NaCl*, порівняно з рослинами, які вирощували за присутності одного лише *NaCl*. І все ж, не можна заперечувати певного внеску САМ-типу фотосинтезу як водозберігального механізму адаптації у формуванні стійкості рослин вівса до сульфату купруму в умовах засолення.

Відомо, що інтенсивна акумуляція в рослині солей викликає зниження осмотичного потенціалу клітинного соку та підвищення водопоглинальної здатності клітин кореня, внаслідок чого підвищується загальна оводненість тканин.

Отримані експериментальні дані показують (див. табл. 1), що оводненість листків рослин до сьомої доби дослідження в обох варіантах спільної дії двох факторів складала в середньому 93,9 %, тобто була достовірно вищою оводненості листків рослин, що піддавалися дії сульфату купруму навіть у найнижчій із використаних концентрацій, і практично не відрізнялася від оводненості листків рослин, що вирощувалися за присутності лише одного *NaCl*.

Більш чітко стан водного статусу рослин дозволяє оцінити такий параметр як відносний вміст води (ВВВ) (див. табл. 1). Обробка рослин дослідного варіанта $CuSO_4$ викликала зниження ВВВ майже порівняно з контролем; а значення ВВВ у рослин, що піддавалися спільному впливу *NaCl* і $CuSO_4$, були дещо вищими.

Окрім загальної оводненості та ВВВ, велике значення для характеристики водного статусу має величина осмотичного потенціалу клітинного соку, який дуже знижується за дії на рослини хлориду натрію (див. табл. 1). Показники осмотичного потенціалу рослин, що піддавались впливу $CuSO_4$, займали проміжне положення між значеннями осмотичного потенціалу рослин, вирощених у контрольних умовах і при засоленні. Однак спільний вплив двох факторів викликав різке зниження аналізованого показника в обох варіантах.

Таблиця 1

Вплив сульфату купруму на морфофізіологічні показники *Avena sativa* L. на фоні передадаптації до засолення *NaCl*

Варіант досліду	Сира вага, г	Інтенсивність транспірації, мг/дм^2/год.	Вміст сирої речовини, мгекв/г	Сира маса, %	Відносний вміст води в листках, %	Осмотичний потенціал клітинного соку листків, МПа
Контроль	22,1	263,5	22,1	96,30	62,7	–0,79
NaCl, 400 мм	17,3	207,8	48,2	94,74	58,3	–1,88
$CuSO_4$ 25 мкм	7,1	102,1	82,0	91,84	33,1	–1,09
$CuSO_4$ 50 мкм	3,5	92,3	86,0	89,29	39,8	–1,26
NaCl, 400 мм + 25 мкм $CuSO_4$	27,1	145,2	74,0	93,90	47,8	–2,99
NaCl, 400 мм + 50 мкм $CuSO_4$	20,7	152,6	72,0	93,87	46,7	–4,54
$НІР_{0,5}$	1,9	18,1	0,15	9,2	3,5	0,15

Наведені дані однозначно свідчать, що короткочасна, лише протягом доби, передадаптація рослин вівса до *NaCl* (400 мМ) знижує наступну токсичну дію $CuSO_4$ (25 і 50 мкМ). Можна було очікувати, що підвищення тривалості передобробки рослин *NaCl* збільшить ступінь його протекторного ефекту в умовах пошкоджувального впливу досліджуваної солі за рахунок повнішого формування різноманітних механізмів солестійкості, важливих для виживання рослин в умовах пошкоджувальної дії факторів

іншої природи. Однак триваліша (триденна) передобробка рослин *NaCl* (400 мМ) не викликала достовірного зниження рівня накопичення купруму в листках і не змінювала інтенсивності транспірації, яка була значно нижчою, ніж у відповідних варіантах досліду з одноденною передадаптацією (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив *$CuSO_4$* на інтенсивність транспірації *Avena sativa* L. на фоні триденної передадаптації до засолення *NaCl*

Варіант досліду	Інтенсивність транспірації, мг/дм^2/год
Контроль	256,4
NaCl, 400 мМ	198,8
$CuSO_4$, 25 мкМ	106,3
$CuSO_4$, 50 мкМ	89,3
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 25 мкМ	112,2
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 50 мкМ	116,4
$НІР_{0,5}$	10,9

Разом із тим, збільшення часу передадаптації рослин до *NaCl* викликало збільшення оводненості листків за наступного одночасного впливу 400 мМ *NaCl* і 25 (але не 50) мкМ *$CuSO_4$* (табл. 3). Це дозволяє зробити висновки, що передобробка рослин *NaCl* протягом доби була достатньою для індукції захисних механізмів, що забезпечують зниження токсичного впливу *$CuSO_4$* в умовах одночасного впливу двох указаних факторів.

Таблиця 3

Вплив *$CuSO_4$* на загальний вміст води в листках *Avena sativa* L. на фоні триденної передадаптації до засолення *NaCl*

Варіант досліду	Вміст сирої маси, %
Контроль	95,60
NaCl, 400 мМ	94,25
$CuSO_4$, 25 мкМ	91,44
$CuSO_4$, 50 мкМ	88,95
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 25 мкМ	93,78
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 50 мкМ	89,10
$НІР_{0,5}$	1,80

Таблиця 4

Вплив *$CuSO_4$* та післядії *NaCl* на вміст води в листках *Avena sativa* L.

Варіант досліду	Вміст сирої маси, %
Контроль	96,30
NaCl, 400 мМ	94,50
$CuSO_4$, 25 мкМ	90,98
$CuSO_4$, 50 мкМ	89,23
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 25 мкМ	88,34
NaCl, 400 мМ + *$CuSO_4$*, 50 мкМ	87,40
$НІР_{0,5}$	1,90

У зв'язку з дослідженням характеру взаємодії відповідей рослин на послідовну та одночасну дію *NaCl* і *$CuSO_4$* важливо відповісти на питання, чи реалізується виявлена захисна дія хлориду натрію після попередньої адаптації рослин до *$CuSO_4$*. Отримані дані доводять, що внесення до живильного середовища хлориду натрію через 3 доби після початку впливу на рослини сульфату купруму достовірно знижувало оводненість листків (табл. 4) і не впливало на інтенсивність транспірації (табл. 5) порівняно з рослинами, в яких впливу *$CuSO_4$* передувала 1–3-добова адаптація до *NaCl*.

Таблиця 5

Вплив $CuSO_4$ на інтенсивність транспірації *Avena sativa* L. на фоні триденної передадаптації до засолення *NaCl*

Варіант досліду	Інтенсивність транспірації, мг/дм^2/год
Контроль	256,4
NaCl, 400 мМ	198,8
$CuSO_4$, 25 мкМ	106,3
$CuSO_4$, 50 мкМ	89,3
NaCl, 400 мМ + $CuSO_4$, 25 мкМ	107,2
NaCl, 400 мМ + $CuSO_4$, 50 мкМ	99,4
$НІР_{0,5}$	12,1

Звідси випливає, що попередній вплив на рослини вівса сульфату купруму не тільки не посилював захисний ефект *NaCl* за одночасної дії двох факторів, а навпаки, знижував адаптаційний потенціал рослин, що виражалося, наприклад, у різкому зниженні оводненості тканин.

Висновки

Попередня адаптація рослин до *NaCl* значно знижує наступний токсичний вплив $CuSO_4$, що проявляється, перш за все, у підтриманні водного статусу рослин в умовах одночасного впливу двох факторів. Навпаки, попередній вплив на рослини сульфату купруму перешкоджає реалізації захисного ефекту хлориду натрію в умовах одночасної дії засолення та важких металів.

Наведені дані можуть бути використані при розробці технології рекультивації земель, забруднених декількома полютантами різного походження. Не останнє місце серед таких територій займають площі з високим ступенем засолення та забруднення важкими металами.

Бібліографічні посилання

1. **Гуральчук Ж. З.** Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. – К. : Логос, 2006. – 208 с.
2. **Кияк Н. Я.** Фізіолого-біохімічні механізми адаптації епіфітного моху *Leskea polycarpa* до токсичної дії важких металів // Живлення рослин: теорія і практика. – К. : Логос, 2005. – С. 386–395.
3. **Строганов Н. С.** Общая экология. Биоценология. Гидробиология. – М., 1976. – С. 363–367.
4. **Шахов А. А.** Солеустойчивость растений. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 552 с.
5. **Bioaccumulation** and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp) / V. Angelova, R. Ivanova, V. Delibaltova, K. Ivanov // Industrial Crops and Products. – 2004. – N 19. – P. 197–205.
6. **Phytoremediation** of heavy metal-contaminated soils: Natural hyperaccumulation versus chemically enhanced phytoextraction / E. Lombi, F. J. Zhao, S. J. Dunham, S. P. McGrath // J. Environ.Qual. – 2001. – N 30. – P. 1919–1926.
7. **Rengel Z.** Wheat genotypes differ in zinc efficiency when grown in the chelate-buffered nutrient solution / Z. Rengel, R. D. Graham // I. Growth. Plant Soil. – 1995. – Vol. 176. – P. 307–316.

Надійшла до редколегії 29.06.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 25–33.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 25–33.

УДК 579.[222.[4:3]:243]:546.[4:562]

О. М. Василів, С. О. Гнатуш, О. І. Білий, В. Б. Гетьман

Львівський національний університет ім. Івана Франка

ВПЛИВ СОЛЕЙ ФЕРУМУ ТА МАНГАНУ НА РІСТ І СВІТЛОРОЗСІЮВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БАКТЕРІЙ *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS*

Desulfuromonas acetoxidans **– грамнегативні строго анаеробні сульфурредукувальні еубактерії. Досліджено вплив різних концентрацій ферум (*III*) хлорид гексагідрату, ферум (*II*) сульфату та манган (*II*) хлорид тетрагідрату на ріст і світлорозсіювальні властивості сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans*. Встановлено кореляцію між нагромадженням біомаси та змінами світлорозсіювальних параметрів клітин досліджуваних бактерій за впливу згаданих солей. Максимум кривої розподілу клітин становив 0,49 мкм за впливу всіх досліджуваних концентрацій ферум (*II*) сульфату, ферум (*III*) хлорид гексагідрату та манган (*II*) хлорид тетрагідрату. Найвищий відносний вміст клітин максимального розміру (0,49 мкм) та найбільшу біомасу спостерігали за впливу 2,5 мМ $FeCl_3 \times 6H_2O$ та 0,5 мМ $MnCl_2 \times 4H_2O$. Найбільшу біомасу *D. acetoxidans* зафіксовано при внесенні до середовища 2,5 мМ $FeSO_4$, а найбільший відносний вміст клітин максимального розміру – при 0,5–1,5 мМ $FeSO_4$.**

О. М. Василив, С. А. Гнатуш, А. И. Билый, В. Б. Гетьман

Львовский национальный университет им. Ивана Франко

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ФЕРРУМА И МАРГАНЦА НА РОСТ И СВЕТОРАССЕИВАЮЩИЕ СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS*

Desulfuromonas acetoxidans **– грамнегативные строго анаэробные серовосстанавливающие эубактерии. Исследовано влияние разных концентраций феррум гексагидрата хлорида железа (*III*), сульфата железа (*II*) и тетрагидрата хлорида марганца (*II*) на рост и светорассеивающие свойства бактерий *D. acetoxidans*. Установлена корреляция между накоплением биомассы и изменением светорассеивающих параметров клеток исследуемых бактерий под влиянием перечисленных солей. Максимум кривых распределения клеток составил 0,49 мкм для всех концентраций сульфата железа (*II*), гексагидрата хлорида железа (*III*) и тетрагидрата хлорида марганца (*II*). Самое высокое относительное содержание клеток максимального размера (0,49 мкм) и самое большое значение биомассы наблюдали под влиянием 2,5 мМ $FeCl_3 \times 6H_2O$ и 0,5 мМ $MnCl_2 \times 4H_2O$. Самая большая биомасса *D. acetoxidans* обнаружена при внесении в среду 2,5 мМ $FeSO_4$, а самое большое относительное содержание клеток максимального размера – при 0,5–1,5 мМ $FeSO_4$.**

O. M. Vasyliv, S. O. Hnatush, O. I. Bilyy, V. B. Getman

Ivan Franko Lviv National University

INFLUENCE OF FERROUS AND MANGANESE SALTS ON GROWTH AND LIGHT SCATTERING PROPERTIES OF *DESULFUROMONAS ACETOXIDANS* BACTERIA

© О. М. Василів, С. О. Гнатуш, О. І. Білий, В. Б. Гетьман, 2011

Desulfuromonas acetoxidans **are obligatory anaerobic gram-negative sulfurreducing eubacteria. The influence of different concentrations of iron (*III*) chloride hexahydrate, iron (*II*) sulfate and manganese (*II*) chloride hexahydrate on *D. acetoxidans* growth and light scattering properties has been investigated. The correlation between biomass accumulation and changes of the cells' light scattering properties has been ascertained under the influence of the 3d transition metal salts. The maximum of cell distribution curve equaled 0.49 μm under the influence of all investigated concentrations of iron (*III*) chloride hexahydrate, iron (*II*) sulfate and manganese (*II*) chloride hexahydrate. The highest relative content of cells with maximal size (0.49 μm) and the largest biomass were observed under the influence of 2.5 mM $FeCl_3 \times 6H_2O$ and 0.5 mM $MnCl_2 \times 4H_2O$. Under the influence of $FeSO_4$ the highest *D. acetoxidans* biomass was obtained with addition of 2.5 mM metal salt in the growth medium. The highest relative cell content with maximal size was observed under the influence of 0.5–1.5 mM $FeSO_4$.**

Вступ

Desulfuromonas acetoxidans – безбарвні сіркобактерії, що населяють збагачені сполуками сульфуру водні середовища. Це грамнегативні строгі анаероби, здатні утворювати гідроген сульфід [11]. Сірковідновлювальні бактерії суттєво впливають на біогеохімію осадових середовищ, оскільки вони беруть участь у відновному осадженні металів. Іони металів – ксенобіотики, тобто чужорідні для біосфери сполуки. На відміну від органічних сполук, які розкладаються до кінцевих продуктів (вуглекислого газу, води, метану тощо), сполуки важких металів не здатні розщеплюватися до простих речовин.

Проблема дослідження взаємодії сірковідновлювальних бактерій із металами актуальна, оскільки використання цих мікроорганізмів, резистентних до високих концентрацій токсичних металів у навколишньому середовищі, дасть змогу нейтралізувати токсичність кінцевого продукту дисиміляційного відновлення сірки – гідроген сульфіду – та іонів металів унаслідок їх часткового зв'язування з утворенням нерозчинних осадів.

Світлорозсіювальні властивості бактерій визначаються такими фізичними параметрами клітин як показник заломлення, форма та розміри [3]. Світлорозсіювання клітинами мікронних розмірів базується на явищі дифракції та має значення лише за наявності прямого кута між падаючим і відбитим променями. Інтенсивність розсіювання світла за даних умов визначається об'ємом клітин, а також залежить від певних фізичних чинників, зокрема особливостей поверхні клітини. Складові клітин (нуклеїнова кислота, цитоплазма, мембрани тощо) мають різні показники заломлення. Показники заломлення бактеріальних клітин, отримані Б. А. Фіхман [4], свідчать, що абсолютного значення показника заломлення для бактерій певного виду не існує, оскільки спостерігається варіювання значень у межах популяції. Показник заломлення бактеріальної клітини визначається біохімічним складом цитоплазми, який змінюється в широких межах, і залежить від осмолярності навколишнього середовища.

Інший важливий параметр для оцінки світлорозсіювальних властивостей суспензій бактеріальних клітин – їх розмірний розподіл. Визначення розподілу оптичними методами, за літературними даними, можливе в рамках теорії Релея [15], теорії розсіювання Мі [10] і теорії Релея – Ганса [7; 8]. Спорідненість показників заломлення цитоплазми бактеріальних клітин і навколишнього середовища, яка відповідає критерію застосовування теорії Релея – Ганса, дає підстави стверджувати, що дана модель прийнятна для опису процесів розсіювання світла мікробіологічними об'єктами. Інформацію про розміри досліджуваних часток у рамках даних теоретичних моделей можна отримати методом так званого статичного розсіювання світла. При даному підході про розмір частки судять за амплітудою інтенсивності імпульсу розсіяного світла, що реєструється фотоелектричною системою [12]. Точну інформацію про розміри досліджуваних часток у рамках даних теорій можна отримати лише з кутових залежностей діаграм розсіювання світла. У випадку мікробіологічних об'єктів, коли

показник заломлення клітин мікроорганізмів n незначно відрізняється від показника заломлення води n_0 (середовища, в якому розміщені досліджувані мікроорганізми), відношення інтенсивностей розсіяного світла до падаючого світла I_0 змінюється на декілька порядків.

D. acetoxidans здатні одержувати енергію за анаеробних умов при окисненні ацетату до діоксиду карбону в циклі трикарбонових кислот шляхом взаємодії процесів окиснення ацетату, відновлення сірки та деяких металів, зокрема Fe^{3+} і Mn^{4+} [16]. Ферум (*III*) і манган (*IV*) також здатні неензиматично окиснювати сульфід, утворюючи молекулярну сірку. Тому за наявності S^0 та Fe^{3+} чи Mn^{4+} в анаеробних осадах сульфід, який дифундує із зони відновлення сульфату, зв'язується з *Fe* чи *Mn*, у результаті чого відбувається його детоксикація [6]. Проблема захисту навколишнього середовища від антропогенного забруднення металами, зокрема, надмірними концентраціями солей *Fe* та *Mn*, надзвичайно актуальна. Один з основних напрямів її розв'язання – застосування біотехнологій, що ґрунтуються на ефективних біологічних механізмах детоксикації небезпечних речовин мікроорганізмами.

Властивість бактерій *D. acetoxidans* використовувати S^0, *Fe* (*III*) і *Mn* (*IV*) як акцептори електронів при окисненні органічного вуглецю забезпечує їх особливу адаптацію до змін довкілля. Клітини цих бактерій розглядають як високоефективний матеріал мікробно-анодних паливних елементів [9; 13].

Дослідження процесів використання бактерій для утворення електричного струму відображає ефективний метод біоутворення енергії, оскільки бактерії здатні до самовідтворення, у результаті чого окиснення органічної речовини є самопідтримувальним. Теоретично, будь-яка біоперетворювана органічна речовина може використовуватись як матеріал для мікробно-анодних паливних елементів, включаючи леткі кислоти, вуглеводи, білки, спирти й навіть відносно стійкі матеріали, такі як целюлоза. Встановлено, що чиста культура сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans* утворює електричний струм потужністю 14 мВт/м^2 у двокамерних повітряних катодах мікробно-анодних паливних елементів [9].

Використання Microbial Fuel Cell технологій як високоефективних і самовідтворювальних моделей для очищення стічних вод, що містять енергію у формі біоперетворюваної органічної речовини, надзвичайно перспективне, оскільки на сьогодні витрачається велика кількість енергії для її видалення, замість пошуку можливостей отримання енергії з наявних органічних сполук. Проте у стічних водах є ксенобіотики у високих концентраціях, зокрема іони металів, що значно пригнічують виживання бактерій, здатних до їх окиснення.

Мета нашої роботи – оцінити вплив концентрації ферум (*III*) хлорид гексагідрату, ферум (*II*) сульфату і манган (*II*) хлорид тетрагідрату на ріст і світлорозсіювальні властивості сірковідновлювальних бактерій *Desulfuromonas acetoxidans*, використовуючи новий метод отримання інформації про світлорозсіювальні параметри клітин на основі їх розмірного розподілу та відносного вмісту.

Матеріал і методи досліджень

Культуру *D. acetoxidans* вирощували протягом 10 діб за анаеробних умов за +30 °С у модифікованому середовищі Постгейта С [5] за додаткового внесення $FeCl_3 \times 6H_2O$, $FeSO_4$ та $MnCl_2 \times 4H_2O$ у концентрації 0,5–2,5 мМ. У контрольному варіанті солей металів додатково не вносили. Біомасу визначали за мутністю розведеної суспензії клітин шляхом фотометрування на фотоелектроколориметрі КФК-3 (λ = 395 нм, оптичний шлях – 3 мм). Біомасу (г/л) розраховували за формулою:

$$C = \frac{E_{395} \cdot n}{K},$$

де E_{395} – екстинція при 395 нм, n – фактор розведення (разів), K = 0,65 ± 0,15 – коефіцієнт перерахунку для *D. acetoxidans*, отриманий ваговим методом (для фотоелектроколориметра КФК-3).

Для розчинення осадів сульфідів металів (утворених у результаті взаємодії досліджуваних солей металів із кінцевим продуктом дисиміляційної сульфурредукції, що здійснюється *D. acetoxidans*), які зумовлювали похибку вимірювання внаслідок підвищення мутності досліджуваних проб, безпосередньо перед вимірюванням до бактеріальної суспензії вносили 40 % розчин лимонної кислоти у перерахунку на концентрацію утворених сульфідів металів.

Для визначення розмірного розподілу часток [1; 2] запропоновано метод, що базується на реєстрації змін інтенсивності розсіяного ними світла, шляхом статистичного набору змін амплітуди та тривалості імпульсів для часток заданого розміру, побудові на основі одержаних даних вимірювання кореляційної функції, що виражає статистичні характеристики інтенсивності розсіювання світла, і одержання розподілу часток за розмірами, шляхом розв'язання інтегрального рівняння Фредгольма першого роду:

$$F(U,t) = \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} K(U,t,r)n(r)d(r), \qquad (1)$$

де r_{min} і r_{max} – нижня та верхня межі діапазону розмірів часток, що реєструються, $n(r)$ – функція розподілу часток за розмірами, $K(U, t, r)$ – функція розподілу нормованих значень амплітуд і тривалості реєстрованих імпульсів розсіяного світла калібрувальних часток – результат попереднього зондування потоку рідини монохроматичним когерентним світлом полімерних латексів заданого розміру, і відомим показником заломлення.

Бактерії *D. acetoxidans* культивували у рідкому середовищі та визначали часову залежність зміни кількості клітин і фонових часток у культуральному середовищі. У вибраному інтервалі розмірів визначали кількість клітин бактерій, їх відносний вміст шляхом розрахунку відношення кількості клітин у певному розмірному діапазоні до їх загальної концентрації. На основі отриманих даних будували залежності змін кількості клітин і їх відносного вмісту у вибраному інтервалі розмірів від часу культивування.

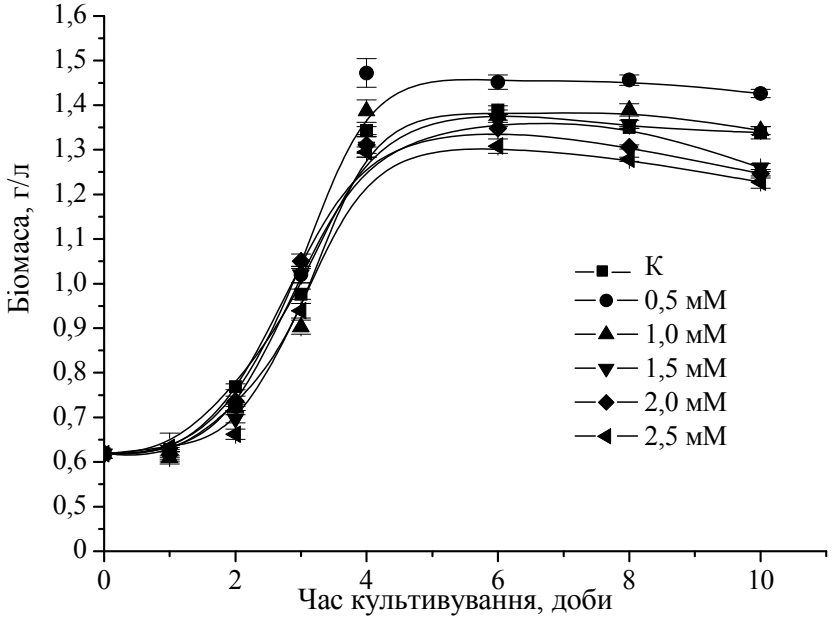
При дослідженні впливу $FeSO_4$, $FeCl_3 \times 6H_2O$ та $MnCl_2 \times 4H_2O$ на світлорозсіювальні параметри клітин *D. acetoxidans* із використанням описаного методу бактерії вирощували у пробірках об'ємом 20 мл у модифікованому середовищі Постгейта *C* за +28 °C та анаеробних умов. У культуральне середовище вносили солі досліджуваних металів у концентраціях 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 мМ. На середині експоненціальної фази росту (третя доба культивування) відбирали 1 мл суспензії бактерій, розводили у 100 разів і проводили вимірювання за допомогою пристрою ПРМ-6М, розробленого на кафедрі фізичної та біомедичної електроніки факультету електроніки ЛНУ ім. Івана Франка.

Статистичне опрацювання даних здійснювали за такими параметрами: знаходили основні статистичні показники за безпосередніми даними (середнє арифметичне – M; стандартна похибка середнього арифметичного – m). Для оцінки достовірності різниці між статистичними характеристиками двох альтернативних сукупностей даних обчислювали коефіцієнт Стьюдента. Достовірною вважалася різниця при показнику достовірності $p > 0,95$. Статистичне опрацювання результатів проводили, використовуючи програму Origin.

Вплив солей *Fe* та *Mn* на ріст *D. acetoxidans*

Досліджено кінетику росту сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій $MnCl_2 \times 4H_2O$, $FeSO_4$ та $FeCl_3 \times 6H_2O$. При дослідженні впливу $MnCl_2 \times 4H_2O$ на ріст бактерій *D. acetoxidans* найбільшу біомасу спостерігали за концентрації 0,5 мМ солі металу в середовищі (рис. 1*а*). За впливу максимальної досліджуваної концентрації $MnCl_2 \times 4H_2O$ (2,5 мМ) біомаса бактерій зменшується на 2–8 % порівняно з контролем протягом усього часу вирощування.

а



б

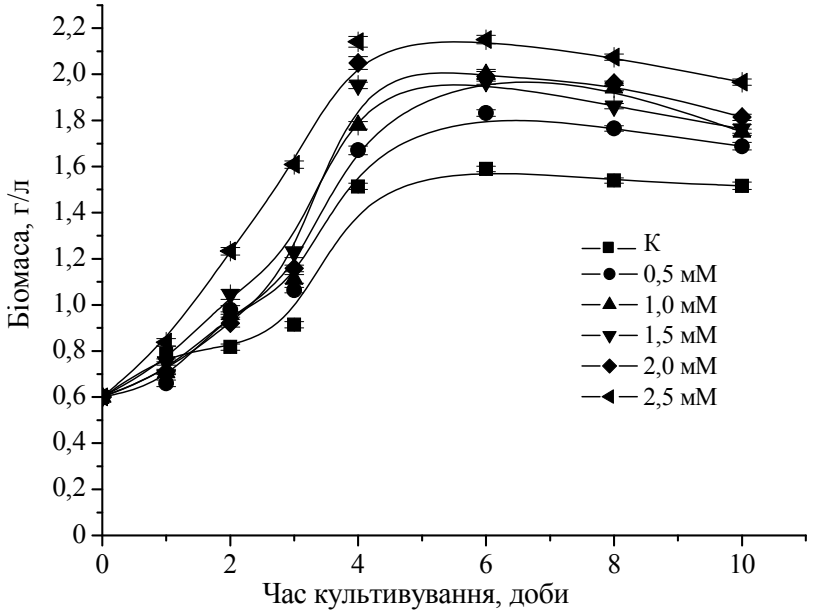


Рис. 1. Ріст бактерій *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій $MnCl_2 \times 4H_2O$ (*а*) та $FeSO_4$ (*б*)

При дослідженні впливу різних концентрацій $FeSO_4$ на нагромадження біомаси *D. acetoxidans* встановлено, що зі збільшенням вмісту солі в середовищі біомаса зрос-

тає. Найвищу біомасу бактерій зафіксовано за максимальної досліджуваної концентрації $FeSO_4$ – 2,5 мМ (рис. 1*б*). За цих умов біомаса бактерій збільшилась на 41 % порівняно з контролем на четверту добу культивування. За впливу 0,5 мМ $FeSO_4$ біомаса бактерій зростає на 16 % порівняно з контролем при збільшенні часу культивування з третьої по восьму добу, а за внесення 2,5 мМ $FeSO_4$ – на 76 і 80 % відповідно. Очевидно, $FeSO_4$ сприяє росту сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans*, оскільки *Fe* (*II*) входить до складу багатьох ферментів сірко- та сульфатвідновлювальних бактерій, зокрема таких, як супероксиддисмутаза (один із ключових ферментів антиоксидантного захисту), гідрогенази (забезпечують продукування водню). Як бачимо з результатів дослідження, іони *Fe* (*II*) необхідні для росту сірковідновлювальних бактерій, що пояснює його підсилення зі зростанням концентрації $FeSO_4$ у середовищі.

За впливу $FeCl_3{\times}6H_2O$ на ріст сірковідновлювальних бактерій найвищу біомасу зафіксовано на четверту добу росту за максимальної досліджуваної концентрації солі металу (2,5 мМ), проте її значення було нижчим на 25 % порівняно зі впливом $FeSO_4$. Збільшення концентрації $FeCl_3{\times}6H_2O$ у середовищі з 1,0 до 2,5 мМ зумовило зростання на 2–21 % біомаси бактерій на третю добу культивування порівняно з контролем (рис. 2).

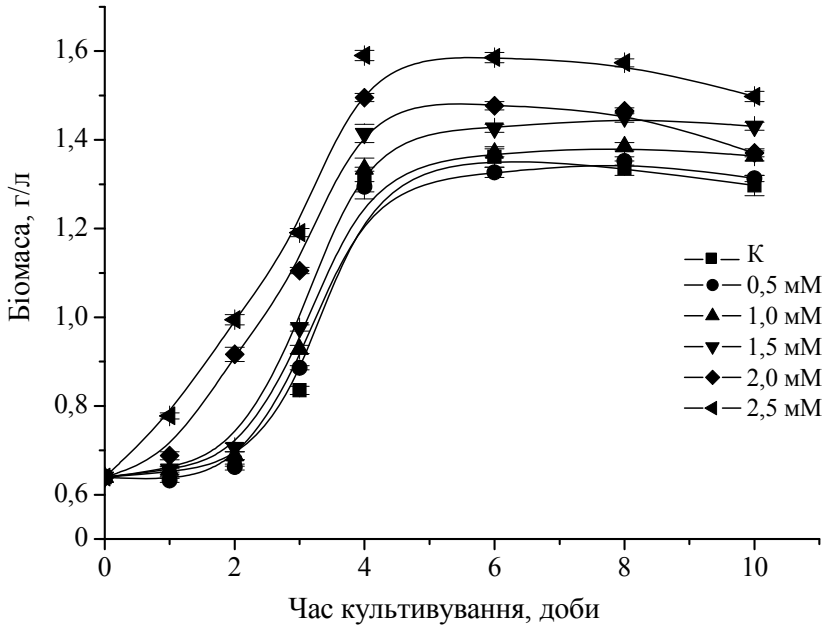


Рис. 2. Ріст бактерій *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій $FeCl_3{\times}6H_2O$

Отримані результати, ймовірно, можна пояснити тим, що у процесі Fe^{3+}-редукції, притаманної сірковідновлювальним бактеріям *D. acetoxidans*, лише за достатньої концентрації іонів Fe^{3+} у середовищі даний процес відбувається зі стабільною швидкістю та інтенсивністю, у результаті чого спостерігали посилення росту досліджуваних бактерій. За низької концентрації металу в середовищі, очевидно, даний процес відбувається з меншою інтенсивністю і, відповідно, біомаса нижча.

Вплив $MnCl_2{\times}4H_2O$, $FeSO_4$ та $FeCl_3{\times}6H_2O$ на світлорозсіювальні властивості сірковідновлювальних бактерій *D. acetoxidans*

Оскільки нагромадження біомаси бактерій характеризується або зростанням кількості клітин, або збільшенням їх розмірів, дослідження світлорозсіювальних властиво-

стей клітин *D. acetoxidans* (розмірного розподілу та їх відносного вмісту в певному розмірному діапазоні) допоможе зробити багатофакторний аналіз ростової здатності за певних умов культивування.

Досліджено взаємозв'язок між впливом $MnCl_2 \times 4H_2O$, $FeSO_4$ та $FeCl_3 \times 6H_2O$ на нагромадження біомаси та світлорозсіювальними властивостями клітин *D. acetoxidans*. Результати вимірювання розмірного розподілу та відносного вмісту клітин бактерій *D. acetoxidans* у вибраному діапазоні розмірів на третій день культивування за впливу $MnCl_2 \times 4H_2O$ наведені на рисунку 3*а*.

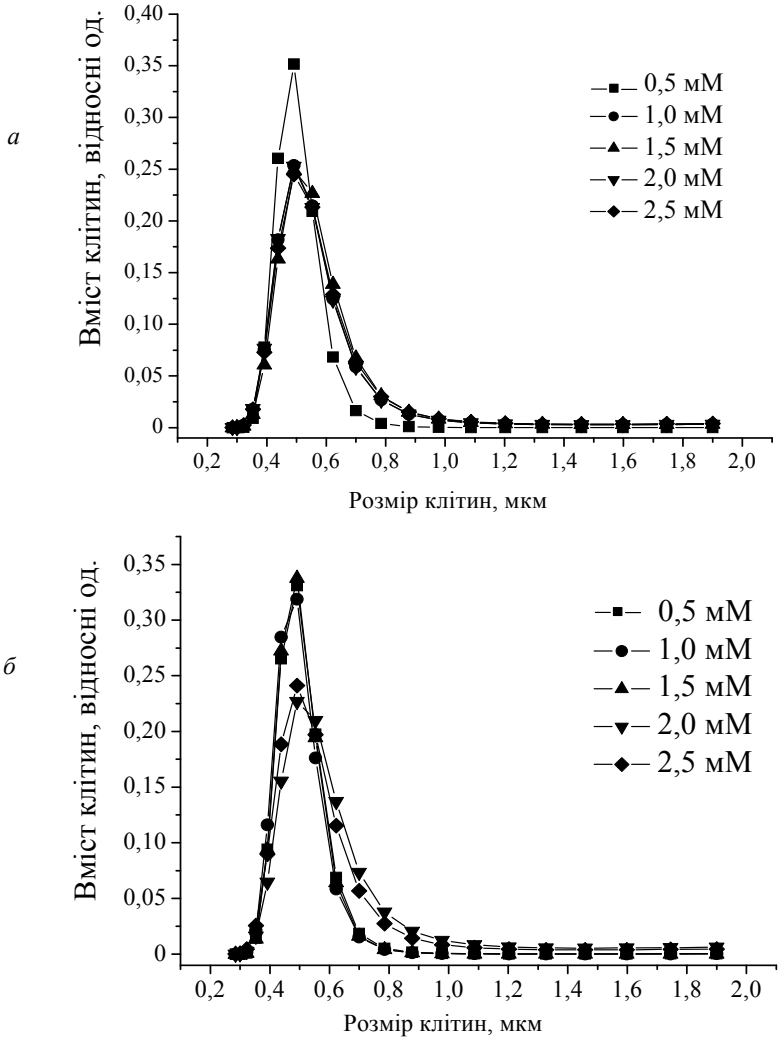


Рис. 3. Залежності розмірного розподілу клітин бактерій *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій $MnCl_2 \times 4H_2O$ (*а*) та $FeSO_4$ (*б*)

Розмірний розподіл – у межах 0,3–1,9 мкм, а його максимум становить 0,49 мкм за впливу всіх досліджуваних концентрацій $MnCl_2 \times 4H_2O$. В усіх досліджуваних контрольних зразках, які не містили солей металів, максимальний розмір клітин також становив 0,49 мкм, а відносний уміст змінювався від 0,18 до 0,26 відносних одиниць. Найвищий відносний вміст клітин із максимальним розміром спостерігали за впливу мінімальної досліджуваної концентрації $MnCl_2 \times 4H_2O$ (0,5 мМ). Зростання концентрації

солі *Mn* у ростовому середовищі до 2,5 мМ зумовлювало зменшення відносного вмісту клітин на 39 % порівняно з концентрацією 0,5 мМ $MnCl_2 \times 4H_2O$ та на 8 % порівняно з контролем.

За впливу $FeSO_4$ бактерій *D. acetoxidans* максимум кривої розмірного розподілу становив 0,49 мкм на третій день культивування. (рис. 3*б*). Найбільше значення відносного вмісту клітин максимального розміру зафіксоване за впливу мінімальних досліджуваних концентрацій $FeSO_4$ (0,5 та 1,0 мМ). Зростання концентрації солі в ростовому середовищі до 2,5 мМ спричиняло зменшення відносного вмісту клітин максимального розміру (0,49 мкм) на 37 % порівняно з концентрацією 0,5 мМ $FeSO_4$, а також підвищення на 26 % порівняно з контролем.

Гістограма розмірного розподілу клітин досліджуваних бактерій і їх відносного вмісту у вибраному діапазоні розмірів на третю добу культивування (на експоненціальній фазі росту) за впливу $FeCl_3 \times 6H_2O$ наведена на рисунку 4. Максимум розмірного розподілу клітин становив 0,49 мкм за впливу всіх досліджуваних концентрацій солі. Підвищення концентрації $FeCl_3 \times 6H_2O$ у середовищі з 0,5 до 2,5 мМ зумовлювало зростання відносного вмісту клітин максимального розміру [14].

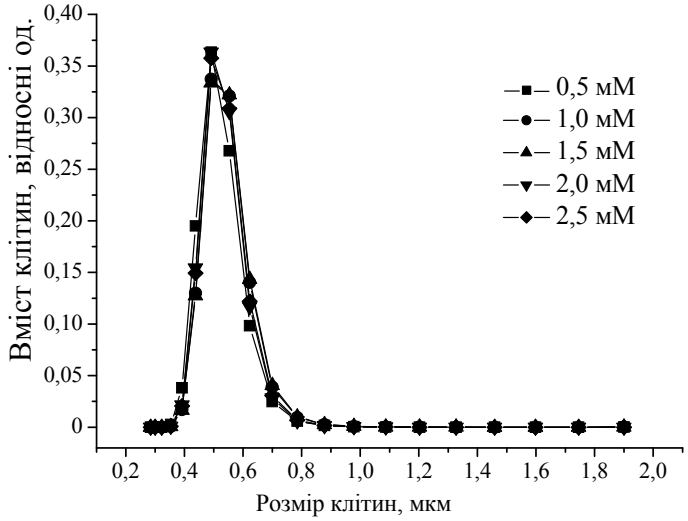


Рис. 4. Залежності розмірного розподілу клітин бактерій *D. acetoxidans* за впливу різних концентрацій $FeCl_3 \times 6H_2O$

Висновки

Установлено часткову кореляцію між нагромадженням біомаси та змінами світлорозсіювальних параметрів клітин бактерій *D. acetoxidans* за впливу $FeCl_3 \times 6H_2O$, $FeSO_4$ та $MnCl_2 \times 4H_2O$. Максимум кривої розподілу клітин становив 0,49 мкм за впливу всіх досліджуваних концентрацій ферум (*II*) сульфату, ферум (*III*) хлорид гексагідрату та манган (*II*) хлорид тетрагідрату. Найвищий відносний вміст клітин максимального розміру та найбільше значення біомаси спостерігали за впливу 2,5 мМ $FeCl_3 \times 6H_2O$ та 0,5 мМ $MnCl_2 \times 4H_2O$. За впливу $FeSO_4$ найвищу біомасу зафіксовано при максимальній досліджуваній концентрації солі металу (2,5 мМ), а найбільший відносний вміст клітин максимального розміру – за впливу мінімальних досліджуваних концентрацій $FeSO_4$ (0,5–1,5 мМ).

Бібліографічні посилання

1. **Білий О. І.** Метод визначення розподілу мікрочастинок за розмірами в дисперсних середовищах / О. І. Білий, В. Б. Гетьман, Я. М. Матвійчук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 2. – С. 23–26.
2. **Білий О. І.** Новий оптичний метод контролю вмісту бактерій у рідинних розчинах / О. І. Білий, В. Б. Гетьман, І. Я. Коцюмбас, М. С. Рожко // Біофізичний вісник. – 2001. – Вип. 1 (8) – С. 121–126.
3. **Сидько Ф. Я.** Поляризационные характеристики взвесей биологических частиц / Ф. Я. Сидько, В. Н. Лопатин, Л. Е. Парамонов. – Новосибирск : Наука, 1990. – 120 с.
4. **Фихман Б. А.** Микробиологическая рефрактометрия. – М. : Медицина, 1967. – 280 с.
5. **Biebl H.** Growth of sulfate-reducing bacteria with sulfur as electron acceptor / H. Biebl, N. Pfennig // Arch. Microbiol. – 1977. – Vol. 112. – P. 115–117.
6. **Eric E.** Dissimilatory *Fe*(*III*)-reduction by the marine microorganism *Desulfuromonas acetoxidans* / E. Eric, R. Derek // Applied and Environmental Microbiology. – 1993. – Vol. 59, N 3. – P. 734–742.
7. **Katz A.** Bacteria size determination by elastic light scattering / A. Katz, A. Alimova, M. Xu et al. // IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics. – 2003. – Vol. 9, N 2. – P. 277–287.
8. **Koch L.** Theory of the angular dependence of light scattered by bacteria and similar-sized biological objects // J. Theor. Biol. – 1968. – Vol. 18, N 1. – P. 133–156.
9. **Logan B. E.** Microbial Fuel Cells. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons. Inc., 2008. – 213 p.
10. **Murray J.** Application of Mie theory and cubic splines to the representation of light scattering patterns from bacteria in the logarithmic growth phase / J. Murray, D. Hukins, P. Evans // Phys. Med. Biol. – 1979. – Vol. 24, N 2. – P. 408–415.
11. **Pfennig N.** *Desulfuromonas acetoxidans* gen. nov. and sp. nov., a new anaerobic, sulfur-reducing, acetate-oxidizing bacterium / N. Pfennig, H. Biebl // Arch. Microbiol. – 1976. – Vol. 110. – P. 3–12.
12. **Schärtl W.** Light Scattering from Polymer Solutions and Nanoparticle Dispersions. – Berlin; Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. – 191 p.
13. **The first** demonstration of a microbial fuel cell as a viable power supply: Powering a meteorological buoy / L. M. Tender, A. S. Gray, E. G. Groveman et al. // J. Power Sources. – 2008. – Vol. 179, N 3. – P. 571–575.
14. **The influence** of $3d^3$ type transition metals on light scattering properties of sulfur cycle bacteria *Desulfuromonas acetoxidans* / O. I. Bilyy, O. M. Vasyliv, S. O. Hnatush et al. // Proc. SPIE 8087, 808725–1–6 (2011).
15. **Yguerabide J.** Light-scattering submicroscopic particles as highly fluorescent analogs and their use as tracer labels in clinical and biological applications / J. Yguerabide, E. Yguerabide // Analytical Biochemistry. – 1998. – Vol. 262, N 2. – P. 137–156.
16. **Electricity** generation from acetate and glucose by sedimentary bacterium attached to electrode in microbial-anode fuel cells / E. Zhang, W. Xu, G. Diao, C. Shuang // J. Power Sources. – 2006. – Vol. 161. – P. 820–825.

Надійшла до редколегії 01.07.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 34–39.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 34–39.

УДК 574.4:633.2.03(255)+591.5

В. Н. Веремеев

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА В УСЛОВИЯХ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Представлены данные по составу, численности и биомассе почвенной мезофауны в зависимости от продуктивности растительности пойменных лугов. На пойменных лугах при увеличении продуктивности растительности имеется тенденция увеличения численности и биомассы почвообитающих беспозвоночных, однако в условиях избыточного увлажнения, несмотря на увеличение хозяйственной продуктивности растительности, они уменьшаются.

В. М. Веремєєв

Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини

ҐРУНТОВА МЕЗОФАУНА В УМОВАХ ДИНАМІКИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИННОСТІ ЗАПЛАВНИХ ЛУК ПІВДЕННО-СХІДНОЇ БІЛОРУСІ

Наведено дані щодо складу, чисельності та біомаси ґрунтової мезофауни залежно від продуктивності рослинності заплавних лук. На заплавних луках при збільшенні продуктивності рослинності спостерігається тенденція до збільшення чисельності та біомаси ґрунтових безхребетних, проте в умовах надлишкового зволоження, незважаючи на збільшення господарської продуктивності рослинності, вони зменшуються.

V. N. Veremeev

F. Scorina Gomel' State University

SOIL MESOFAUNA IN THE CONDITIONS OF DYNAMICS OF VEGETATION PRODUCTIVITY OF FLOODPLAIN MEADOWS IN THE SOUTH-EAST OF BELARUS'

The comparative data on structure, number and biomass of soil mesofauna depending on a productivity of the vegetation of inundated meadows are presented. The increase of the vegetation productivity of meadows is accompanied by the augmentation of number and biomass of soil invertebrates. However under conditions of overwetting the number and biomass decrease despite the augmentation of economic efficiency of the vegetation.

Введение

Почвообитающие беспозвоночные играют важную роль в пойменных экосистемах, оказывают разнообразное влияние на рост и развитие луговой растительности [10–13; 14; 17]. Это определяется тем, что среди них имеются растительноядные формы, а также виды и группы, перерабатывающие отмершие остатки корневых систем и

© В. Н. Веремеев, 2011

наземной растительности и играющие важную роль в процессах почвообразования, поддержания естественного плодородия почв [2; 3; 7]. Несмотря на то, что исследование динамических характеристик фито- и зооценозов пойменных луговых экосистем имеет большое значение при разработке стратегии их сохранения и рационального использования, эти вопросы комплексно практически не изучались [5; 8].

Цель данной работы – оценить почвенную мезофауну в условиях динамики продуктивности растительности пойменных лугов юго-востока Беларуси.

Материал и методы исследований

Почвообитающих беспозвоночных изучали в пойменной экосистеме в правобережье р. Сож выше впадения р. Ипуть на широкой плоской равнине восточнее с. Поколюбичи на территории Гомельского и Ветковского районов Гомельской области Беларуси в 2006–2010 годах. Данные по составу и биомассе основных групп основывали на материале почвенно-зоологических исследований, выполненных по стандартной методике [4]. Пробы брали размером 25 х 25 см и глубиной 40 см в каждом биотопе в 32-кратной повторности. Исследования состава, численности и биомассы почвообитающих беспозвоночных в зависимости от продуктивности растительности проводили в четырех биотопах пойменной экосистемы, представляющих экологический ряд на основе градиента увлажнения в условиях сходного антропогенного воздействия (сенокосно-пастбищное хозяйственное использование).

Луговая экосистема на гриве прирусловой поймы проанализирована на примере ассоциации Poo angustifolii – Festucetum valesiacae. Общее проективное покрытие травостоя – 70–80 %. Его основу составляют содоминанты мятлик узколистный и овсяница валисская. Почва луговой экосистемы – аллювиально-дерновая, слаборазвитая, мелкозернисто-связнопесчаная, кислая, бедная гумусом, с малым содержанием фосфора и калия. Продуктивность травостоя луговой экосистемы первого укоса колебалась от 7,5 до 10,6 ц/га, средняя продуктивность составила 8,9 ц/га среднего качества.

Луговая экосистема на повышенной равнине центральной поймы исследована на примере ассоциации Poo – Festucetum pratensis. Проективное покрытие травостоя составляло 70–75 %. Основа его – содоминанты овсяница луговая (*Festuca pratensis*) и мятлик луговой (*Poa pratensis*). Почва луговой экосистемы аллювиально-дерновая, пылевато-песчанисто-связнопесчаная, среднебогатая гумусом, кислая, бедная подвижными формами фосфора и калия. Хозяйственная продуктивность травостоя луговой экосистемы колебалась от 10,7 до 15,4 ц/га, в среднем – 12,3 ц/га сена высокого качества.

Луговая экосистема на пониженной равнине центральной поймы рассмотрена на примере ассоциации Poo – Festucetum pratensis *Alopecurus pratensis* var. Проективное покрытие травостоя – 80–85 %. Основу его составляют содоминанты мятлик луговой и овсяница луговая. Почва луговой экосистемы аллювиально луговая, глеевая, пылевато-супесчанисто-легкосуглинистая, среднебогатая гумусом, среднекислая с высокой степенью насыщенности основаниями, бедная подвижными формами фосфора и калия. Продуктивность травостоя луговой экосистемы в первом укосе составила в среднем 17,9 ц/га сена высокого качества.

Луговая экосистема на понижении центральной поймы представлена ассоциацией Poo palustris – Alopecuretum pratensis *Carex vulpine* var. Почва луговой экосистемы аллювиально-луговая, пылевато-песчанисто-среднесуглинистая, достаточно богатая гумусом, среднекислая, высокой степени насыщенности основаниями, бедная подвижными формами фосфора и калия. Проективное покрытие травостоя – 90–95 %. Его основу составляют содоминанты лисохвост луговой (70 %) и мятлик болотный (20 %), а

также осока лисья (5 %). Продуктивность травостоя луговой экосистемы в первом укосе составляла в среднем 23,9 ц/га сена высокого качества.

При описании биотопов, определении биоразнообразия растительности использовали методики, консультации и материалы Л. М. Сапегина и Н. М. Дайнеко [1], за что автор выражает им глубокую признательность. Статистическую обработку материалов проводили с использованием программ статистических пакетов Statistica 6.0, SPSS statistics v 19. Биомассу определяли по фиксированному в 4 % формалине материалу [6].

Результаты и их обсуждение

От прирусловой гривы к пониженной равнине центральной поймы имеется тенденция увеличения численности мезофауны с 22,0 до 244,0 экз./м^2, что определяется преимущественно увеличением численности дождевых червей, представленных *Lumbricus rubellus* Savigny, 1826, *Apporrectodea caliginosa* Savigny, 1826 и *Nicodrilus roseus* Savigny, 1826 (табл. 1). В наиболее влажном биотопе (понижении центральной поймы) численность дождевых червей по сравнению с пониженной равниной центральной поймы почти в два раза меньше, меньше и общая численность беспозвоночных животных. В сухих биотопах (грива прирусловой поймы и повышенная равнина центральной поймы) в комплексе почвенной мезофауны преобладают почвообитающие жесткокрылые, во влажных биотопах (пониженная равнина и понижение центральной поймы) – дождевые черви.

На гриве прирусловой поймы доминируют жесткокрылые с массовыми группами долгоносиков и жужелиц, реже встречаются стафилиниды. Наибольшей численности почвообитающие жесткокрылые достигают на повышенной равнине центральной поймы, где преобладают щелкуны с массовым видом *Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1767) на долю которых приходится около половины численности почвообитающих жесткокрылых в этом биотопе. Значительна численность долгоносиков и жужелиц. Среди жужелиц часто встечаются *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774), *H. rubripes* (Duftschmid, 1812) и *Amara plebeja* (Gyllenhal, 1810). В более влажных биотопах в комплексе почвообитающих жесткокрылых доминируют жужелицы и стафилиниды. На гриве прирусловой поймы выявлен очаг иксодовых клещей, являющихся переносчиками болезни Лайма (клещевой системный боррелиоз, лайм-боррелиоз) и клещевого энцефалита.

Что касается хозяйственной продуктивности растительности, она увеличивается от гривы прирусловой поймы, достигая максимума на понижении центральной поймы, где меняется характер растительности от луговой к болотной.

Анализ регрессионной модели показывает, что в ряду обследованных биотопов пойменной экосистемы «грива прирусловой поймы – повышенная равнина центральной поймы – пониженная равнина центральной поймы – понижение центральной поймы» имеется зависимость между численностью почвообитающих беспозвоночных и продуктивностью покрытосеменных растений, которая описывается уравнением регрессии $y = -1{,}720\ x^2 + 62{,}207\ x - 283{,}735$. Анализ регрессионной модели показывает, что она достаточно достоверна (коэффициент детерминации – более 78 %).

По мере увеличения продуктивности растительности имеется тенденция увеличения численности почвообитающих беспозвоночных, однако в условиях избыточного увлажнения, несмотря на увеличение хозяйственной продуктивности растительности, она уменьшается.

Анализ биомассы почвообитающих беспозвоночных пойменной экосистемы показал, что от прирусловой гривы к пониженной равнине центральной поймы имеется тенденция увеличения биомассы почвенной мезофауны с 10,2 до 47,9 г/м^2, что опреде-

ляется в основном увеличением биомассы дождевых червей (табл. 2). В наиболее влажном биотопе (понижении центральной поймы) по сравнению с пониженной равниной центральной поймы биомасса почвенной мезофауны в 2,3 раза меньше (в основном за счет меньшей биомассы дождевых червей).

Таблица 1

Численность основных групп почвенной мезофауны (экз./м^2) и продуктивность растительности пойменной экосистемы

Беспозвоночные	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Понижение центральной поймы
Lumbricidae	22,0 ± 10,1	58,0 ± 9,6	244,0 ± 36,8	133,0 ± 19,2
Aranea	25,0 ± 8,0	26,0 ± 4,8	19,0 ± 4,8	50,0 ± 6,4
Acari	11,0 ± 4,7	–	–	–
Myriapoda	–	5,0 ± 2,0	3,0 ± 1,7	–
Coleoptera	63,0 ± 6,4	90,0 ± 14,4	36,0 ± 9,6	29,0 ± 9,6
Hemiptera	16,0 ± 6,4	–	–	–
Diptera	6,0 ± 3,2	2,0 ± 1,4	4,0 ± 3,2	–
Lepidoptera	10,0 ± 3,2	–	2,0 ± 1,4	–
Итого	153,0 ± 21,1	181,0 ± 16,0	308,0 ± 36,9	212,0 ± 19,3
Средняя продуктивность покрытосеменных растений, ц/га	8,9	12,3	17,9	23,9

Таблица 2

Биомасса основных групп почвенной мезофауны (мг/м^2) и продуктивность растительности пойменной экосистемы

Беспозвоночные	Грива прирусловой поймы	Повышенная равнина центральной поймы	Пониженная равнина центральной поймы	Понижение центральной поймы
Lumbricidae	7008 ± 2832	9239 ± 1547	46167 ± 6918	19380 ± 2504
Aranea	152 ± 56	105 ± 19	64 ± 18	137 ± 24
Acari	29 ± 11	–	–	–
Myriapoda	–	83 ± 33	51 ± 28	–
Coleoptera	2404 ± 907	6463 ± 2280	1494 ± 1019	945 ± 536
Hemiptera	243 ± 102	–	–	–
Diptera	84 ± 42	51 ± 35	116 ± 49	–
Lepidoptera	365 ± 141	–	40 ± 29	–
Итого	10285 ± 3037	15941 ± 2281	47932 ± 7098	20462 ± 2505
Средняя продуктивность покрытосеменных растений, ц/га	8,9	12,3	17,9	23,9

Изучение состава и биомассы почвенных беспозвоночных показало, что имеется тенденция увеличения биомассы мезофауны от сухих биотопов к влажным. Основу биомассы мезофауны во всех пойменных биотопах составляют дождевые черви (от 58–68 % в сухих биотопах до 95–98 % во влажных). Второй группой являются жесткокрылые (в сухих биотопах – 23–40 %, во влажных – 3–5 %). Биомасса остальных групп невелика и не превышает в сухих биотопах 2–8 %, во влажных – 1 %.

Обследованные компоненты пойменной экосистемы отличаются не только по составу, численности и биомассе почвообитающих беспозвоночных, но и продуктивностью растительности. По мере роста увлажнения продуктивность растительности возрастает, достигая максимума в самом влажном биотопе. При этом в самом сухом биотопе (гриве прирусловой поймы) биомасса мезофауны и продуктивность растительности наименьшие. По мере увеличения увлажнения оба эти показателя увеличи-

ваются от повышенной равнины центральной поймы к пониженной равнине центральной поймы. Дальнейшее избыточное увлажнение (заболачивание) приводит к росту продуктивности растительности, а биомасса мезофауны при этом уменьшается.

Анализ регрессионной модели показывает, что в ряду обследованных биотопов пойменной экосистемы «грива прирусловой поймы – повышенная равнина центральной поймы – пониженная равнина центральной поймы – понижение центральной поймы» между биомассой почвообитающих беспозвоночных и средней продуктивностью покрытосеменных растений имеется зависимость, описываемая уравнением регрессии $y = – 0{,}449\ x^2 + 15{,}907\ x – 100{,}955$. Анализ регрессионной модели показывает, что она описывает 74,3 % данных.

По мере увеличения продуктивности растительности численность и биомасса почвенной мезофауны возрастает [15; 16]. В условиях избыточного увлажнения, несмотря на дальнейшее увеличение хозяйственной продуктивности растительности, она уменьшается.

Выводы

В условиях сенокосно-пастбищного использования в ряду обследованных биотопов пойменной экосистемы «грива прирусловой поймы – повышенная равнина центральной поймы – пониженная равнина центральной поймы – понижение центральной поймы» по мере увеличения увлажнения и роста продуктивности растительности имеется тенденция роста численности и биомассы почвообитающих беспозвоночных. Однако в условиях избыточного увлажнения, несмотря на увеличение хозяйственной продуктивности растительности, она уменьшается. Увеличение объема первичной продукции в пойменной экосистеме приводит к увеличению численности и биомассы почвообитающих животных на втором и последующих трофических уровнях, однако избыточное увлажнение (заболачивание) препятствует дальнейшему увеличению количественных характеристик сообщества почвообитающих беспозвоночных, несмотря на рост продуктивности растительности.

Исследования поддержаны грантом ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира – 69 ».

Библиографические ссылки

1. **Биоразнообразие**, количественные характеристики компонентов биоценозов водных и наземных экосистем Белорусского Полесья, их динамика / И. Ф. Рассашко, В. Н. Веремеев, Г. Г. Гончаренко и др. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 308 с.
2. **Веремєєв В.** Зоорізноманіття й структура комплексу дощових червів (Lumbricidae) завлавних луків Білоруського Полісся в умовах господарського використання / В. Веремєєв, Н. Синенок // Вісник Прикарпат. нац. ун-ту. Серія Біологія. – 2007. – Вип. 7–8. – С. 123–125.
3. **Веремеев В. Н.** Почвенная мезофауна пойменных лугов юго-востока Беларуси в условиях недостатка влаги в летний период как экологическая модель их антропогенной трансформации // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 1. – С. 41–46.
4. **Гиляров М. С.** Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии / Под ред. М. С. Гилярова, Б. Р. Стригановой. – М. : Наука, 1987. – С. 9–26.
5. **Жуков А. В.** Биологическое разнообразие Украины. Днепропетровская область. Дождевые черви (Lumbricidae) / А. В. Жуков, А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах. – Д. : Изд-во Днепропетр. ун-та, 2007. – 371 с.
6. **Кипенварлиц А. Ф.** Изменение почвенной фауны низинных болот под влиянием мелиорации и сельскохозяйственного освоения. – Минск : Госиздат сельхозлит БССР, 1961. – 179 с.
7. **Методы** определения продукции водных животных: Методическое руководство и материалы / Под ред. Г. Г. Винберга. – Мн. : Вышэйшая школа, 1968. – 245 с.

8. **Сапегин Л. М.** Пойменные луга р. Сож пригорода г. Гомеля / Л. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 115 с.
9. **Хотько Э. И.** Почвенная фауна Беларуси. – Мн. : Навука і тэхніка, 1993. – 252 с.
10. **Coleman D. C.** Linking species richness, biodiversity and ecosystem function in soil systems / D. C. Coleman, W. B. Whitman // Pedobiologia. – 2005. – Vol. 49. – P. 479–497.
11. **Maity S.** The role earthworms *Lampito mauritii* (Kinberg) in amending lead and zinc treated soil / S. Maity, P. K. Padhy, S. Claudhury // Bioresoirse Tehnology. – 2008. – Vol. 99. – P. 7291–7298.
12. **Moore J. C.** Resource compartmentation and the stability of real ecosystems / J. C. Moore, H. W. Hunt // Nature. – 1988. – Vol. 33. – P. 261–263.
13. **Kolesnikova A.** The influence of ecological conditions of alluvial soils genesis on dynamic of the soil invertebrate communities / A. Kolesnikova, E. Lapteva, A. Taskaeva // Soil Zoology. Abstr. from the 11th Nordic Soil Zoology Symposium and PhD course. – Akureyri : Agricultural University of Iceland, 2006. – P. 38–42.
14. **Nitrification** and denitrification activities of zinc-treated soils worked by the earthworm *Pheretima sp.* / S. Yin, L. Yang, B. Yin, L. Mei // Biology and Fertility of Soils. – 2003. – Vol. 32, N 3. – P. 176–180.
15. **Rybalov L. B.** Diversity of soil mesofauna in northern taiga biogeocenosises of the Kamennaya River basin (Karelia) / L. B. Rybalov, I. O. Kamaev // Biology Bulletin. – 2011. – Vol. 38, N 4. – P. 338–347.
16. **Stevens M. H.** Stochastic relations between species richness and variability of species compositions / M. H. Stevens, O. L. Petchey, E. S. Peter / Oikos. – 2003. – Vol. 103. – P. 479–488.
17. **Tilman D.** Functional diversity // S. A. Levin, ed. Encyclopedia of Biodiversity. – San Diego, California: Academic Press, 2001. – P. 109–120.

Надійшла до редколегії 12.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 40–44.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 40–44.

УДК 581.145.2+502.211:581.1(477.63)

З. В. Грицай, О. Г. Денисенко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВИКИДАМИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Вивчено вплив забруднення довкілля викидами металургійного підприємства на показники плодоношення деревних рослин. Результати дослідження свідчать про зниження інтенсивності плодоношення, зменшення розмірів плодів, насіння, насіннєвих камер у деревних порід за дії техногенних емісій. Встановлено зниження маси 1 000 насінин. Виявлено збільшення кількості плодів із порушеннями розвитку: недорозвиток і аномальна форма крилатки в ясенів і айланта, викривлення та звуження або розширення окремих ділянок коробочки в катальпи. Надано рекомендації щодо використання чутливих показників насіннєвої продуктивності деревних рослин у моніторингових дослідженнях за умов техногенного навантаження.

З. В. Грицай, А. Г. Денисенко

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Изучено влияние загрязнения окружающей среды выбросами металлургического предприятия на показатели плодоношения древесных растений. Результаты исследования свидетельствуют о снижении интенсивности плодоношения, уменьшении размеров плодов, семян, семенных камер у древесных растений в сфере влияния техногенных эмиссий. Установлено снижение массы 1 000 семян. Обнаружено возрастание количества плодов с нарушениями развития: недоразвитие и аномальная форма крылатки у ясеней и айланта, искривление и сужение либо расширение отдельных участков коробочки у катальпы. Даны рекомендации по использованию чувствительных показателей семенной продуктивности древесных растений в мониторинговых исследованиях в условиях техногенной нагрузки.

Z. V. Gritzay, A. G. Denisenko

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

SEED PRODUCTION OF WOODY PLANTS IN CONDITIONS OF ENVIRONMENT POLLUTION BY METALLURGICAL INDUSTRY EMISSIONS

The influence of environment pollution by metallurgical industry emissions on woody plants bearing parameters was examined. The results obtained show the decrease of bearing rate, diminution of seeds, fruits and seed cells sizes in woody plants affected by technogenic emissions. Attenuation of the 1000 seeds' weight was established. Incresing the amount of fruits with development deviations was ascertained. It was found aplasia and abnormal form of the samara fruit of ash and ailanthus trees, arcuation and narrowing of some

© З. В. Грицай, О. Г. Денисенко, 2011

parts of the catalpa fruitcases. Practical recommendations on using seeds' sensitive parameters in biomonitoring of woody phytocenoses under technogenic stressful conditions are proposed.

Вступ

В оптимізації довкілля суттєва роль належить деревним насадженням. Природні та штучні лісові фітоценози виконують суттєву кліматотвірну, рекреаційну, санітарно-гігієнічну функції. В індустріально розвинених містах деревна рослинність – доповнення до технологічних засобів боротьби із забрудненням повітря, оскільки дерева поглинають практично всі види хімічних сполук, що надходять до атмосфери з викидами промисловості, енергетики, автотранспорту тощо [7; 13]. Виконуючи очисну функцію, рослини піддаються негативній дії токсичних речовин, наслідком чого є пригнічення процесів їх росту та розвитку. Посилення антропогенного впливу викликає швидку деградацію фітоценозів, особливо тих, що розташовані у зелених зонах індустріально розвинених міст [13; 14].

Один із показників екологічної рівноваги екосистеми – успішне проходження процесів її самовідтворення. Отримання рослин із насіння місцевої репродукції – важлива умова стійкості лісових фітоценозів. Насіннєве розмноження деревних рослин відіграє провідну роль у збереженні генетичної гнучкості більшості видів у лісових угрупованнях [13; 16]. Тому показник насіннєвої продуктивності має суттєве значення для оцінки стійкості деревних насаджень, підбору асортименту рослин, перспективних у озелененні техногенно забруднених територій [2; 3; 18]. Характеристики плодоношення дерев можна використовувати для діагностики стану лісових фітоценозів і забруднення довкілля в моніторингових дослідженнях [1; 4].

Із указаного вище витікає важливість вивчення впливу техногенного забруднення навколишнього середовища на насіннєву продуктивність дерев. Мета даної роботи – оцінити показники плодоношення деревних рослин за дії на них викидів металургійного підприємства.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти дослідження – катальпа бігнонієвидна (*Catalpa bignonioides* Walt.), айлант найвищий (*Ailanthus altissima* Mill.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), ясен пенсільванський (*Fraxinus pennsylvanica* L.), липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.). Вплив викидів металургійного підприємства досліджували в деревних насадженнях санітарно-захисної зони навколо Нижньодніпровського трубопрокатного заводу ім. К. Лібкнехта (м. Дніпропетровськ). Контрольна ділянка розташована в умовно чистій зоні, де концентрація забруднювальних речовин не перевищує ГДК.

Проби плодів і насіння відбирали з декількох модельних дерев, гілок одного порядку галуження середньої частини крони, з південно-східного боку. Дослідження інтенсивності плодоношення, морфобіометричних показників плодів і насіння проводили за методиками Н. Д. Нестеровича [10], М. С. Зоріної, С. П. Кабанова [6], Міжнародними правилами [9], ГОСТами [12]. Отримані результати опрацьовані статистично [11].

Результати та їх обговорення

В умовах забруднення довкілля викидами металургійного підприємства у деревних рослин спостерігається зниження інтенсивності плодоношення. В усіх досліджених видів, що зростали на техногенно забрудненій території, виявлено зменшення кількості суплідь на модельній гілці та плодів у суплідді. Наслідок зниження цих параметрів – зменшення загальної кількості плодів на модельній гілці (табл. 1).

Серед досліджених об'єктів показник інтенсивності плодоношення найсуттєвіше знижується в зоні забруднення у *C. bignonioides* і *T. platyphyllos* (на 33,8 та 27,0 % порівняно з контролем, відповідно) (див. табл. 1). Зменшення інтенсивності плодоношення у деревних порід за дії техногенних емісій відмічають також К. Томпсон у цитрусових [17], Т. Фактеа у *Prunus avium* і *P. americana* [15], З. В. Грицай у представників роду *Acer* [5], В. П. Бессонова, С. О. Яковлєва-Носар у представників родів *Acer*, *Robinia*, *Fraxinus*, *Ulmus* [4].

Таблиця 1

Вплив викидів металургійного підприємства на кількість плодів на модельній гілці деревних рослин

Вид	Кількість плодів на модельній гілці, шт.		% від контролю	*t*
	контроль	санітарно-захисна зона навколо НТЗ ім. К. Лібкнехта		
Catalpa bignonioides Walt.	28,7 ± 0,91	19,0 ± 0,74	66,2	8,27
Ailanthus altissima Mill.	1838,8 ± 34,2	1370,0 ± 41,6	74,5	8,71
Fraxinus excelsior L.	112,3 ± 3,28	95,3 ± 2,40	84,8	4,18
F. pennsylvanica L.	89,1 ± 2,41	72,3 ± 2,08	81,1	5,28
Tilia platyphyllos Scop.	142,4 ± 3,12	103,6 ± 2,96	72,8	9,02

Таблиця 2

Вплив викидів металургійного підприємства на морфометричні показники плодів деревних рослин

Параметри	Вид	Контроль	Санітарно-захисна зона навколо НТЗ ім. К. Лібкнехта	% від контролю	*t*
Довжина плода, мм	*C. bignonioides*	340,5 ± 4,13	274,1 ± 4,42	80,5	10,9
	A. altissima	38,7 ± 1,67	30,7 ± 1,91	79,3	3,15
	F. excelsior	40,0 ± 2,08	39,3 ± 1,57	98,3	0,27
	F. pennsylvanica	31,6 ± 1,72	28,8 ± 1,19	91,1	1,39
	T. platyphyllos	8,12 ± 0,28	6,34 ± 0,52	78,1	3,0
Ширина плода, мм	*C. bignonioides*	9,36 ± 0,41	7,21 ± 0,48	77,0	3,25
	A. altissima	10,0 ± 0,62	7,25 ± 0,76	72,5	2,80
	F. excelsior	6,10 ± 0,38	6,04 ± 0,47	99,0	0,09
	F. pennsylvanica	6,83 ± 0,58	6,22 ± 0,33	91,0	0,91
	T. platyphyllos	7,34 ± 0,44	5,16 ± 0,26	70,3	4,27
Довжина насіннєвої камери, мм	*C. bignonioides*	6,42 ± 0,09	4,63 ± 0,29	72,1	5,90
	A. altissima	16,8 ± 0,22	14,9 ± 0,16	88,7	6,84
	F. excelsior	15,3 ± 0,76	12,7 ± 0,53	83,0	2,88
Ширина насіннєвої камери, мм	*C. bignonioides*	4,56 ± 0,07	3,38 ± 0,06	74,1	12,8
	A. altissima	4,19 ± 0,04	3,77 ± 0,06	90,0	5,83
	F. excelsior	5,14 ± 0,07	4,43 ± 0,04	86,2	8,81
Довжина насінини, мм	*C. bignonioides*	15,4 ± 0,82	10,7 ± 0,36	69,5	5,24
	A. altissima	5,09 ± 0,07	3,70 ± 0,08	72,7	13,0
	F. excelsior	8,24 ± 0,09	7,15 ± 0,06	86,8	10,1
	F. pennsylvanica	8,51 ± 0,08	6,92 ± 0,04	81,3	17,8
	T. platyphyllos	4,28 ± 0,04	2,72 ± 0,03	63,6	3,08
Ширина насінини, мм	*C. bignonioides*	7,06 ± 0,12	4,30 ± 0,09	60,9	18,4
	A. altissima	3,73 ± 0,06	2,82 ± 0,08	75,6	8,90
	F. excelsior	1,42 ± 0,01	1,27 ± 0,03	89,4	4,75
	F. pennsylvanica	3,86 ± 0,04	3,18 ± 0,05	82,4	10,6
	T. platyphyllos	3,72 ± 0,08	2,54 ± 0,08	68,3	10,4
Кількість насінин у плоді, шт.	*C. bignonioides*	101,1 ± 2,71	88,2 ± 2,36	87,2	3,60

Оскільки процеси формування, росту та розвитку плодів і насіння значною мірою залежать від чинників довкілля, нами досліджено вплив викидів металургійного заводу на морфометричні показники цих органів. Установлено зменшення довжини та ширини плодів у дерев дослідної ділянки порівняно з контрольною. Даний параметр у зоні промислового забруднення найбільшою мірою знижується в *T. platyphyllos* (табл. 2).

У *F. excelsior* і *F. pennsylvanica* за цим показником відмінність між контрольною та дослідною ділянками недостовірна (див. табл. 2). В умовах техногенного забруднення у досліджених деревних рослин виявлено збільшення кількості плодів із порушеннями розвитку: недорозвиток і аномальна форма крилатки ясенів і айланта, викривлення та звуження або розширення окремих ділянок коробочки в катальпи. Вплив на дерева викидів металургійного заводу спричинює також зниження розмірів насіннєвих гнізд у *A. altissima*, *F. excelsior*, *F. pennsylvanica*. У зазначених порід зменшується довжина та ширина насіннєвої камери (див. табл. 2). Зниження розмірів плода та насіннєвого гнізда супроводжується зменшенням довжини й ширини насінини, які найсуттєвіше змінюються в *C. bignonioides* (довжина на 30,5 %, ширина на 29,1 % на дослідній ділянці відносно контрольної) і в *T. platyphyllos* (на 36,0 та 31,8 % відповідно). У рослин із багатонасінними плодами (*C. bignonioides*) встановлено зменшення кількості насінин у коробочці із середнього значення 101,1 шт. у контролі до 88,2 шт. на дослідній ділянці, що на 12,8 % менше, ніж у контрольному варіанті. На зниження інтенсивності плодоношення та зменшення кількості насіння в плодах *C. bignonioides* вказує також М. В. Леппік за дії на рослини викидів Новомосковського трубного заводу [8].

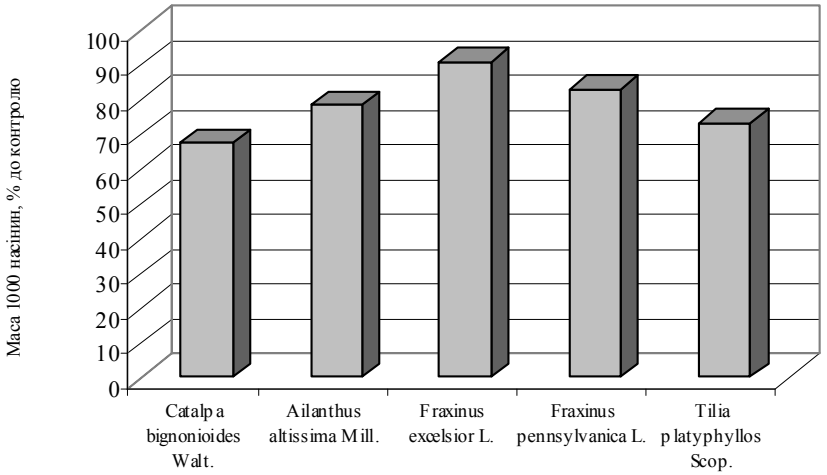


Рис. Вплив викидів металургійного підприємства на масу 1 000 насінин

Для характеристики якості насіння, а отже, й насіннєвого відновлення велике значення має показник маси 1 000 насінин. Даний параметр у всіх досліджених видів зменшується (рис. 1), найсуттєвіше – у *C. bignonioides* (на 32,7 % порівняно з контролем). Виявлені порушення плодоношення деревних рослин у майбутньому можуть негативно позначитись на процесах насіннєвого розмноження та самовідтворення лісових фітоценозів.

Висновки

Забруднення довкілля викидами металургійного підприємства негативно впливає на показники насіннєвої продуктивності деревних рослин. За дії техногенних

емісій у досліджених видів знижується інтенсивність плодоношення, зменшуються розміри плодів, насіння, насіннєвих гнізд, маса 1 000 насінин. Збільшується кількість плодів із порушеннями розвитку – недорозвиток і аномальна форма крилатки ясенів і айланта, викривлення та звуження або розширення окремих ділянок коробочки в катальпи. Найвразливіші до забруднення за переліченими параметрами *C. bignonioides* і *T. platyphyllos*. Зниження інтенсивності плодоношення та маси 1 000 насінин рекомендуємо використовувати як тест-параметри моніторингових досліджень для оцінки стану деревних фітоценозів на техногенно забруднених територіях. Найінформативніші об'єкти за цими показниками – *C. bignonioides* і *T. platyphyllos*.

Бібліографічні посилання

1. **Бессонова В. П.** Влияние загрязнения природной среды на плодоношение древесных растений / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпива // Лесн. хоз-во. – 1998. – № 2. – С. 39–40.
2. **Бессонова В. П.** Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты (SO_2 и NO_2) / В. П. Бессонова, Т. И. Юсыпива. – Запорожье : Изд-во Запорож. гос. ун-та, 2001. – 193 с.
3. **Бессонова В. П.** Комплексна проблема «Рослини та урбанізація», актуальні питання, головні задачі // Рослини та урбанізація. Матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. – Д., 2007. – С. 11–15.
4. **Бессонова В. П.** Насіннєва продуктивність деревних рослин в умовах забруднення довкілля хлором та його сполуками / В. П. Бессонова, С. О. Яковлєва-Носар // Укр. ботан. журн. – 2007. – Т. 64. № 1. – С. 115–121.
5. **Грицай З. В.** Влияние загрязнения окружающей среды на интенсивность плодоношения кленов // Франция и Украина, научно-практический опыт в контексте диалога национальных культур. Матер. II Междунар. конф. – Д., 1995. – С. 85.
6. **Зорина М. С.** Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов / М. С. Зорина, С. П. Кабанова // Методы интродуц. исслед. – Алма-Ата : Наука Казахской ССР, 1987. – С. 75–85.
7. **Илькун Г. М.** Загрязнители атмосферы и растения. – К. : Наукова думка, 1978. – 274 с.
8. **Леппік М. В.** Вплив забруднення довкілля на характеристики плодоношення *Catalpa bignonioides* Walt // Інтродукція та захист рослин у ботанічних садах і дендропарках. Матер. Міжнар. наук. конф. – Донецьк, 2006. – С. 250–251.
9. **Международные** правила определения качества семян. – М. : Колос, 1969. – 184 с.
10. **Нестерович Н. Д.** Плодоношение интродуцированных древесных растений в БССР. – Мн. : Изд-во АН БССР, 1958. – С. 116–118.
11. **Приседський Ю. Г.** Статистична обробка результатів біологічних експериментів. – Донецьк : ДонНУ, 1999. – 210 с.
12. **Семена** деревьев и кустарников. Правила отбора образцов, методы определения посевных качеств семян. ГОСТы. – М., 1977. – 25 с.
13. **Смит У. Х.** Лес и атмосфера. – М. : Прогресс, 1985. – 429 с.
14. **Cudin P.** Degradation and restoration processes in crowns and fine roots of polluted montane Norway spruce ecosystems / P. Cudin, E. Chmelikova // Phyton. – 1996. – Vol. 36, N 3. – P. 69–76.
15. **Facteau T. G.** Effect of hydrogen fluoride and hydrogen chluoride on pollen tube growth and sodium fluoride on pollen germination in «Filton», apicot / T. G. Facteau, K. E. Rowe // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1977. – Vol. 102. – P. 95–96.
16. **Karnosky D. F.** The effects of SO_2 on *in vitro* forest tree pollen germination and tube elongatson / D. F. Karnoski, G. R. Stairs // J. of Envir. Quality. – 1974. – N 3. – P. 406–409.
17. **Thompson C. R.** Effects of ambient concentrations of peroxycetyenitrate on navel orange trees / C. R. Thompson, G. P. Kats // Enwiron. Sci. Technol. – 1975. – N 9. – P. 35–38.
18. **Turner A. P.** How do trees and other long-lived plants sirvive in polluted environments / A. P. Turner, N. M. Dickinson, N. W. Lepp // Funct. Ecol. – 1991. – N 1. – P. 5–11.

Надійшла до редколегії 18.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 45–54.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 45–54.

УДК 58.087+581.1

І. О. Зайцева

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

АКТИВНІСТЬ ОКИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ІНТРОДУКОВАНИХ РОСЛИН ЗА ДІЇ НИЗЬКИХ ЗАГАРТОВУВАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУР

Розглядаються особливості активності окислювальних ферментів рослин у фенофазі фізіологічного спокою за дії низьких позитивних температур. Для представників родів *Swida*, *Deutzia*, *Buddleja*, *Hibiscus* визначено найефективніші прийоми (*NPK*, регулятор росту циркон) щодо підвищення холодостійкості рослин. Установлено зв'язок активності каталази та пероксидази з низькотемпературною адаптацією деревних інтродуцентів, які відрізняються ступенем зимостійкості у степовій зоні. Показано можливість використання співвідношення величин ферментативної активності $A_{хол.}/A_{норм.}$ як тестового параметра для прогнозування зимостійкості рослин.

И. А. Зайцева

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

АКТИВНОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ НИЗКИХ ЗАКАЛИВАЮЩИХ ТЕМПЕРАТУР

Рассматриваются особенности активности окислительных ферментов растений в фенофазе физиологического покоя при действии низких положительных температур. Для представителей родов *Swida*, *Deutzia*, *Buddleja*, *Hibiscus* определены наиболее эффективные приемы (*NPK*, регулятор роста циркон) для повышения холодостойкости растений. Установлена связь активности каталазы и пероксидазы с низкотемпературной адаптацией различных по зимостойкости древесных интродуцентов в степной зоне. Показана возможность использования отношения величин ферментативной активности $A_{хол.}/A_{норм.}$ как тест-параметра для прогнозирования зимостойкости растений.

I. O. Zaitseva

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

ACTIVITY OF OXIDIZING PROCESSES IN INTRODUCED PLANTS UNDER LOW HARDENING TEMPERATURE

The peculiarities of oxidative enzymes' activity at the dormancy phenological stage under conditions of low positive temperature were studied. Most effective methods (*NPK*, zircon growth regulator) for enhancing the cold tolerance of the *Swida*, *Deutzia*, *Buddleja* and *Hibiscus* species have been determined. It has been established that activity of catalase and peroxidase depends on the cold adaptation of introduced arboreal plants of different winter-resistance. The possibility to use the ratio of enzymatic activities $A_{cold.}/A_{norm.}$ as a test-parameter in forecasting the winter-resistance of plants is displayed.

Вступ

Один із заходів оптимізації міського середовища – впровадження у практику озеленення нових малопоширених видів, які відрізняються високими декоративними

© І. О. Зайцева, 2011

якостями. Найвагоміший фактор, що обмежує використання багатьох цінних екзотів у степовій зоні України, – низькі зимові температури. Серед механізмів зимостійкості деревних порід важливу роль відіграє біоритміка сезонного розвитку у період від припинення росту до закінчення вегетації. У цей час відбуваються відповідні метаболічні перебудови, лігніфікація клітинних оболонок, накопичення запасних речовин, синтез кріопротекторів тощо [14]. Необхідна умова набуття рослинами помірних широт властивості морозовитривалості – проходження осіннього загартовування, яке у природних умовах здійснюється при вкороченому фотоперіоді та поступовому зниженні температури [20].

Протягом першої фази загартовування за низьких позитивних температур у клітинах накопичуються сполуки, що виконують кріопротекторну функцію (неструктурні вуглеводи, розчинні білки), у мембранах зростає вміст ненасичених жирних кислот, зменшується кількість лабільних фракцій води, підвищується осмотичний потенціал вакуолярного соку, внаслідок чого знижується точка замерзання протоплазми [12; 21; 22; 24; 26]. Вплив загартовувальних температур у певній фазі сезонного розвитку – важлива передумова успішної перезимівлі рослин. У теплолюбних рослин, інтродукованих із субтропічних районів Європи, Малої Азії, Китаю, Японії, сезонні ритми росту й розвитку можуть значно відрізнятися від рослин помірних широт: у деяких із них відсутній фізіологічний спокій, ріст припиняється примусово при настанні морозів, унаслідок чого рослини зазнають дії низькотемпературного стресу [14].

У стресовому стані у рослинному організмі відбуваються неспецифічні реакції, перша ланка яких – вільнорадикальні процеси [8]. На думку дослідників [25, 23], активні форми кисню виступають як індуктори захисних реакцій, серед яких важливу роль відіграє синтез стресових білків з антиокислювальними властивостями, у тому числі ферментів антиоксидантної системи. Існує залежність між активністю цих ферментів і стійкістю рослин до стресів різної природи. У стійких видів дерев і чагарників (*Ligustrum vulgare* L., *Quercus robur* L., *Lonicera tatarica* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Philadelphus coronarius* L.) за умов комплексного аерогенного забруднення активність каталази підвищувалась на 22,7–450,0 %; у помірно стійких видів (*Aesculus hyppocastanum* L., *Acer negundo* L., *Populus simonii* Carr.) порівняно з контролем активність вища на 10,0–23,7 % або нижча на 12,3–52,7 %; у нестійких видів (*Sorbus aucuparia* L., *Fraxinus lanceolata* Borkh.) відбувалося зниження активності ферменту [18]. За умов дії важких металів у листках стійкішої *Ligustrum vulgare* L. підвищувалась активність глутатіонредуктази та пероксидази порівняно з нестійким видом *Syringa vulgaris* L. [2]. Активність окислювальних ферментів зростає під впливом низьких температур: співвідношення між активністю пероксидази при охолодженні та за оптимальних температур у зимостійких видів становить 1,23–1,31 [6].

У зв'язку з цим доцільне вивчення реакції ферментів антиоксидантної системи як тестових стрес-параметрів у відповідь на дію низьких загартовувальних температур на різні за зимостійкістю інтродуценти [7; 11]. На зимостійкості рослин помітно позначаються гідротермічні умови вегетаційного періоду. Із метою підвищення життєздатності рослин під час вегетації використовують агротехнічні заходи (підживлення, обробку біологічно активними речовинами). Комплекс азотних, фосфорних і калійних добрив поліпшує ріст рослин у початковий період розвитку, збільшує стійкість культур до короткочасного впливу низьких і високих температур, нестачі вологи, бактеріальних захворювань [3]. Екзогенні фітогормони стимулюють ростові процеси та розвиток рослин, проте їх дія може бути зворотною за несприятливих гідротермічних умов вегетаційного періоду [16]. Вивчення впливу агротехнічних

заходів на стресові реакції деревних рослин у стані осіннього фізіологічного спокою дозволить виявити адаптивний потенціал інтродуцентів і оцінити перспективність упровадження їх у культуру.

Мета роботи – виявити особливості окислювальних процесів різних за зимостійкістю інтродуцентів під час підготовки рослин до зимового періоду та визначити найефективніші агротехнічні прийоми вирощування щодо адаптації рослин.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти досліджень – види гарноквітучих кущових рослин колекції ботанічного саду ДНУ, які дотепер ще не знайшли широкого застосування в озелененні та вважаються цінними декоративними екзотами. *Swida alba* L. (родина Cornaceae Engl.) природно зростає у лісовій зоні Європейської частини, Сибіру та Далекого Сходу; *Deutzia pulchra* Vidael. (родина Hydrangeaceae Dumort.) інтродукована з Південно-Східної Азії; *Buddleja alternifolia* Maxim. (родина Loganiaceae Mart.) природно поширена у Західному та Північному Китаї; *Hibiscus syriacus* L. (родина Malvaceae Juss.) має обширний ареал у субтропічній зоні Китаю, Індії, Малої Азії [1].

За погодними умовами період вегетації 2010 року можна охарактеризувати як спекотний і вологий порівняно із середньобагаторічною нормою, а наступний зимовий період – як холодніший. За характером зволоження весняно-літній період року досліджень досить сприятливий для рослин: сума опадів становила 125,0–156,2 % від норми, і тільки у серпні спостерігалася глибока посуха (32,4 % опадів від норми). Температурний режим відзначався вищими середньомісячними температурами порівняно із середньобагаторічними, досягаючи найбільшої розбіжності у червні (+3,0 °С), липні (+3,5 °С) та листопаді (+7,2 °С). У жовтні середньомісячна температура була нижчою на 1,8 °С за норму, що сприяло проходженню рослинами першої фази загартовування. Середньомісячні температури взимку були нижчими за норму: у січні на 1,4 °С, у лютому – на 3,8 °С.

Модельні екземпляри вирощували в дендрарії ботанічного саду на природному зрошенні у трьох варіантах досліду (1 – контроль, 2 – *NPK*, 3 – регулятор росту циркон). Діюча речовина препарату – суміш гідроксикоричних кислот, які одержують із рослинної сировини ехінацеї пурпурної [19]. Біологічна активність циркону значною мірою зумовлена антиоксидантними властивостями, характерними для фенольних сполук. У рослинах циркон виконує функції регулятора росту, імуномодулятора й антистресового адаптогена [13; 15]. Внесення комплексного мінерального добрива у пристовбурні лунки та обробку крони рослин регулятором росту проводили двічі за вегетацію: у фазі активного росту у травні та по закінченні росту і переході до визрівання пагонів у червні.

Активність оксидоредуктаз вегетуючих рослин вивчали у жовтні за умов поточного температурного режиму (середньодобова температура +8,4 °С) та при експериментальному охолодженні до 0 °С. Активність каталази визначали об'ємнометричним методом, пероксидази – фотометричним методом із використанням як субстрату гваяколу [17]. Повторність дослідів – п'ятиразова. Наприкінці зимового періоду проводили польову оцінку зимостійкості рослин різних варіантів досліду за бальною шкалою [4].

Результати та їх обговорення

Досліджувані кущові екзоти мають різний ступінь зимостійкості в умовах даного району інтродукції. Про це свідчать багаторічні спостереження за рослинами в ботанічному саду ДНУ [5]. За період інтродукційних випробувань під впливом екстре-

мальних факторів середовища значного зниження кількісного складу зазнала колекція гібіска та дейції. Найвитривалішою за цим показником виявилася свидина: кількісний склад представників цього виду майже не змінився в колекційному фонді ботанічного саду. Зважаючи на недостатню морозостійкість більшості цінних декоративних екзотів, велике наукове та практичне значення можуть становити методи прогнозування зимостійкості, які допоможуть визначити стійкість рослин наприкінці вегетації, до настання зимового періоду. Із цією метою застосували метод, описаний В. П. Кучеренко [9], заснований на прямій залежності між рівнем зимостійкості та підвищенням активності окислювальних ферментів при охолодженні в лабораторних умовах. Автори проводили досліди після проходження рослинами умов осіннього загартовування. Коли після загартовування рослини додатково витримують за низької позитивної температури (0…+2 °С), зимостійкі види відповідають на такий стрес підвищенням активності пероксидази, у менш зимостійких активність залишається без змін або знижується. На думку автора, зимостійкі рослини мають лабільнішу ферментативну систему, яка здатна швидко перебудовуватися у стресових умовах. Тому для зимостійких рослин виконується співвідношення $A_{хол.}/A_{норм.} > 1$, де А – активність ферменту при охолодженні та в природних умовах.

Виходячи з цього, у жовтні визначали активність пероксидази та каталази ($A_{норм.}$) у тканинах листя за температури, яка складала +8 °С та при експериментальному охолодженні листя до 0 °С ($A_{хол.}$). Оскільки саме позитивні низькі температури сприяють переходу рослин до стану спокою, можна припустити, що рослини вже пройшли першу фазу загартовування або перебували у такому стані на час проведення досліджень. Результати для всіх варіантів досліду наведено на рисунках 1 і 2. Співвідношення $A_{хол.}/A_{норм.}$ наведено у таблиці 1.

Результати зіставлення активності ферментів за різних температур (див. табл. 1) показали, що найчутливіше реагує на охолодження пероксидаза: її активність значно зростає у будлеї та досить помітно – у свидини. Отримані дані свідчать про високий потенціал стійкості до низькотемпературного стресу у цих рослин і низьку стійкість у гібіска та дейції.

Таблиця 1

Співвідношення $A_{хол.}/A_{норм.}$ активності ферментів у тканинах вегетуючих рослин

Вид	Варіант досліду	Активність каталази	Активність пероксидази
Buddleja alternifolia Maxim.	контроль	1,43	44,21
	NPK	0,76	41,26
	циркон	1,24	18,45
Swida alba L.	контроль	1,17	17,85
	NPK	0,85	6,05
	циркон	1,06	5,81
Hibiscus syriacus L.	контроль	0,92	0,84
	NPK	0,94	0,96
	циркон	0,72	0,91
Deutzia pulchra Vidael.	контроль	0,85	0,83
	NPK	0,95	0,67
	циркон	1,32	0,63

У листках рослин, що пройшли загартовування (рис. 1), активність каталази найвища у *Hibiscus syriacus* (15,53 мл O_2/г·хв), а також у *Swida alba* (11,33 мл O_2/г·хв). Напевно, для теплолюбного гібіска низькі позитивні температури у жовтні – стресові, зумовлюють високий рівень активності каталази, що можна вважати певною пристосу-

вальною реакцією. Реакція на загартовування теплолюбних рослин виявилася різною: у гібіска спостерігається висока активність каталази, у будлеї та дейції – низька (8,23 та 9,27 мл O_2/г·хв, відповідно). Проте в умовах експериментального охолодження активність каталази зростає в листках будлеї, так само, як і в морозостійкого виду *Swida alba*, що свідчить про здатність цих рослин адаптуватися до несприятливих температурних умов.

Застосування агротехнічних прийомів помітно відбивається на активності каталази. В обох варіантах досліду за дії загартовувальних температур усі види крім свидини показали значне зростання активності каталази порівняно з контрольним варіантом. У будлеї у варіанті *NPK* активність ферменту склала 187,0 % від контролю, у варіанті із цирконом – 265,7 %, у гібіска – 152,0 та 157 %, у дейції – 196,3 та 174,0 %, відповідно. При цьому у більш зимостійкого виду *Swida alba* активність каталази не змінювалася під впливом обробки та залишалась приблизно на одному рівні в усіх трьох варіантах (11,33–11,63 мл O_2/г·хв). Застосування *NPK* та циркону сприяє активізації адаптивних реакцій у теплолюбних рослин на етапі підготовки їх до зимового періоду, що можна розглядати як підвищення їх адаптаційної здатності. Найбільший стимулювальний ефект має циркон на найменш зимостійкі види – будлею та гібіск.

На рисунку 1 наведені також результати визначення активності каталази в листках, витриманих одну добу за температури 0 °С. Відзначаються різнонаправлені зміни активності каталази у різних варіантах досліду. Значно підвищується активність каталази після охолодження у будлеї ($А_{хол.}/А_{норм.}$ = 1,43) – адаптивна реакція цього теплолюбного виду. У зимостійкого *Swida alba* відношення активності ферменту також вище одиниці (1,17), а у гібіска та дейції – нижче (0,92 та 0,85, відповідно), що говорить про недостатньо лабільну систему ферментативної активності каталази, яка зазнає впливу низьких температур.

Застосування агротехнічних заходів у деяких випадках ефективне відносно прогнозованої зимостійкості рослин. У варіанті із цирконом у будлеї, свидини та дейції величина $А_{хол.}/А_{норм.}$ вища одиниці: 1,24, 1,06 та 1,32, відповідно (див. табл. 1). Внесення добрив не впливало на адаптацію рослин до охолодження в усіх досліджуваних рослин. Ферментативна активність каталази у гібіска при експериментальному охолоджені виявилась менш чутливою на добрива та регулятор росту порівняно з іншими видами. Враховуючи достовірне підвищення активності каталази під впливом *NPK* та циркону у звичайних температурах загартовування можна вважати перспективним використання цих агротехнічних заходів для гібіска. Такий самий стимулювальний ефект мали *NPK* та циркон на інші малостійкі породи (будлею, дейцію) за звичайних температур загартовування. Крім цього циркон також підвищував величину $А_{хол.}/А_{норм.}$, що говорить про підвищення їх зимостійкості під впливом регулятора росту.

Треба відзначити протилежні реакції активності каталази у різних за стійкістю видів у період осіннього загартовування: відсутність змін активності у свидини, висока зимостійкість якої забезпечується комплексом фізіолого-біохімічних механізмів, і значне збільшення активності у теплолюбних і малозимостійких видів (будлея, дейція, гібіск), а у деяких випадках і підвищення $А_{хол.}/А_{норм.}$ у варіантах досліду. Тобто під впливом *NPK* та циркону підвищується стійкість рослин до окислювального низькотемпературного стресу.

Активність пероксидази (рис. 2) має велику амплітуду мінливості під впливом зовнішніх умов (від 4,48 до 618,55 мкмоль/г·хв). Це ще раз підтверджує відомий за літературними даними [2; 8; 11; 14; 23; 25] факт про велику варіабельність і лабільність ферменту, у зв'язку з чим пропонується використовувати активність пероксидази як

тест-параметр при індикації стійкості рослин до несприятливих умов середовища [7]. Під дією низьких позитивних температур у період осіннього загартовування рослин максимальну активність пероксидази має листя гібіска (352,3 мкмоль/г·хв).

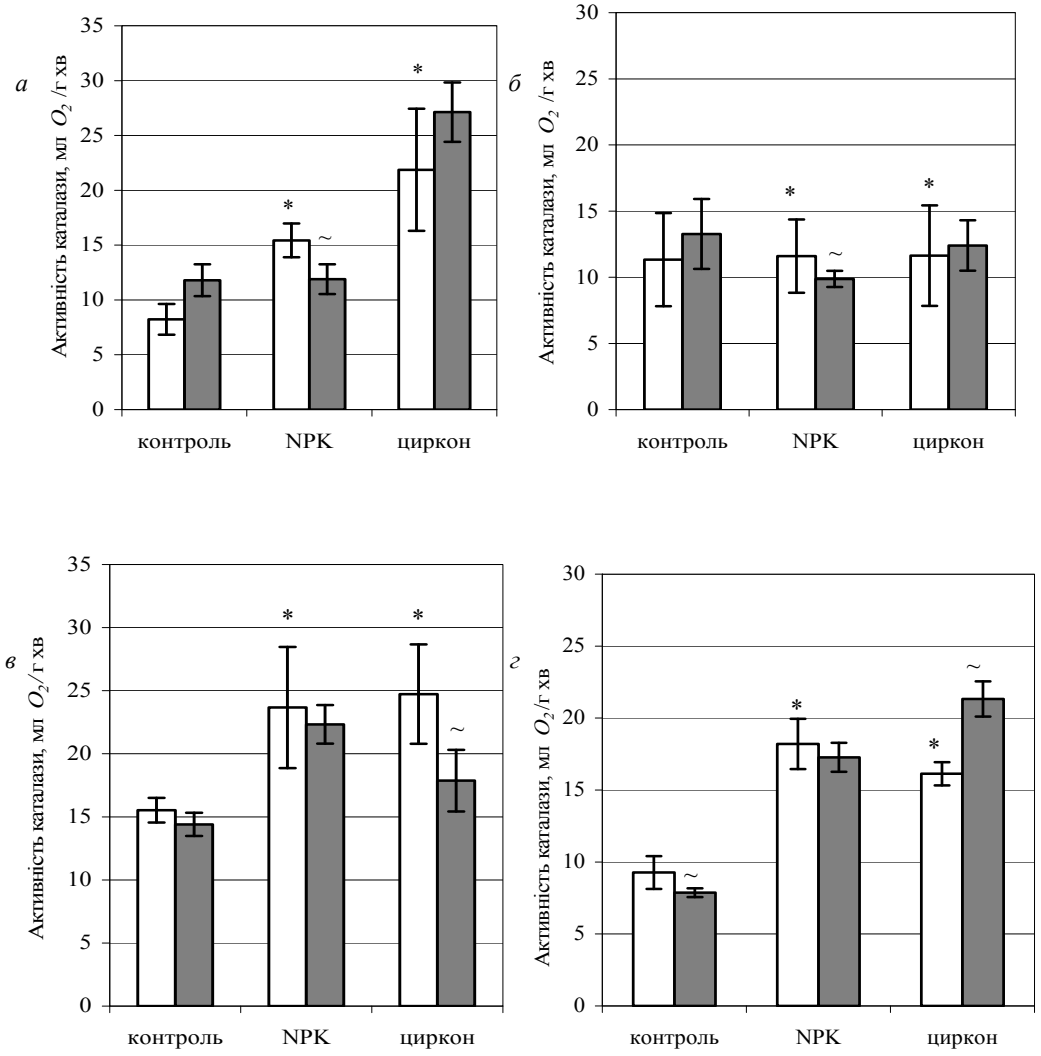


Рис. 1. Активність каталази у тканинах листя за різних температурних умов:
а – Buddleja alternifolia; *б – Swida alba*; *в – Hibiscus syriacus*; *г – Deutzia pulchra;*
білі стовпчики – загартовувальні температури (+8 ºС), сірі – охолодження до 0 ºС;
* – $p < 0,05$, достовірність відмінності між контролем і варіантами досліду за температури +8 ºС;
~ – $p < 0,05$, достовірність відмінності за температур +8 ºС та 0 ºС в кожному варіанті досліду

В інших видів активність ферменту значно нижча: у будлеї – 139,9, у свидини – 54,7, у дейції – 53,6 мкмоль/г·хв. Такий високий рівень активності пероксидази у гібіска безумовно свідчить про те, що у період природного загартовування ферментативна система рослини чутливо реагує на температурні зміни. Це можна розглядати як виражену адаптивну реакцію, яка у гібіска настає раніше, ніж у інших видів. Вірогідно, цим можна пояснити відсутність реакції у гібіска в подальшому, при експеримента-

ному охолодженні до 0 °С, оскільки рослини проходять першу фазу загартовування низькими позитивними температурами у жовтні. Найвищий рівень пероксидазної активності у гібіска спостерігається в умовах природного загартовування, а також у варіантах із *NPK* та цирконом, де відзначається навіть незначний ріст активності (107,2 та 111,9 % відносно контролю). Як і в контролі, експериментальне охолодження не викликає подальшого підвищення активності пероксидази. У зв'язку з цим величина $A_{хол.}/A_{норм.}$ нижча одиниці (див. табл. 1). Враховуючи високий початковий рівень активності, який на порядок перевищує інші види, гібіск сирійський можна віднести до видів, які в несприятливих температурних умовах швидко та активно формують адаптивні реакції.

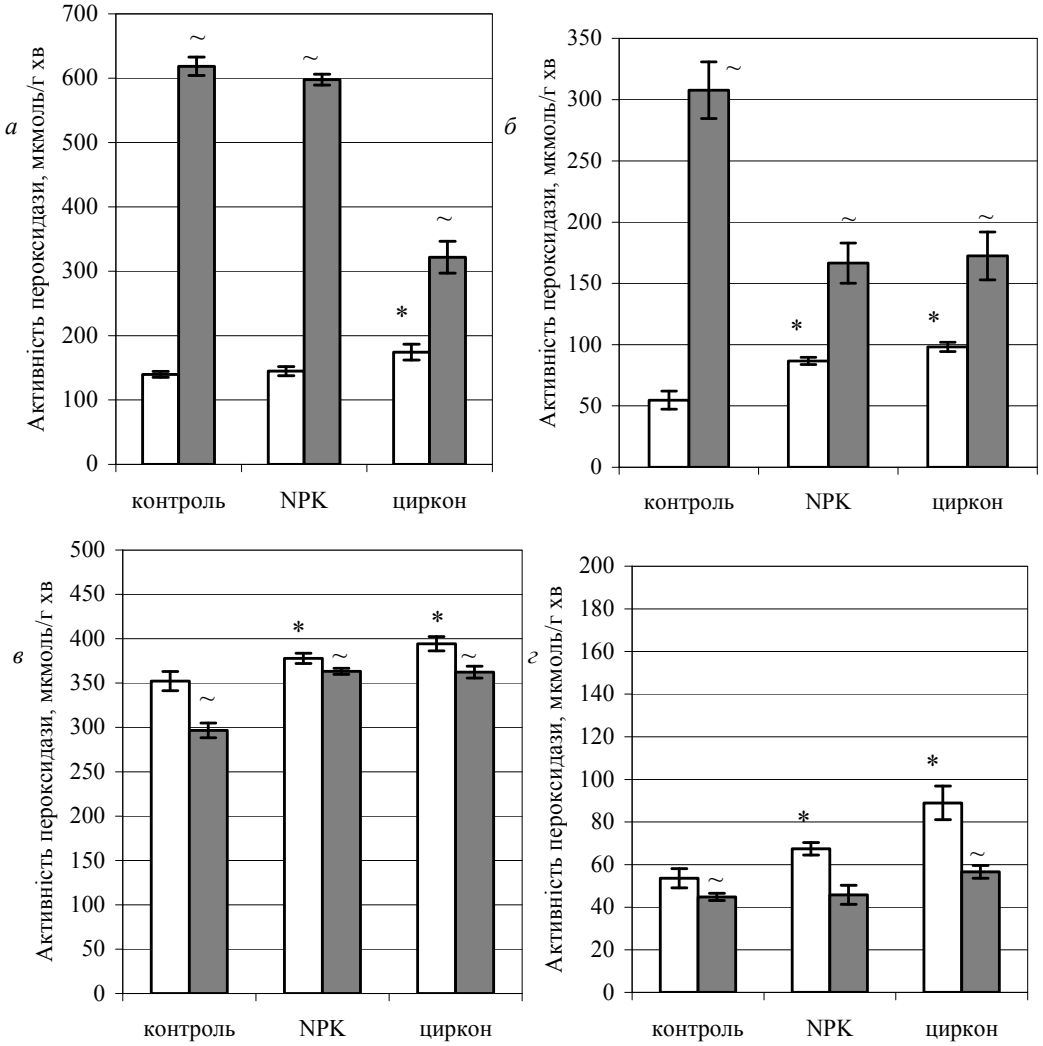


Рис. 2. Активність пероксидази у тканинах листя за різних температурних умов:
а – Buddleja alternifolia; *б – Swida alba*; *в – Hibiscus syriacus*; *г – Deutzia pulchra;*
білі стовпчики – загартовувальні температури +8 ºС; сірі – охолодження до 0 ºС;
* – $p < 0,05$, достовірність відмінності між контролем і варіантами досліду за температури +8 ºС;
~ – $p < 0,05$, достовірність відмінності за температур +8 ºС та 0 ºС в кожному варіанті досліду

Інші три види, які мають невисокий рівень активності пероксидази в умовах осіннього загартовування в контрольному варіанті, позитивно реагують на застосування добрив і регуляторів росту. Активність пероксидази у варіанті з *NPK* склала у будлеї 103,5 % від контролю, у свидини – 159,2 %, у дейції – 125,7 %. Циркон впливає дещо більше на цей показник, у результаті чого активність пероксидази у будлеї складала 124,5 % від контролю, у свидини – 172,2 %, у дейції – 165,8 %.

Таким чином, *NPK* і циркон мають позитивний вплив на метаболізм досліджуваних рослин, підвищуючи активність пероксидази (особливо у варіанті з цирконом) у період осіннього загартовування. Така ж закономірність спостерігається і відносно каталази, активність якої найбільше підвищується у варіанті із цирконом.

Вивчення впливу експериментального охолодження до 0 °С на активність пероксидази показало результати дещо відмінні від активності каталази. У двох видів спостерігається значне підвищення активності каталази, у двох інших – активність пероксидази знижується в усіх варіантах досліду. Найбільше активується пероксидаза під впливом температури 0 °С у будлеї: величина $A_{хол.}/A_{норм.}$ складає в контролі 44,2, у варіанті *NPK* – 41,26, у варіанті із цирконом – 18,45. Високі значення $A_{хол.}/A_{норм.}$ відзначені й у свидини (17,85, 6,05 та 5,81 відповідно).

Прогнозування зимостійкості за активністю пероксидази методом експериментального охолодження дозволяє припустити високу зимостійкість у двох видів: *Swida alba*, для якого зимові умови даного району є звичайними, та *Buddleja alternifolia*, котрий у цілому не достатньо зимостійкий, але, завдяки високій лабільності системи окислювальних ферментів, здатний формувати адаптивні реакції в несприятливих температурних умовах. Ці два види мають величину $A_{хол.}/A_{норм.} > 1$ і за активністю каталази у варіанті із цирконом, що підтверджує результати, отримані для активності пероксидази у період осіннього загартування рослин.

Прогностичні оцінки морозостійкості, отримані на основі співвідношення активності каталази та пероксидази під час осіннього загартовування та за 0 °С, зіставляли з польовими оцінками зимостійкості наприкінці зимового періоду та під час весняного відновлення вегетації (див. табл. 2). Оцінювали за п’ятибальною шкалою ступінь обмерзання пагонів, про який судили за відсутністю ростових процесів бруньок і за станом тканин пагонів у лабораторних умовах (лютий) і у природних умовах (квітень).

Таблиця 2

Польова оцінка зимостійкості інтродуцентів

Вид	Варіант досліду	Ступінь пошкодження пагонів		Бал зимостійкості	Клас зимостійкості
		лютий	квітень		
Buddleja alternifolia Maxim.	контроль	++	+	3	II
	NPK	+	+	4	
	циркон	+	+	4	
Swida alba L.	контроль	–	–	5	I
	NPK	–	–	5	
	циркон	–	–	5	
Hibiscus syriacus L.	контроль	+++	+++	1	III
	NPK	++	++	3	
	циркон	+++	++	2,5	
Deutzia pulchra Vidael.	контроль	++	+++	2	III
	NPK	++	+++	2	
	циркон	+	++	3	

Бал зимостійкості, отриманий у ході досліджень, співвідносили зі шкалою зимостійкості, розробленою П. І. Лапіним і С. В. Сіднєвою [10]. З огляду на особливості проведення обліку пошкоджень, 5-бальна шкала дозволяє враховувати навіть незначні розбіжності між видами та встановити не абсолютну стійкість, а відносну (як результат порівняння стійкості досліджуваних видів). Отримані бальні оцінки зимостійкості після зимового періоду в цілому узгоджуються із прогностичними оцінками за активністю окислювальних ферментів під час осіннього загартовування рослин: найвища зимостійкість притаманна *Swida alba*, у *Buddleja alternifolia* здатність до відновлення вегетації зростає від лютого до квітня, у *Deutzia pulchra* ця здатність знижується, тобто пошкоджені взимку пагони до квітня втрачають свою життєздатність, у *Hibiscus syriacus* ступінь обмерзання пагонів найвищий.

Майже в усіх варіантах досліду спостерігається позитивний вплив на зимостійкість рослин. Для будлеї ефективне використання *NPK* та циркону: ці агротехнічні заходи дещо підвищують морозостійкість пагонів узимку. Для дейції доцільніше використання циркону – препарату, який посилює антиоксидантну функцію за допомогою активації відповідних ферментних систем. Фенольні сполуки, що входять до складу циркону, проявляють властивості стресових метаболітів і беруть участь в адаптації рослин до несприятливих умов середовища. Для гібіска, у якого відсутній глибокий спокій і ріст пагонів триває до настання морозів, найефективніше застосування комплексу мінеральних добрив, які прискорюють диференціацію тканин пагонів і визрівання деревини, що підвищує їх стійкість до низькотемпературного стресу.

Висновки

Застосування мінеральних добрив і регуляторів росту у технологічному процесі догляду за кущовими екзотами виявляє позитивну післядію наприкінці вегетації та у наступний зимовий період: підвищується стійкість рослин до окислювального низькотемпературного стресу під час осіннього загартовування рослин, знижується ступінь пошкодження пагонів після зимівлі. Найбільший стимулювальний ефект мають *NPK* та циркон на найменш зимостійкі види (будлею, гібіск, дейцію).

Установлено достовірні зміни співвідношення $A_{хол.}/A_{норм.}$ активності каталази для будлеї та дейції, активності пероксидази – для всіх досліджуваних видів. Величини співвідношення > 1 характерні для зимостійких видів та інтродуцентів, у яких у фазі фізіологічного спокою за дії загартовувальних температур активно формуються адаптивні реакції на низькотемпературний стрес, що підтверджується польовими оцінками зимостійкості рослин.

Бібліографічні посилання

1. **Дендрофлора України**. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні / М. А. Кохно, М. Н. Трофименко, Л. І. Пархоменко та ін. – К. : Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с.
2. **Долгова Л. Г.** Активність пероксидази в листках деревних екзотів, інтродукованих у степовій зоні // Сучасні проблеми біології, екології та хімії. Матер. міжнар. конф. – Ч. 2. – Запоріжжя, 2007. – С. 544–545.
3. **Екологічні**, агрохімічні, фізіологічні й агрономічні аспекти мінерального живлення рослин / Е. Г. Дегодюк, С. Е. Дегодюк, С. З. Гуральчук та ін. // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К. : Логос, 2009. – Т. 1. – С. 210–231.
4. **Зайцев Г. Н.** К методике построения шкал для оценки зимостойкости древесных растений / Г. Н. Зайцев, С. Ф. Демидова // Бюлл. Главн. бот. сада. – М. : Наука, 1969. – Вып. 72. – С. 38–45.

5. **Зайцева І. О.** Аналіз процесу інтродукції деревно-чагарникових рослин у ботанічному саду ДНУ // Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє. Матер. міжнар. науково-практ. конф. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. – С. 333–338.
6. **Капустян А. В.** Прогнозування адаптивної здатності *Hordeum vulgare* L. // Матер. X з'їзду Укр. ботан. т-ва. – Полтава, 1997. – С. 133.
7. **Капустян А. В.** Фермент пероксидаза – універсальний маркер зимостійкості рослин // Інтродукція рослин. – 2000. – № 1. – С. 152–154.
8. **Колупаєв Ю. Є.** Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). – Харків : Вид-во ХДАУ, 2001. – 173 с.
9. **Кучеренко В. П.** Прогнозування зимостійкості рослин за показниками активності пероксидази при низькотемпературному стресі // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. Матер. міжнар. конф. – Львів, 1998. – С. 217.
10. **Лапин П. И.** Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М. : Наука, 1973. – С. 7–67.
11. **Лукаткин А. С.** Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2002. – 208 с.
12. **Майор П. С.** Дослідження накопичення проліну та цукрів у генотипів озимої пшениці, що відрізняються за рівнем морозостійкості / П. С. Майор, В. П. Захарова, Л. Г. Великожон // Досягнення та проблеми генетики, селекції та біотехнології. – Т. 1. – К. : Логос, 2007. – С. 121–128.
13. **Малеванная Н. Н.** Циркон – новый фитопрепарат для сельского хозяйства, полученный на основе нетрадиционного растительного сырья / Н. Н. Малеванная, Н. В. Быховская // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. Матер. научн.-практ. конф. – М., 2001. – Т. 5. – С. 1–5.
14. **Петровская-Баранова Т. П.** Физиология адаптации и интродукция растений. – М. : Наука, 1983. – 183 с.
15. **Полифункциональное действие** циркона на декоративные растения / Л. В. Рункова, В. С. Александрова, М. Н. Мельникова и др. // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции. Тез. докл. научно-практ. конф. – М., 2004. – С. 37–38.
16. **Пономаренко С. П.** Регуляторы роста растений. – К. : Інтертехнодрук, 2003. – 319 с.
17. **Починок Х. Н.** Методы биохимического анализа растений. – К. : Наукова думка, 1976. – 386 с.
18. **Приседський Ю. В.** Вплив забруднення повітря сполуками фтору, сірки та азоту на активність каталази у деяких деревних і чагарникових рослин // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Матер. II міжнар. конф. – Львів, 2004. – С. 273.
19. **Регулятори** росту природного походження як засоби підвищення продуктивності сільськогосподарських культур / В. К. Яворська, І. В. Драговоз, А. В. Богданович, В. П. Антонюк // Фізіологія та біохімія культурних рослин. – 2008. – Т. 40, № 4. – С. 292–298.
20. **Туманов И. И.** Физиология закаливания и морозостойкости растений. – М. : Наука, 1979. – 352 с.
21. **Ashraf M.** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance / M. Ashraf, M. R. Foolad // Environmental and Experimental Botany. – 2007. – Vol. 59, N 2. – P. 206–216.
22. **Atici O.** Antifreeze proteins in higher plants / O. Atici, B. Nalbantoglu // Phytochemistry. – 2003. – Vol. 64. – P. 1187–1196.
23. **Baek K. H.** Alteration of antioxidant enzyme gene expression during cold acclimation of near-isogenic wheat lines / K. H. Baek, D. Z. Skinner // Plant Science. – 2003. – Vol. 165, N 6. – P. 1221–1227.
24. **Beck E. H.** Plant resistance to cold stress: Mechanisms and environmental signals triggering frost hardening and dehardening / E. H. Beck, R. Heim, J. Hansen // J. Biosci. – 2004. – Vol. 29. – P. 449–459.
25. **Blokhina O.** Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review / O. Blokhina, E. Virolanen, K. Fagerstedt // Annals of Botany. – 2003. – Vol. 91, N 2. – P. 179–194.
26. **Plasma** membran lipid alterations induced by cold acclimation and abscisic acid treatment of winter wheat seedlings / M. Bohn, S. Luthje, P. Sperling et al. // J. Plant Physiol. – 2007. – Vol. 164, N 2. – P. 146–156.

Надійшла до редколегії 24.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 55–60.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 55–60.

УДК 502.75+504.062.2

В. В. Качинська, Г. О. Наумович

Криворізький державний педагогічний університет
Херсонський державний університет

ЕПІФІТНІ ЛИШАЙНИКИ ЯК КОМПОНЕНТ КОНСОРЦІЙ *ULMUS LAEVIS* І *POPULUS NIGRA* В УМОВАХ ПРОМИСЛОВИХ ДІЛЯНОК ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ КРИВБАСУ

Розглянуто структурну організацію ліхенокомплексів на консорційному рівні організації екосистем. Проведено аналіз видового складу та закономірностей розповсюдження ліхенокомплексів у консорціях *Ulmus laevis* і *Populus nigra* в умовах промислових ділянок гірничо-металургійного комплексу Кривбасу. У консорціях із різним провідним чинником техногенного впливу визначено 8 видів епіфітних лишайників, що належать до 6 родів 5 родин. Видовий склад і закономірності розповсюдження лишайників у консорціях детерміновані типом індустріального навантаження. Переважання в ліхенокомплексах детермінантів консорцій накипних лишайників, незначна участь листуватих лишайників і повна відсутність кущистих форм – можливий наслідок промислового впливу.

В. В. Качинская, Г. О. Наумович

Криворожский государственный педагогический университет
Херсонский государственный университет

ЭПИФИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ КАК КОМПОНЕНТ КОНСОРЦИЙ *ULMUS LAEVIS* И *POPULUS NIGRA* ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КРИВБАССА

Рассмотрена структурная организация лихенокомплексов на консорционном уровне организации экосистем. Проведен анализ видового состава и закономерностей распространения лихенокомплексов в консорциях *Ulmus laevis* и *Populus nigra* в условиях промышленных участков горно-металлургического комплекса Кривбасса. В консорциях с разным ведущим фактором техногенного воздействия определены 8 видов эпифитных лишайников, относящихся к 6 родам 5 семейств. Видовой состав и закономерности распространения лишайников в консорциях детерминированы типом индустриальной нагрузки. Преобладание в лихенокомплексах детерминантов консорций накипных лишайников, незначительное участие листовых и полное отсутствие кустистых форм является возможным следствием промышленного влияния.

V. V. Kachinskaya, G. O. Naumovich

Kryvyi Rih State Pedagogical University
Kherson State University

CORTICOLOUS LICHENS OF *ULMUS LAEVIS* AND *POPULUS NIGRA* CONSORTIA IN THE INDUSTRIAL TERRITORY OF MINING AND SMELTING COMPLEX OF KRYVYI RIH BASIN

The structural organisation of lichens at a consortium organisation level of the ecosystems is considered. The analysis of species composition and regularities of lichens distribution in *Ulmus laevis* and *Populus nigra*

© В. В. Качинська, Г. О. Наумович, 2011

consortia in territory of mining and smelting complex of Kryvyi Rih Basin is carried out. It is established that taxonomical structure of lichens consists of 8 lichen species of 6 genera and 5 families. It is ascertained that species composition and regularities of lichens distribution in consortia is determined by the type of industrial load. Predominance of the crustose lichens in the determinants' consortia, insignificant part of the foliose lichens and total lack of fruticose forms is possible consequence of industrial influence.

Вступ

Раціональне використання зелених насаджень в умовах потужної антропогенної трансформації екосистем повинно базуватися на знанні про структурно-функціональну організацію елементарних функціональних одиниць – консорційних екосистем. На жаль, структура основних блоків (ґрунтового, гетеротрофного, автотрофного) консорційних екосистем вивчена недостатньо [5; 9]. На нашу думку, доцільно звернути увагу на структуру автотрофного блоку консорцій, зокрема на епіфітні лишайники. Це токсикотолерантні організми, які накопичують значну кількість забруднювачів у своїй слані та формують виразні угруповання видів, які відбивають різні варіації вмісту важких металів у субстраті. Багато з таких ліхенокомплексів проявляють специфічні реакції на різні чинники техногенного впливу, що дозволяє визначити не тільки ступінь забруднення, а і тип забруднювача [3; 4]. Тому, використовуючи закономірності їх розповсюдження, можна розглядати лишайники як індикатори стану детермінантів консорцій в індустріальних регіонах України.

Вивченню видового складу та закономірностей розповсюдження ліхенокомплексів в умовах техногенезу присвячені праці [1–4; 6]. Проте епіфітні лишайники на рівні консорційних екосистем в умовах техногенезу висвітлені недостатньо. Тому мета цієї роботи – проаналізувати видовий склад і розподіл лишайників у консорціях в'яза гладенького (*Ulmus laevis* Pall.) і тополі чорної (*Populus nigra* L.) в умовах промислових ділянок Кривбасу.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження – консорції *Ulmus laevis* Pall. і *Populus nigra* L. в умовах промислових ділянок Кривбасу. Технологічні операції з видобутку та переробки руди зумовлюють надмірне забруднення територій промислових ділянок CO_2, оксидами нітрогену, SO_2, фенолом, сірководнем, сажею та рудним пилом. Пробні ділянки описано з урахуванням провідних чинників техногенного впливу [10]. Закладено 7 пробних площ на території промислових ділянок гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) Кривбасу: I ділянка – території дробильно-сортувальної фабрики ВАТ «Інгулецький ГЗК» в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу; II ділянка – ВАТ «Південний ГЗК» на території дробильно-сортувальної фабрики поряд з агломераційним виробництвом в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу та газового забруднення; III ділянка – території цеху блюмінга гірничо-металургійного комбінату ВАТ «АрселорМітал Кривий Ріг», що зазнають епізодичного впливу технологічних засолених вод і нафтопродуктів; IV ділянка – території мартенівського цеху гірничо-металургійного комбінату ВАТ «АрселорМітал Кривий Ріг» в умовах впливу графітового пилу; V ділянка – території теплосилового цеху ВАТ «Північний ГЗК» із забрудненням від пилогазових викидів та епізодичним впливом технологічних засолених вод; VI ділянка – території дробильно-сортувальної фабрики ВАТ «Центральний ГЗК» в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу; VII – умовно-контрольна ділянка на території Криворізького ботанічного саду НАН України, розташована на межі санітарно-захисних зон ВАТ «Північний ГЗК», для якої характерне забруднення в межах фонових для м. Кривий Ріг значень. Для аналізу видового складу використані визначники [7; 8; 11]. Назви лишай-

ників та прізвища авторів таксонів подані за другим реєстром лишайників України [13]. Аналіз структури ліхенокомплексів порівняно за допомогою коефіцієнта Жаккара [12].

Результати та їх обговорення

У консорціях *U. laevis* і *P. nigra* в умовах промислових ділянок із різним провідним чинником техногенного впливу визначено 8 видів лишайників із 6 родів 5 родин, у межах фонових значень умовно-контрольної VII ділянки – 10 видів із 6 родів 5 родин (табл. 1). Спільний флористичний список лишайників включає 11 видів із 7 родів 6 родин.

Таблиця 1

Зустрічальність лишайників у консорціях *Ulmus laevis* і *Populus nigra* в умовах промислових ділянок Кривбасу

Вид	Номер пробної ділянки													
	консорції *P. nigra*							консорції *U. laevis*						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Xanthoria parietina	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Caloplaca lobulata		+			+		+						+	+
Physcia orbicularis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Phaeophyscia nigricans	+					+	+							+
Physcia adscendens							+							+
Physcia tenella							+		+					
Lecanora carpinea	+	+	+	+	+	+	+	+				+		
Lecanora hagenii	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+
Candelariella aurella	+		+			+		+		+		+		+
Scoliciosporum chlorococcum							+							+
Rinodina pyrina			+	+						+	+			

Примітки: + – наявність виду на території пробної ділянки; I – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Інгулецький ГЗК», II – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Південний ГЗК», III і IV ділянка – промислові ділянки блюмінга та мартенівського виробництва гірничо-металургійного комбінату ВАТ «АрселорМітал Кривий Ріг», V – теплосиловий цех ВАТ «Північний ГЗК», VI – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Центральний ГЗК», VII – умовно-контрольна ділянка на території Криворізького ботанічного саду НАН України.

Основу ліхенокомплексів складають види родин Physciaceae та Lecanoraceae. Провідні родини представлені родами *Physcia* (4 види) та *Lecanora* (2 види). Найпоширеніші види епіфітних лишайників у консорціях *U. laevis* і *P. nigra* в умовах промислових ділянок – *Xanhtoria pareitina* (L.) Th. Fr., *Physcia orbicularis* (Neck.) Moberg, *Lecanora carpinea* (L.) Vainio, *L. hagenii* (Ach.) Ach. Особливу увагу варто звернути на *Xanhtoria pareitina* (L.) Th. Fr., виявлений у значній кількості в ліхенокомплексах детермінантів консорцій, що може бути пояснено його здатністю до існування на помірно та дуже сильно забруднених територіях [4]. Види родин Bacidiaceae (*Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe & Stenh.) Vezda), Caloplacaceae (*Caloplaca lobulata* (Florke) Hellbom.), Buelliaceae (*Rinodina pyrina* (Ach.) Arn.) представлені поодинокими екземплярами (див. табл. 1).

Найбільша зустрічальність лишайників у консорціях *U. laevis* і *P. nigra* спостерігалась в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу на територіях дробильно-сортувальних фабрик ділянок I, II, VI, середні значення – у консорціях в умовах впливу графітового пилу на ділянці IV, мінімальні – у консорціях в умовах епізодичного впливу технологічних засолених вод і нафтопродуктів на ділянці III та в умовах забруднення від пилогазових викидів на ділянці V (див. табл. 1).

Аналіз розподілу лишайників за типом слані показав, що найрозповсюдженіші накипні форми *Caloplaca lobulata*, *Candelariella aurella*, *Phaeophyscia nigricans*, *Physcia*

adscendens, *Physcia tenella*, *Lecanora carpinea*, *L. hagenii*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Rinodina pityrea*. Листуваті лишайники представлені двома видами: *Xanthoria parietina* та *Physcia orbicularis*. Кущисті форми лишайників відсутні.

Аналізуючи отримані дані, можна констатувати, що для консорцій *U. laevis* та *P. nigra* в умовах промислових ділянок із різним провідним чинником техногенного впливу характерне переважання в ліхенокомплексах накипних лишайників, незначна участь листуватих лишайників і відсутність кущистих форм. Найпоширеніші види лишайників у консорціях в умовах техногенезу можуть свідчити про здатність до існування в умовах промислових ділянок Кривбасу лише тих видів, які пристосовані до помірно та дуже сильно забруднених територій.

Найбільша подібність ліхенокомплексів спостерігається в консорціях *P. nigra* (табл. 2) в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу на території дробильно-сортувальної фабрики (ділянка II), в умовах впливу графітового пилу (ділянка IV) та забруднення від пилогазових викидів (ділянка V) (коефіцієнт Жаккара – 0,80). Найменша подібність ліхенокомплексів спостерігається в умовах епізодичного впливу технологічних засолених вод і нафтопродуктів (ділянка III) та в межах фонових умовно-контрольних значень (ділянка VII) (коефіцієнт Жаккара – 0,27). Відсутня подібність між ліхенокомплексами у консорціях *P. nigra* в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу на територіях дробильно-сортувальних фабрик ділянок I та VI (див. табл. 2).

Таблиця 2

Подібність ліхенокомплексів у консорціях *Populus nigra* та *Ulmus laevis* промислових ділянок Кривбасу за коефіцієнтом Жаккара

Детермінант консорції	Номер ділянки	Кількість видів	Пробні ділянки						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
Populus nigra	I	6	–	4	4	4	4	6	5
	II	4	0,66	–	3	4	4	4	5
	III	5	0,57	0,50	–	4	3	4	3
	IV	5	0,57	0,80	0,66	–	4	4	4
	V	5	0,57	0,80	0,42	0,66	–	4	4
	VI	6	0,00	0,60	0,57	0,57	0,57	–	5
	VII	9	0,50	0,62	0,27	0,40	0,40	0,50	–
Ulmus laevis	I	5	–	2	3	3	4	3	4
	II	3	0,33	–	2	2	2	2	2
	III	4	0,50	0,40	–	2	2	2	3
	IV	4	0,50	0,40	0,33	–	2	3	3
	V	4	0,80	0,40	0,33	0,33	–	2	3
	VI	4	0,50	0,40	0,33	0,60	0,33	–	4
	VII	8	0,44	0,22	0,37	0,33	0,33	0,50	–

Примітки: над головною діагоналлю матриці – кількість спільних видів, під діагоналлю – показник видової спільності; назви пробних ділянок див. табл. 1.

Найбільша подібність ліхенокомплексів спостерігається у консорціях *U. laevis* в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу на території дробильно-сортувальної фабрики (ділянка I) та в умовах забруднення від пилогазових викидів (ділянка V) (коефіцієнт Жаккара – 0,80), найменша – у консорціях в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу на території дробильно-сортувальної фабрики (ділянка II) та в межах фонових умовно-контрольних значень (ділянка VII) (коефіцієнт Жаккара – 0,22).

Порівнюючи видовий склад ліхенокомплексів у консорціях за коефіцієнтом Жаккара, отримані результати звели у вигляді дендритів подібності (рис. 1 і 2). Найбільша подібність між ліхенокомплексами консорцій *P. nigra* (рис. 1) відмічена в умовах за-

бруднення від пилогазових викидів (ділянка V), в умовах впливу графітового (ділянка IV) та силікатного залізовмісного пилу (ділянка II). Ліхенокомплекси в консорціях *P. nigra* в умовах впливу графітового (ділянка IV) та силікатного залізовмісного пилу (ділянка II) характеризуються незначною подібністю.

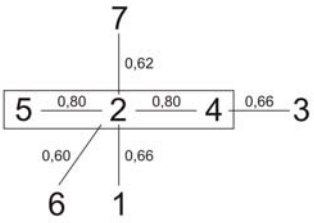


Рис. 1. Дендрит подібності розподілу ліхенокомплексів у консорціях *Populus nigra* промислових ділянок Кривбасу за коефіцієнтом Жаккара:
1 – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Інгулецький ГЗК», *2* – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Південний ГЗК», *3* і *4* – промислові ділянки блюмінга та мартенівського виробництва гірничо-металургійного комбінату ВАТ «АрселорМітал Кривий Ріг», *5* – теплосиловий цех ВАТ «Північний ГЗК», *6* – дробильно-сортувальна фабрика ВАТ «Центральний ГЗК», *7* – умовно-контрольна ділянка на території Криворізького ботанічного саду НАН України

На дендриті подібності (рис. 2) у консорціях *U. laevis* високий рівень подібності характерний для ліхенокомплексів в умовах забруднення від пилогазових викидів ділянки V. Всі інші ліхенокомплекси в консорціях із різними чинниками техногенного впливу подібні не більше ніж 0,50 одиниці.

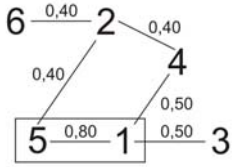


Рис. 2. Дендрит подібності розподілу ліхенокомплексів у консорціях *Ulmus laevis* промислових ділянок Кривбасу за коефіцієнтом Жаккара: назви пробних ділянок див. рис. 1

Виходячи з аналізу структур дендритів і виділення плеяд подібності, бачимо, що найтиповіші ліхенокомплекси в консорціях *U. laevis* та *P. nigra* в умовах промислових ділянок із різним провідним чинником техногенного впливу – ліхенокомплекси консорцій в умовах забруднення від пилогазових викидів (ділянка V).

Висновки

У консорціях *Ulmus laevis* і *Populus nigra* в умовах промислових ділянок із різним типом техногенного впливу визначено 8 видів епіфітних лишайників із 6 родів 5 родин. Видовий склад і закономірності розповсюдження лишайників у консорціях детерміновані типом індустріального навантаження. Найбільш розвиненою структурою ліхенокомплексів характеризуються консорції *U. laevis* і *P. nigra* в умовах впливу силікатного залізовмісного пилу та в межах фонових значень. Ліхенокомплексам консорцій *U. laevis* і *P. nigra* в умовах впливу технологічних засолених вод і нафтопродуктів, графітового пилу та пилогазових викидів властива спрощена структура. Переважання в ліхенокомплексах детермінантів консорцій накипних лишайників, незначна участь листуватих форм і повна відсутність кущистих – можливі наслідки промислового впливу. Встановлені за-

кономірності розповсюдження лишайників можуть бути використані при розробці шляхів раціонального використання на рівні консорцій індустріального регіону.

Бібліографічні посилання

1. **Аверчук А. С.** Лишайники деревних насаджень м. Донецьк // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології. Тези доп. Міжнар. наук. конф. – Донецьк : Вебер, 2009. – С. 11–12.
2. **Аверчук А. С.** Порівняльний аналіз видового складу лишайників у екотопах відвалів вугільних шахт // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: Тези доп. VIII Міжнар. наук. конф. – Донецьк : Вебер, 2009. – Т. 1. – С. 173–174.
3. **Бязров Л. Г.** Лишайниковые консорции и устойчивость лесных биогеоценозов / Л. Г. Бязров, Е. Н. Мелехина // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов. Тез. докл. II Всесоюзн. научн. конф. – М., 1991. – Ч. 3. – С. 71–73.
4. **Бязров Л. Г.** Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения. – М. : КМК, 2005. – 476 с.
5. **Іванців В. В.** Структурно-функціональна (консортивна) організація комплексів ґрунтових олігохет у біогеоценозах західного регіону України // Автореф. дис. … канд. біол. наук. – Д. : ДНУ, 2007. – 39 с.
6. **Наумович Г. О.** Дослідження ліхенофлори метаконгломератів та метапісковиків Скелюватської світи Криворізької серії в долині річки Інгулець // Проблеми фундаментальної і прикладної геології та раціонального природокористування. Матер. IV наук.-практ. конф. – Кривий Ріг : Видавничий Дім, 2009. – С. 233–234.
7. **Окснер А. М.** Флора лишайників України: в 2 т. – К. : Наук. думка, 1993. – Т. 2, вип. 1. – 1968. – 450 с.
8. **Определитель** лишайников СССР. – Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. – Л. : Наука, 1971. – 412 с.
9. **Савушкіна І. Г.** Консортивні зв'язки листогризучих комах в індивідуальних консорціях дуба пухнастого (акумуляція і міграція важких металів, роль генетичних факторів) // Автореф. дис. … канд. біол. наук. – Д. : ДНУ, 2008. – 20 с.
10. **Сметана О. М.** Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу / О. М. Сметана, В. В. Перерва. – Кривий Ріг : Видавничий Дім, 2006. – 290 с.
11. **Федоренко Н. М.** Лишайники та ліхенофільні гриби Житомирської області / Н. М. Федоренко, С. Я. Кондратюк, О. О. Орлов. – Житомир : Рута, Волинь, 2006. – 148 с.
12. **Шмидт В. М.** Математические методы в ботанике. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
13. **Kondratyuk S. Y.** The Second Cheklist of Lichens Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of Ukraine / S. Y. Kondratyuk, A. Y. Khodosovtsev, S. D. Zelenko. – Kiev : Phytosociocentre, 1998. – 180 p.

Надійшла до редколегії 15.06.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 61–70.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 61–70.

УДК 581.9(477.64)

В. П. Коломійчук

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України

РОСЛИННІСТЬ БЕРДЯНСЬКОГО ВІЙСЬКОВОГО ПОЛІГОНУ (ЗАПОРІЗЬКА обл.) ТА ЇЇ ДИНАМІКА

Охарактеризовано рослинність території колишнього Бердянського військового полігону у Північному Приазов'ї. Всього на цій території виявлено 13 формацій, які об'єднані у 6 типів рослинності. Виявлено напрямки сукцесій степової рослинності полігону. Наведено місцезнаходження типових і рідкісних рослинних угруповань, охарактеризовано особливості флори. На даній території пропонується створити ботанічний заказник загальнодержавного значення.

В. П. Коломийчук

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БЕРДЯНСКОГО ВОЕННОГО ПОЛИГОНА (ЗАПОРОЖСКАЯ обл.) И ЕЕ ДИНАМИКА

Охарактеризована растительность территории бывшего Бердянского военного полигона в Северном Приазовье. Всего на этой территории выявлены 13 формаций, которые объединены в 6 типов растительности. Выявлены направления сукцессий степной растительности полигона. Приведено местонахождение типичных и редких растительных сообществ, охарактеризованы особенности флоры. На данной территории предлагается создать ботанический заказник государственного значения.

V. P. Kolomiychuk

M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

VEGETATION DYNAMICS OF THE BERDYANSK FIRING GROUND (ZAPORIZHZHYA REGION)

The vegetation of the former Berdyansk military training ground is characterized. The research revealed 13 formations, which are grouped into 6 types of vegetation. The succession directions of steppe vegetation have been discovered. Localities of typical and rare plant communities are presented. The flora peculiarities are characterized. It is proposed to create a state botanical reserve in that area.

Вступ

Трансформація рослинного світу приморських субліторальних екосистем Чорного та особливо Азовського моря в другій половині XX століття набула загрозливого характеру. Основними загрозами знищення Приазовської біоти виступили: евтрофікація, зміна режиму та зниження продуктивності аквальних і літоральних біоценозів (зменшення продукції планктону та бентосу); посилення процесів тектонічного опускання дна моря та одночасно підняття рівня Світового океану внаслідок глобальних змін клімату (наслідком цього виступають швидкі темпи руйнування абразійних і акумулятивних берегів); збільшення щільності населення в

© В. П. Коломійчук, 2011

береговій зоні і як наслідок посилення впливу на природні екосистеми (оранка, розвиток рекреації, знищення біоти та біотопів, видобуток піщано-черепашкового матеріалу, розвиток стихійних звалищ, браконьєрство, гідро- та лісомеліорації). Ці процеси характерні для більшості приморських областей України, і частково – приморських територій інших країн Європи [15; 16; 18].

У цьому плані Запорізька область – одна з найбільш трансформованих і освоєних у сільськогосподарському відношенні областей України. Площа її складає 27,3 тис. км^2, з яких сільгоспугіддя – 82,4 %, у тому числі рілля – 71,0 % [4; 7]. Площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду області порівняно невелика (близько 4,4 %). Значне антропогенне навантаження на природу області та півдня України в цілому призвело до того, що природні ландшафти майже повністю трансформовані чи заміщені техногенними, а острівці з природною рослинністю збереглися лише на не придатних для господарської діяльності ділянках: у літоральній смузі, степових крутосхилах, заплавах річок тощо. Розорювання земель, ненормоване випасання худоби, будівельні та меліоративні роботи спричинили знищення природної рослинності, зокрема степової, що становить близько 3–4 % площі області. За таких умов кожна, навіть невелика за площею, ділянка зі збереженим рослинним покривом має значну наукову, екологічну та соціальну цінність [9; 18]. Тому нагальним залишається проведення досліджень для встановлення охоронного режиму на таких ділянках, які відображують типові, характерні ландшафти регіону, насамперед степові зі збереженою рослинністю.

Проводячи дослідження узбережжя Азовського моря, ми виявили значну плакорну ділянку площею близько 3 000 га, на якій добре збереглися природні фітоландшафти (рис. 1).

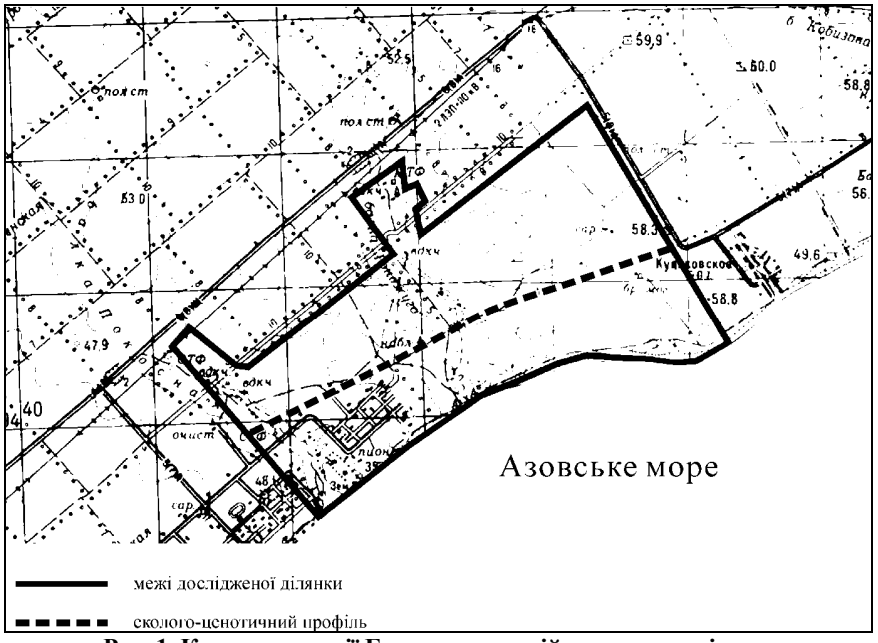


Рис. 1. Карта території Бердянського військового полігону:
суцільною лінією окреслена досліджена територія, пунктирною – профіль

Ділянка розташована на півдні Запорізької обл. у Бердянському р-ні між с. Новопетрівка та Куликівське на території колишнього військового полігону МЗС України, створеного у 1950-х роках на площі понад 6 500 га. Ландшафти ділянки, яка прилягає

до берегового уступу, репрезентовані на вододілі степами різного ступеня збереженості та двома балками (Покісною та Гонджуго), які перерізають плакор у меридіональному напрямку та характеризуються комплексами зонально-інтразональних ценозів. Рослинний покрив цієї території раніше не вивчали. Найближчі з досліджених територій – заплава р. Берда, Бердянська коса із заходу, середня течія р. Берда на півночі, Білосарайська коса зі сходу [1; 7–10]. Мета цієї статті – оцінити фіторізноманіття даної степової ділянки.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у 2007–2010 рр., використовуючи загальновідомі геоботанічні методи (метод пробних ділянок, профілювання, картування). Всього виконано 65 геоботанічних описів на стандартних ділянках площею 100 м^2, закладено та описано 3 геоботанічні профілі, складено оригінальну карту рослинності. Номенклатура таксонів наводиться за реєстром С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука [17].

Результати та їх обговорення

За останнім фізико-географічним районуванням досліджена територія розташована у Маріупольсько-Новоазовському фізико-географічному районі Приазовської низовинної області, яка являє собою верхньопліоценову терасу з абсолютними висотами 30–40 м н. р. м. Уздовж узбережжя Азовського моря, до якого прилягає досліджена ділянка, виділяється приморський абразійно-яружно-зсувний тип місцевостей із короткими береговими балками [4]. Ґрунтотвірні породи – легкосуглинисті леси. Ґрунтовий покрив представлений на плакорі чорноземами звичайними малогумусними, а у балках поширені лучно-чорноземні ґрунти з різним ступенем засолення [11].

Згідно з геоботанічним районуванням [3] ця територія розташована у Нововасилівському геоботанічному районі Каховсько-Молочансько-Бердянського (Приазовського) геоботанічного округу кострицево-ковилових степів Причорноморської степової провінції. Саме тут проходить межа між смугами кострицево-ковилових і різнотравно-кострицево-ковилових степів.

Природна рослинність дослідженої ділянки належить до 6 типів. За площею переважають степові угруповання, які налічують 8 формацій і займають близько 80 % території. Меншу площу мають чагарникова (3 формації), лучна (2), водна (2), болотна (3) та солончакова рослинність (3). Незначну площу займають штучні лісонасадження, що перебувають у стані повільної деградації, та рудеральні угруповання, поширені навколо зруйнованих селитебних територій колишньої військової частини, а останні ще у місцях літніх загонів худоби та, фрагментарно, на ділянках активного абразійного кліфу. Внаслідок військових маневрів у 1950–1990 рр. із використанням артилерії та важкої бронетехніки, а також сучасного випасання худоби на окремих ділянках (частково – сінокосіння) на значній частині території утворився мозаїчний комплекс із фітоценозів різного ступеня порушеності: від деградованих у місцях улаштування військових капонірів та інших інженерно-військових споруд, а також літніх загонів, на шляхах прогону худоби, поблизу водопою у балках, до досить збережених, розташованих ближче до моря. Серед останніх необхідно відзначити переважання різних варіантів кострицево-ковилових угруповань.

Основні рослинні угруповання дослідженої території ілюструє екологічний профіль ділянки, проведений із заходу на схід (рис. 2).

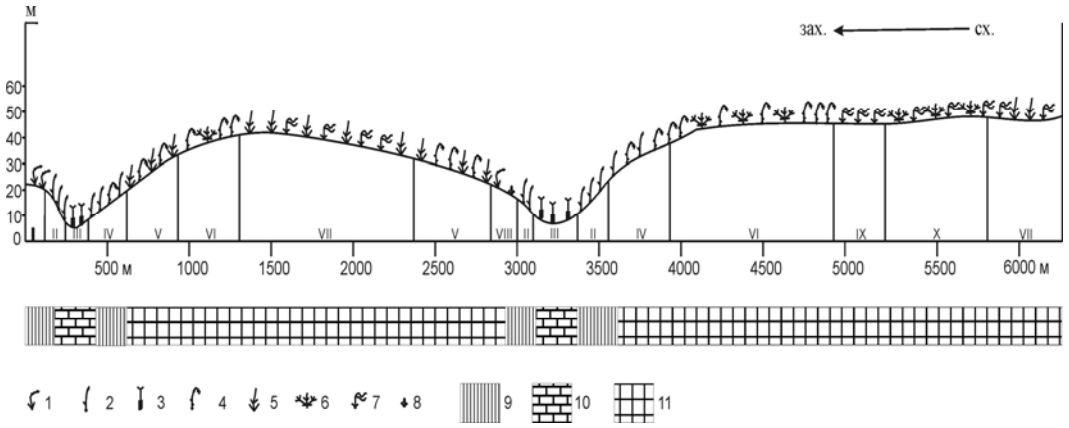


Рис. 2. Еколого-ценотичний профіль території Бердянського військового полігону:
I – асоціація Stipetum ucrainicae; II – асоціація Elytigietum repentis; III – асоціація Juncetum gerardii; IV – асоціація Elytigietum (repentis) poosum (angustifoliae); V – асоціація Festucetum (valesiacae) poosum (angustifoliae); VI – асоціація Meliloletum (officinali) poosum (angustifoliae); VII – асоціація Stipetum (capillatae) festucosum (valesiacae); VIII – асоціація Stipetum (ucrainicae) galatelliosum (villosae); IX – асоціація Stipetum (capillatae) purum; X – асоціація Meliloletum (officinali) stiposum (capillatae); види: 1 – *Stipa ucrainica*, 2 – *Elytrigia repens*, 3 – *Juncus gerardii*, 4 – *Poa angustifolia*, 5 – *Festuca valesiaca*, 6 – *Melilotus officinalis*, 7 – *Stipa capillata*, 8 – *Galatella villosa*; ґрунти: 9 – чорноземи південні малогумусні, 10 – лучно-чорноземні залишково-солонцюваті, 11 – чорноземи звичайні.

У фітоценотичному відношенні основу плакорного степу складають асоціації дернинних і кореневищних злаків, серед яких найбільшу площу займають угруповання з домінуванням *Festuca valesiaca* Gaudin, *Poa angustifolia* L., *Stipa capillata* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, рідше – *Stipa ucrainica* P. Smirn., фрагментарно – *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv. і *Bromopsis riparia* (Rehman) Holub.

Найвищі ділянки плакору представлені угрупованнями формації Festuceta valesiacae (Festucetum (valesiacae) stiposum (capillatae), Festucetum (valesiacae) galatelliosum (villosae), Festucetum (valesiacae) poosum (angustifoliae), Festucetum (valesiacae) poosum (bulbosae), Festucetum (valesiacae) elytrigiosum (repentis)). Загальне проективне покриття травостою, що диференційований на два під'яруси, становить 70–80 %. У першому розрідженому під'ярусі (80–100 см) зрідка трапляються кущі (*Rosa bordzilowskii* Chrshan., *R. maeotica* Dubovik), а також багаторічні трави (*Alcea rugosa* Alef., *Linaria genistifolia* (L.) Mill.). У другому (основному) під'ярусі (30–45 см) крім домінанти, частка якої становить 30–40 %, і співдомінантів, що утворюють різні фрагменти асоціацій (*Stipa capillata* (15–20 %), *Galatella villosa* (L.) Rchb. f. (20–30 %), *Elytrigia repens* (15–20 %), *Poa angustifolia* (15–20 %), *P. bulbosa* L. (15–20 %)), трапляються види посухостійкого різнотрав'я (*Medicago romanica* Prodan, *Lathyrus tuberosus* L., *Salvia tesquicola* Klokov & Pobed., *Euphorbia sequierana* Neck., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Oxytropis pillosa* (L.) DC., *Phlomis pungens* Willd.). Видова насиченість становить 35–37 видів на 100 м^2. Площа цих ценозів – 400–500 га. Степи Бердянського полігону – осередок поширення ценозів трьох формацій рідкісних рослинних угруповань із Зеленої книги України (Stipeta capillatae, Stipeta lessingianae, Stipeta ucrainicae) [5].

Формація Stipeta capillatae на дослідженій території представлена асоціаціями Stipetum (capillatae) poosum (angustifoliae), Stipetum (capillatae) festucosum (valesiacae),

Stipetum (capillatae) purum. Її угруповання приурочені до вирівняних ділянок плакору, іноді верхів балкових схилів і степових ділянок із незначним нахилом. Угруповання одноярусні з двома під'ярусами, де проективне покриття становить 75–95 %. Перший під'ярус, крім *Stipa capillata* (40–50 %), формують *Allium waldsteinii* G. Don f., *Verbascum blattaria* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (5–10 %). Другий під'ярус складений щільнодернинними (*Festuca valesiaca* (20–25 %), *Koeleria cristata* (L.) Pers.) і кореневищними злаками (*Elytrigia repens* (3–5 %), *Poa angustifolia* (15–25 %)), видами посухостійкого різнотрав'я (*Galatella villosa* (3–5 %), *Euphorbia sequierana* (1–2 %), *Linum austriacum* L. (3–5 %), *Medicago romanica* (3–5 %), *Vicia cracca* L. (1–3 %)). Видова насиченість становить 30–32 види на 100 м^2.

Угруповання формації Stipeta ucrainicae представлені асоціаціями Stipetum ucrainicae purum, Stipetum (ucrainicae) elytrigiosum (repentis), Stipetum (ucrainicae) galatelliosum (villosae). Вони належать до II категорії охорони «Зеленої книги». На дослідженій території вони поширені на плескатих мікропідняттях степових ділянок і верхніх частинах схилів балок. Травостій диференційований на два під'яруси, відзначається проективним покриттям 70–95 %. У першому під'ярусі (30–70 см), крім *Stipa ucrainica* P. Smirn. (25–40 %), *Elytrigia repens* (15–20 %) та *Galatella villosa* (15–20 %), відмічені *Carduus uncinatus* M. Bieb., *Phlomis tuberosa* L. У другому під'ярусі (20–30 см) ростуть *Artemisia austriaca* Jacq. (5–10 %), *Ajuga chia* Schreb., *Allyssum desertorum* Stapf, *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, *Erodium cicutarium* (L.) L.'Her., *Iris pumila* L., *Lamium amplexicaule* L., *Meniocus linifolius* (Stephan ex Willd.) DC., *Myosotis micrantha* Pall. ex Lehm., *Ornithogalum kochii* Parl., *Poa bulbosa* L., *Arenaria uralensis* Pall. ex Spreng тощо. Видова насиченість – 35–40 видів на 100 м^2.

До формації Stipeta lessingianae, представленої асоціаціями Stipetum (lessingianae) festucosum (valesiacae), Stipetum (lessingianae) agropyrosum (pectinatae), Stipetum (lessingianae) galatellosum (villosae), належать рідкісні степові угруповання, поширення яких на півдні України скорочується. У межах дослідженої території вони відмічені фрагментарно, приурочені до схилів балок, переважно південної експозиції. Це одноярусні угруповання з високим проективним покриттям (75–90 %) та трьома під'ярусами. Перший розріджений під'ярус (60–90 см) формують *Alcea rugosa*, *Centaurea adpressa* Ledeb. У другому (основному) під'ярусі (35–60 см) крім домінанти та співдомінантів трапляються *Koeleria cristata*, *Linum austriacum* L. (1–3 %), *Kochia prosrata* (L.) Schrad., *Phlomis pungens*, *Salvia tesquicola*. У третьому під'ярусі (20–30 см) звичайні *Alyssum desertorum* Stapf, *Veronica triphyllos* L. Видова насиченість – 35–38 видів на 100 м^2.

Угруповання формації Agropyreta pectinatae (Agropyretum (pectinatae) ephedrosum (distachyae) на дослідженій території мають стрічкоподібне поширення вздовж берегового уступу шириною 10–15 м. Ценози характеризуються високим проективним покриттям (70–80 %) та двоярусною структурою. Перший, основний ярус (50–60 см) утворюють *Agropyron pectinatum*, частка якого становить 30–40 %, рідше – *Stipa capillata* (5–15 %). Другий ярус формує співдомінанта – *Ephedra distachya* L. (15–20 %) та частина видів – асектаторів (*Allium inaequale* Janka, *Alyssum hirsutum* M. Bieb., *Artemisia austriaca* (5 %), *Gagea bulbifera* (Pall.) Salisb., *Kochia prostrata* (1 %)).

Олуговілі ділянки степу займають найбільшу площу дослідженої території (близько 1000 га) і репрезентують угруповання формації Poeta angustifoliae (Poetum (angustifoliae) festucosum valesiacae, P. (angustifoliae) caricosum (melanostachiae), P. (angustifoliae) bromopsidoum (ripariae), P. (angustifoliae) elytrigiosum (repentis)), притаманні переважно середнім і частково верхнім частинам схилів балок, подекуди ділянкам плакору. Травостій чітко диференційований на два під'яруси з проективним покриттям 80–90 %.

У першому (60–70 см), крім *Poa angustifolia* (30–40 %) та *Bromopsis riparia* (10–15 %), зростають *Euphorbia semivillosa* Prokh. (1–3 %), *Artemisia absinthium* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Daucus carota* L., *Senecio erucifolius* L., *Verbascum densiflorum* Bertol. У другому під'ярусі переважають співдомінанти: *Carex melanosthachia* M. Bieb. ex Willd. (15–25 %), *Festuca valesiaca* (15–20 %), *Elytrigia repens* (15–20 %). Із асектаторів наявні *Limonium plathyphullum* Lincz., *Securigera varia*, *Vinca herbacea* Waldst. & Kit.

Ділянки степу, на яких раніше проводили артилерійські стрільби, мають дещо порушений рельєф. На них сформувались угруповання з домінуванням *Melilotus officinalis* (L.) Pall. і співдомінуванням *Poa angustifolia* та *Stipa capillata*: Meliloletum (officinali) poosum (angustifoliae), Meliloletum (officinali) stiposum (capillatae). Травостій цих угруповань чітко двоярусний, а площа – близько 500 га. Перший ярус (80–100 см) формує *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (40–50 %). У другому ростуть співдомінанти – *Stipa capillata* (15–20 %), *Poa angustifolia* (20–25 %), деякі степові види (*Achillea stepposa* Klokov & Krytzka, *Koeleria cristata*, *Securigera varia*) та бур'яни (*Cirsium ukrainicum* Besser, *Consolida paniculata* (Host) Schur, *Eryngium campesrte* L., *Reseda lutea* L., *Salvia aethiopis* L.). Проективне покриття ценозів – 80–90 %. Поширення цих угруповань на значній частині дослідженої території вказує на її давню «перелоговість». У процесі розвитку рослинного покриву степової рослинності цієї території в останні 10–15 років можна виділити декілька напрямів, найважливішим з яких є демутаційні та пасквільні зміни.

Інформації про вихідний стан рослинності цієї ділянки дуже мало. Частина території, що розташована ближче до траси між с. Новопетрівка – Куликівське до середини XX ст. була розорана, прилеглі до моря степи шириною до 1 км використовували як сінокоси та пасовища. Після встановлення у 1949 р. спеціального режиму на території у 7 000 га орні землі поступово демутували у тонконогово-пирійні ценози. Припускаємо, що загальна схема змін на перелогових ділянках мала такий вигляд: стадія польових бур'янів (або збою) → стадія кореневищних злаків → стадія дернинних злаків. Цьому процесу перешкоджали інженерні заходи, створення інфраструктури полігону та щорічні військові маневри. Існування сучасних буркунових угруповань у степу та навколо танкових капонірів ми пов'язуємо з цими заходами, насамперед із військовими стрільбами, а також із використанням частини ділянки до створення полігону як ріллі. При встановленні заказного режиму у подальшому вони безперечно демутують на кострицево-ковилові ценози.

Загалом на території частина степових фітоценозів досягла стадії дернинних злаків ще у 1970–1980-х роках, коли основною на плакорі була асоціація Festucetum (valesiacae) varioherbosum, а на деяких ділянках у ці роки почався процес олуговіння степу. Цей процес продовжується і нині. Він у загальних рисах подібний до резерватних змін рослинності у філії Українського природного степового заповідника «Хомутовський степ» [13]. Нагромадження шару мертвого опаду зумовило проходження змін у такому напрямку: Festucetum (valesiacae) varioherbosum → Festucetum (valesiacae) stiposum (capillatae) → Festucetum (valesiacae) poosum (angustifoliae) → Festucetum (valesiacae) elytrigiosum (repentis) → Poetum (angustifoliae) elytrigiosum (repentis) → Caraganetum (frutisis) poosum (angustifoliae). Із 2002 р. на полігоні військові маневри припинено на майже половині площі, а в напрямку с. Новопетрівка розорано ділянки під сільськогосподарські культури (зернові та олійні). Сучасна площа ділянок олуговілого степу становить не менше 1 200 га (близько 50 % території).

Як пасовища великої рогатої худоби окремі ділянки степу дослідженої території використовують протягом останніх 5–7 років. Інтенсивність пасовищного навантажен-

ня у 2008–2010 рр. значно зросла. Нині під впливом випасу перебуває близько 25 % території. Якщо у 2003–2005 рр. кількість тварин становила 80–100 голів на 800–1 000 га, то в останні роки вона збільшилась до 300–350 голів. Це призвело до збіднення флористичного складу степових фітоценозів, частково – втрати барвистості степу, значного забур'янення окремих ділянок, де домінантної ролі досягли *Conium maculatum* L., *Onopordum acanthium* L., *Polygonum aviculare* L. З інших бур'янових видів значного поширення тут набули *Atriplex tatarica* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Hyoscyamus niger* L., *Gringelia squarrosa* (Pursh) Dunal та ін. Прогнозуємо, що при такому використанні території окремі степові ділянки представлятимуть деградовані бульбистотонконогові або болиголовові збої.

Загальна схема пасовищної дигресії окремих ділянок степу має такий вигляд: слабкий випас (угруповання дернинних злаків (із домінуванням видів родів *Festuca* L. та *Stipa* L. (до 20 % території)) → помірний випас (кострицева або тонконогова стадія (75 %)) → значний випас (стадія бур'янів або вигону (до 5 %)). Остання – найчіткіше проявляється навколо загонів для худоби.

Лучна рослинність формується у пониженнях, тальвегах балок і представлена формаціями Elytrigieta repentis та Festuceta regelianae. Пирійні угруповання, представлені асоціацією Elytrigietum (repentis) poosum (angustifoliae), подібно до інших лучних, поширені фрагментарно. Притаманні ці ценози перехідним смугам між степами та солончаками у балках. Місцями формують досить щільний двоярусний травостій із проективним покриттям 80–90 %. У першому розрідженому ярусі (80–100 см) трапляються *Artemisia absinthium* (1%), *Cichorium intybus* L. (1–2%), *Daucus carota* L. (1–3 %), *Rumex confertus* Willd., *Silaum silaus* (L.) Schinz & Thell. (1–3 %). У другому (основному) ярусі (40–50 см) крім домінанти (30–40 %) та співдомінанти (10–20 %) звичайно відмічені *Artemisia santonica* L. (1–3 %), *Cardaria draba* (L.) Desv. (5–10 %), *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (1%), *Vicia pannonica* Crantz. У місцях випасання збільшується частка бур'янів (зокрема з'являються *Grindelia squarrosa*, *Xanthium spinosum* L.) та видів засолених місцезростань (у зв'язку з ущільненням ґрунту). Проективне покриття зменшується до 40–50 %.

Формація Festuceta regelianae (Festucetum (regelianae) silaosum (silai)) займає більш засолені вирівняні місця середніх частин балок. Травостій двоярусний із покриттям 70–80 %. У першому ярусі (60–80 см), крім домінанти *F. regeliana* Pavl., частка якої становить 40–50 %, трапляються ще співдомінанта *Silaum silaus* (15–20 %) та деякі галофільно-лучні види (*Daucus carota* (1–3 %), *Dipsacus laciniatus* L., *Elytrigia elongata* (Host) Nevski (3–5 %), *Lavatera thuringiaca* L. (1–2 %)). У другому ярусі (30–40 см) звичайні *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl. (3–5 %), *Elytrigia repens* (5–7 %), *Plantago cornuti* Gouan (3–5 %), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. (1–3 %), *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz.

Солончакова рослинність на дослідженій території має незначне поширення. Вона переважно представлена угрупованнями Junceta gerardii (Juncetum (gerardii) aeluroposum (littoralis), Juncetum (gerardii) tripoliosum (pannonicae)), які формуються на вологих засолених ґрунтах. Рідше відмічені угруповання Tripolieta pannonicae (Tripoliutum pannonicae purum) та Plantagineta corniti (Plantaginetum (cornuti) juncosum gerardii). Проективне покриття цих угруповань – 50–70 %. Крім домінантів типові *Artemisia santonica*, *Cardaria draba*, *Triglochin maritimum* L., *Salicornia prostrata* Pall., *Sueda salsa* (L.) Pall. Луки та солончакові угруповання внаслідок випасання засмічуються видами адвентивного походження (*Ambrosia artemisiifolia* L., *Grindelia squarrosa*, *Conyza canagensis*, *Centaurea diffusa*, *Xanhium albinum*).

Болотну рослинність репрезентують угруповання Phragmiteta australis, Bolboschoeneta maritimi, рідше Shoenoplecticideta tabernaemontani. Вони переважно монодомінантні, формуються навколо тимчасових водотоків, мають низьке видове різноманіття (5–10 видів на 100 м^2), але відіграють значну роль у водному балансі екосистем. Проективне покриття цих угруповань – 60–90 %. З асектаторів болотних угруповань слід назвати *Agrostis stolonifera* L. (5 %), *Calystegia sepia* (1–2 %), *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv. (1 %), *Epilobium hirsutum* L., *Lythrum virgatum* L. (1–3 %), *Sium sisaroideum* DC., *Typha angustifolia* L.(1–2 %), *T. laxmannii* Lepech.

Чагарникова рослинність формується на схилах і днищах балок. На верхніх частинах домінантами виступають *Caragana frutex* (L.) K. Koch і рідше *Amygdalus nana* L. На нижніх частинах і у тальвегу наявні угруповання Prunetum (stepposae) crataegosum (fallacinae). Подібні угруповання трапляються уздовж усього північного узбережжя Азовського моря. Вони детально досліджені на Нижньому Дону [6]. Основу чагарникових фітоценозів верхів балок складають асоціації із співдомінуванням злаків (Caraganetum (frutisis) festucosum (valesiacae), Caraganetum (frutisis) poosum (angustifoliae), Amygdaletum (nanae) festucosum (valesiacae)), що репрезентують корінну рослинність регіону. Проективне покриття травостою цих асоціацій складає 60–70 %, а висота травостою – 40–50 см. Окрім домінантів (*Caragana frutex* (L.) K. Koch (15–25 %), *Amygdalus nana* L. (10–15 %), *Festuca valesiaca* (15–20 %), *Poa angustifolia* (10–15 %)) тут ростуть поодинокі представники роду *Rosa* L. Трав'яний покрив утворюють *Stipa lessingiana* (5 %), *Thymus dimorphus* Klokov & Des.-Shost. (5 %), *Dianthus pallidiflorus* Ser., *Plantago stepposa* Kuprian., *Potentilla obscura* Willd., *Tragopogon major* Jacq. Видова насиченість становить 35–40 видів на 100 м^2.

Фітоценози, в яких домінантами виступають *Crataegus fallacina* Klokov (15–20 %) та *Prunus stepposa* Kotov (40–50 %), формуються у тальвегах балок, де часто виклинюються ґрунтові води, утворюючи тимчасові водотоки. Угруповання чітко двоярусні з проективним покриттям 70–90 %. З інших видів чагарників нерідко трапляються *Sambucus nigra* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Swida alba* (L.) Opiz, *Rubus caesius* L. Досить часто чагарники обплетені *Humulus lupulis* L. Серед цих ценозів трапляються поодинокі екземпляри видів заплавних і байрачних лісів (*Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Ulmus minor* Mill.) та адвентивних із високою інвазійною спроможністю у регіоні (*Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Elaeagnus angustifolia* L.). Трав'яний ярус цих угруповань формують *Galium aparine* L. (10–15 %) та *Elytrigia repens* (5–10 %). Асектаторами виступають *Aristolochia clematitis* L., *Asparagus verticillatus* L. (1–2 %), *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (1–3 %), *Chelidonium majus* L. (3–5 %), *Ficaria stepporum* P. Smirn. (3–5 %), *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (1–3 %). Загальна площа чагарникових угруповань – близько 10 га. Саме в цих угрупованнях відмічено значні популяції субсередземноморського лісового виду *Arum elongatum* Steven (пониззя балки Покісна). Цей диз'юнктивний вид в Україні знаходиться на північно-східній межі ареалу, а основні його місцезнаходження на Лівобережжі відмічені на Донецькому кряжі [9]. Наші знахідки дозволяють розширити ареал на захід у Північне Приазов'я.

Водна рослинність репрезентована двома формаціями: Ceratophylleta demersi, угруповання якої трапляються фрагментарно, зокрема відмічені у штучному ставку нижньої частини балки Покісна, та Phragmiteta australis, що трапляються навколо постійних водотоків і займають близько 3–5 % території. Угруповання Ceratophylleta demersi має покриття 30–40 %, з яких на домінанту припадає 20–30 %. З асектаторів відмічені *Lemna minor* L. (1–3 %), *Potamogeton perfoliatus* L. (3–5 %), *Zannichellia palustris* L. (1–2 %). Фітоценози формації Phragmiteta australis притаманні обводненим по-

ниженням передгирлових і гирлових ділянок балок. Як правило, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. формує суцільні монодомінантні зарості висотою до 3–5 м із проективним покриттям 90–100 %.

Висновки

Аборигенна флора території Бердянського полігону налічує 300 видів судинних рослин із 146 родів, 51 родини та 2 відділів, що становить 19,7 % загальної чисельності флори Запорізької обл. [12]. На цій ділянці зареєстровано 23 раритетні види судинних рослин. Із Світового червоного списку тут росте *Dianthus lanceolatus* Steven ex Rchb. З Європейського червоного списку тут зрідка трапляються *Otites dolichocarpus* Klokov, *Dianthus lanceolatus*. Із Червоної книги України тут ростуть три види ковили (*Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. ucrainica*), а також *Tulipa ophiophylla* Klokov & Zoz. Із регіонально рідкісних, що охороняються на території Запорізької обл., для цієї ділянки відмічені 17 видів: *Allium inaequale*, *Amygdalus nana*, *Astragalus pubiflorus* DC., *A. ucrainicus* M. Pop. & Klokov, *Bellevalia sarmatica*, *Ephedra distachya*, *Iris pumila*, *Ornithogalum kochii* та ін. [14].

Фітосозологічна цінність обстеженої території полягає в тому, що вона розташована в межах Азово-Чорноморського екологічного коридору і по суті є одним із його найбільших біоцентрів (або природних ядер) [7; 15; 18].

Досвід раціонального управління територіями колишніх військових полігонів існує в Одеській області, де розпочато процес створення Тарутинського РЛП [2]. Для території Бердянського полігону в 1996 р. підготовлене обгрунтування створення регіонального ландшафтного парку, але пропозиції мелітопольських учених не знайшли підтримки у колишніх землевласників. Сучасна ситуація щодо створення регіонального парку ускладнилась у зв'язку з розпаюванням цієї території.

Зважаючи на те, що на ділянці Бердянського полігону відмічені рослини з Червоної книги України, Європейського та Світового червоних списків, а також є рідкісні ковилові та мигдалеві угруповання, занесені до Зеленої книги України, пропонуємо на частині території створити ботанічний заказник загальнодержавного значення «Бердянський степ». Для створення заказника нами підготовлено та передано до Бердянської райдержадміністрації та Міністерства охорони навколишнього природного середовища відповідні пропозиції.

Бібліографічні посилання

1. **Вакаренко Л. П.** Рослинні раритети середньої течії р. Берди / Л. П. Вакаренко, Я. І. Мовчан, О. Є. Турута // Укр. ботан. журн. – 1996. – Т. 53, № 5. – С. 598–603.
2. **Вакаренко Л.** Перспективы создания степных региональных парков в Одесской обл. // Степной бюллетень. – 2009. – № 26. – С. 15–18.
3. **Геоботанічне** районування Української РСР / Відпов. ред. А. І. Барбарич. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.
4. **Географічна** енциклопедія України. – К. : Укр. енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1990. – Т. 2. – 480 с.
5. **Зелена** книга України / За ред. Я. П. Дідуха. – К. : Альтерпрес, 2009. – 448 с.
6. **Зозулин Г. М.** Леса Нижнего Дона. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского ун-та, 1992. – 200 с.
7. **Коломійчук В. П.** Ключові ботанічні території Північного Приазов'я // Заповідна справа в Україні. – 2008. – Т. 14, вип. 1. – С. 61–66.
8. **Кондратюк Е. Н.** Конспект флоры юго-востока Украины. Сосудистые растения / Е. Н. Кондратюк, Р. И. Бурда, В. М. Остапко. – К. : Наукова думка, 1985. – 272 с.

9. **Кондратюк Е. Н.** Редкие, эндемичные и реликтовые растения юго-востока Украины в природе и культуре / Е. Н. Кондратюк, В. М. Остапко. – К. : Наукова думка, 1990. – 152 с.
10. **Краснова А. Н.** Очерк флоры Северного Приазовья: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – 03.00.05. Ботаника. – К., 1974. – 28 с.
11. **Національний** атлас України / Гол. ред. Л. Г. Руденко. – К. : Картографія, 2007. – 440 с.
12. **Тарасов В. В.** Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2005. – 276 с.
13. **Український** природний степовий заповідник. Рослинний світ / В. С. Ткаченко, Я. П. Дідух, А. П. Генов та ін. – К. : Фітосоціоцентр, 1998. – 280 с.
14. **Шелегеда В. І.** Рідкісні та зникаючі рослини Запорізької області / В. І. Шелегеда, О. Р. Шелегеда. – Запоріжжя : Тандем Арт Студія, 2008. – 96 с.
15. **Directory** of Azov-Black Sea Coastal Wetlands: Revised and Updated / Ed. by G. B. Marushevsky. – Kyiv : Wetlands International, 2003. – 235 pp.
16. **Golub V. B.** Halophitic, Desert and Semi-desert Plant Communities on the Territoty of the Former USSR. – Togliatti, 1995. – 34 p.
17. **Mosyakin S. L.** Vascular plants of Ukraine: A Nomenclatural Checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – XXIV+346 p.
18. **The Diversity** of European Vegetation. An Overview of Phytosociological Alliances and Their Relationships to EUNIS Habitats / J. S. Rodwell, J. H. J. Schaminee, L. Mucina et al. – Wageningen, 2002. – 168 p.

Надійшла до редколегії 10.07.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 71–75.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 71–75.

УДК 574.4:504.054

Т. М. Коновалова

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ТРЕХМЕРНАЯ СТРУКТУРА ПОЧВЫ В ОБЛАСТИ ПОРОЯ СЛЕПЫША (*SPALAX MICROPHTHALMUS*)

Педотурбационная активность почвенных млекопитающих приводит к формированию сложно организованной пространственной структуры почвы, в которой сочетаются механически устойчивые конструкции с промежутками, занятыми менее плотной почвенной массой. Такая организация почвенного тела обладает выгодным сочетанием свойств твердой и менее твердой почвенных масс. Важной особенностью такой организации является длительный положительный эффект от педотурбационной активности млекопитающих для других компонентов экосистемы (почвенных беспозвоночных, микроорганизмов и растений).

Т. М. Коновалова

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ТРИВИМІРНА СТРУКТУРА ҐРУНТУ В ОБЛАСТІ ПОРИЮ СЛІПАКА (*SPALAX MICROPHTHALMUS*)

Педотурбаційна активність ґрунтових ссавців зумовлює формування складно організованої просторової структури ґрунту, в якій сполучаються механічно стійкі конструкції, проміжки між якими зайняті менш щільною ґрунтовою масою. Така організація ґрунтового тіла має вигідне сполучення властивостей твердої та менш твердої ґрунтових мас. Важлива особливість такої організації – тривалий позитивний ефект від педотурбаційної активності ссавців для інших компонентів екосистеми (ґрунтових безхребетних, мікроорганізмів і рослин).

T. M. Konovalova

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

3D SOIL STRUCTURE WITHIN THE MOUND OF MOLE RATS (*SPALAX MICROPHTHALMUS*)

The pedoturbation activity of the soil-dwelling mammals results in the complicated spatial soil structure with combined mechanically stable dense soil and the soil mass of low density. Such organization of the soil body has useful combination of the soil properties. The prolonged effect of the mammals' pedoturbation activity is positive for different constituents of an ecosystem: soil animals, microorganisms and plants.

Введение

Почва является трехмерным телом, свойства которого могут изменяться в пределах пространственных и временных масштабов в любом направлении [6]. Тем не менее, почвы обычно исследуются только в горизонтальном направлении, и если целью исследования является *3D* характеристика пространственной изменчивости, то она описывается как совокупность горизонтальных слоев для различных глубин. Показана эффективность применения ГИС-технологий для изучения влияния почвороев на элек-

© Т. М. Коновалова, 2011

тропроводность почв [5]. Главный недостаток послойного *2D* представления состоит в том, что может появляться несоответствие между этими слоями, когда они размещаются один над другим [6]. Разработана методика трехмерной морфометрии почвы, которая состоит в фиксации поверхности почвы и границ горизонтов (педоморфологические поверхности) на последовательных вертикальных срезах, что позволяет фиксировать форму морфологических границ почвенных слоев [2]. Необходимо отметить, что эта методика, предназначенная для изучения свойств почвы в контексте водного режима, является очень трудоемкой и возможности ее применения для полевых исследований ограничены. Для реконструкции трехмерной структуры почвы на различных масштабных уровнях используется рентгеновская томография [7]. Однако существенная дороговизна является ограничением для применения методики.

Важным результатом педотурбационной активности слепышей является изменение физических свойств почвы [1]. Твердость почвы может быть надежным индикатором роющей активности слепышей. Цель данной работы – оценить возможность визуализации трехмерной структуры почвы в области педотурбационной активности слепышей по данным зондирования твердости почвы.

Материал и методы исследований

Для исследования выбран свежий порой в нижней трети склона северной экспозиции балки вблизи с. Любимовка (Днепропетровская область, 48°21’25.5" с. ш., 35°12’00.05" в. д.). Диаметр пороя – 70–80 см. Измерения проводили 25 сентября 2010 года. В области пороя заложен квадратный полигон со стороной 1,2 м. Измерения проводили в ячейках с шагом 0,1 м. Таким образом, полигон представлен 13 трансектами по 13 ячеек в каждой. Всего заложено 169 ячеек. Ячейка № 7 по осям абсцисс и ординат совпадает с центральной частью пороя. Измерения твердости проводили с помощью ручного пенетрометра Eijkelkamp на глубину 0,5 м от поверхности почвы с шагом 0,05 м. Таким образом, в каждой ячейке сделано 10 измерений твердости почвы. Средняя погрешность результатов измерений прибора составляет 8 %. Измерения проводили конусом, размер поперечного сечения которого равен 1 $см^2$. Твердость почвы в самом порое, которая находилась над горизонтальным уровнем почвенного покрова, не измерялась. Всего проделано 1 690 измерений твердости почвы, трехмерные координаты которых известны. Таким образом, объемная область почвы, в пределах которой произведены измерения твердости, имеет форму параллелепипеда размером 1,2 × 1,2 × 0,5 м.

Для проведения *3D* геостатистического анализа использовали программу S-GeMS (http://sgems.sourceforge.net/). *3D* вариограмма имеет наибольший диапазон (0,7 м), направленный вертикально, и два равных горизонтальных диапазона (по 0,4 м).

Результаты и их обсуждение

Статистические характеристики твердости почвы в области пороя слепыша представлены в таблице. В случае нормального распределения случайной величины лучшей оценкой математического ожидания является среднее арифметическое значение. При отклонении случайной величины от нормального закона медиана дает лучшую оценку математического ожидания. Как свидетельствуют полученные данные, нормальным законом может быть описано распределение твердости почвы в горизонтах 0–5 и 5–10 см. Более глубокие почвенные горизонты имеют твердость, распределение которой не может быть описано нормальным законом. Поэтому в таблице приведены данные как по средним значениям, так и по медиане.

Основной тенденцией изменения твердости почвы в области пороя является ее увеличение с глубиной. Твердость в верхних почвенных горизонтах находится на уровне 3,58 (горизонт 0–5 см) и 5,06 МПа (горизонт 5–10 см).

Таблица

Описательные статистики твердости почвы в области пороя

Горизонт, см	Среднее	Медиана	Ст. откл.	Асимметрия	Эксцесс	*CV*	*d*
0–5	3,58	3,60	1,55	0,12	–0,37	43,41	0,06*
5–10	5,06	5,20	2,29	–0,26	–0,85	45,28	0,07*
10–15	6,32	6,80	2,56	–0,44	–0,92	40,57	0,10
15–20	6,72	7,18	2,71	–0,38	–1,09	40,31	0,11
20–25	6,54	6,57	2,75	–0,17	–1,26	42,13	0,13
25–30	6,27	6,00	2,93	–0,07	–1,31	46,70	0,14
30–35	6,31	6,00	2,79	0,12	–1,33	44,27	0,20
35–40	6,41	6,00	2,81	0,08	–1,43	43,84	0,20
40–45	6,65	6,40	2,73	–0,02	–1,41	41,13	0,19
45–50	7,08	6,90	2,58	–0,23	–1,24	36,40	0,21

Примечания: *d* – статистика Колмогорова – Смирнова – соответствие распределения нормальному закону; * – $p < 0{,}05$.

Нормальный характер распределения величин позволяет применить для их сравнения *t*-критерий Стьюдента, в соответствии с которым твердость двух горизонтов статистически различна ($p < 0{,}001$). Наиболее характерные распределения значений твердости представлены на рисунке 1.

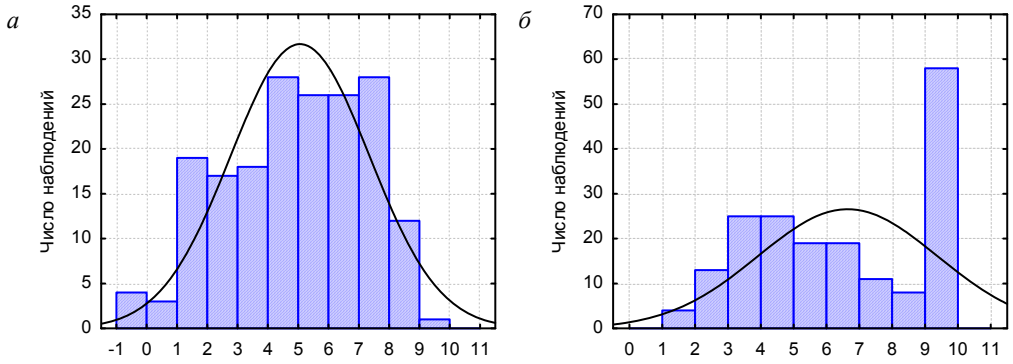


Рис. 1. Распределение показателей твердости почвы в области пороя:
а – на глубине 5–10 см, *б* – 40–45 см; по оси абсцисс – показатели твердости (МПа); линией показано гипотетическое нормальное распределение

Сравнение между собой показателей твердости для других горизонтов проведено с помощью непараметрического теста Вилкоксона. Установлены достоверные различия между горизонтами 5–10 и 10–15 см ($Z = 9{,}82$; $p < 0{,}001$), 10–15 и 15–20 см ($Z = 3{,}87$; $p < 0{,}001$). Необходимо отметить существование локального максимума на глубине 15–20 и 20–25 см, вследствие чего различия по твердости между этими горизонтами не достоверны ($Z = 1{,}20$; $p > 0{,}05$). Различия между соседними горизонтами 20–25 и 25–30 см не достоверны ($Z = 1{,}85$; $p > 0{,}05$). Локальный максимум на глубине 15–20 см достоверно превышает твердость на глубине 25–30 см ($Z = 2{,}04$; $p < 0{,}05$). В диапазоне от 25 до 45 см наблюдается локальный минимум твердости почвы.

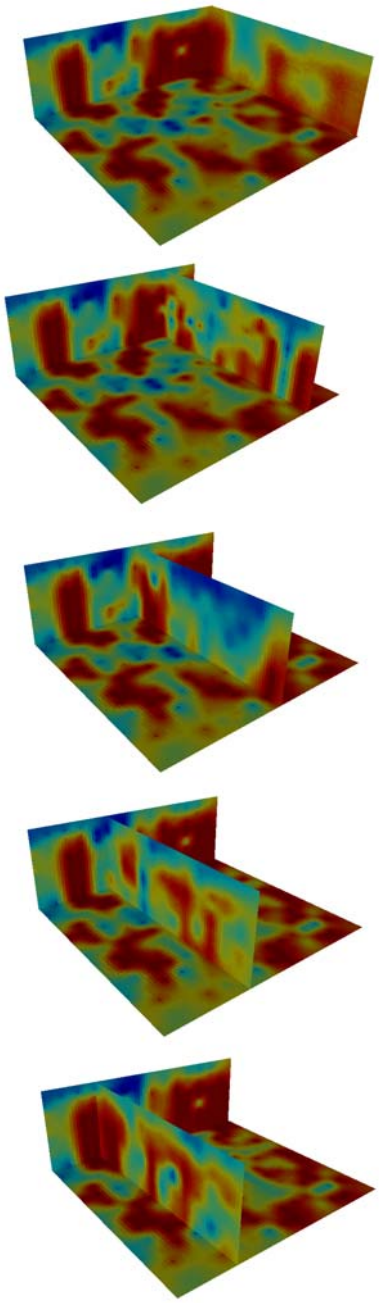


Рис. 2. *3D*-карта изменения твердости почвы в районе отдельного пороя слепыша: размеры параллелепипеда – 120 × 120 × 50 см; центроид пороя совпадает с центроидом модельного параллелепипеда

Попарное сравнение твердостей горизонтов в указанном диапазоне не выявляет достоверных различий между ними. Это свидетельствует о том, что при существенном градиенте глубины почвы не наблюдается значительных изменений твердости и по этому показателю почва является однородной. В наиболее глубоком из исследованных горизонтов (45–50 см) твердость почвы закономерно достигает максимального значения (7,08 МПа).

Представленные данные позволяют понять причину отклонения от нормального закона распределения значений твердости на глубине, которая превышает 10 см. По существу, значения твердости представляют собой смесь распределений. Для одного из распределений характерны модальные значения вблизи 10 МПа, то есть очень твердые почвы. Для другого распределения – модальное значение в диапазоне 3–4 МПа. Наиболее вероятно, что твердая почва составляет структурный остов, в пределах которого формируется пространство с почвенной массой значительно меньшей твердости, которая возникла как результат педотурбационной активности слепышей.

Локальный гомогенный минимум твердости в диапазоне 25–45 см вероятно имеет зоогенное происхождение. Статистические свойства могут обосновать достоверность существования визуальных свойств изучаемого явления (рис. 2). Трехмерная карта показывает упорядоченную организацию твердой и мягкой почвенной массы в области пороя. Твердая почва формирует ажурный остов, который обеспечивает механическую устойчивость распределения более мягкой почвенной массы.

Необходимо учитывать, что, помимо структурных характеристик, различия в твердости почвы имеют и функциональный аспект. Связь между твердостью почвы и другими важными ее характеристиками может быть описана рядом уравнений [4], но главная закономерность такова: твердость тем выше, чем меньше влажность и больше плотность сложения. Очевидно, что педотурбационная активность слепышей приводит к рыхлению почвы, в результате чего уменьшается твердость почвы и ее плотность сложения.

От плотности сложения зависит водный режим почвы [3]. Рыхлая почва лучше воспринимает влагу, но также быстро ее отдает, как и плотная. Впитывание влаги в рыхлую почву сопровождается

ее уплотнением и быстрым наступлением равновесного состояния. В рыхлой почве обычно больше глубина промачивания, а в плотной – меньше, но высока вероятность возникновения поверхностного и горизонтального внутрипочвенного стока.

Выводы

Педотурбационная активность почвенных млекопитающих приводит к формированию в почве сложно организованной пространственной структуры ажурного типа, в которой сочетаются механически устойчивые конструкции твердой почвы, промежутки между которыми заняты менее плотной почвенной массой. Такая организация почвенного тела приводит к выгодному сочетанию свойств твердой и менее твердой почвенных масс. Важной особенностью ажурной организации является длительный положительный эффект от педотурбационной активности млекопитающих для других компонентов экосистемы – почвенных беспозвоночных, микроорганизмов и растений.

Библиографические ссылки

1. **Булахов В. Л.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (Mammalia) / В. Л. Булахов, О. Є. Пахомов. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2006. – 356 с.
2. **Захарченко А. В.** Метод трехмерной морфометрии почв // Вестник Томского гос. ун-та. – 2004. – № 30. – С. 50–57.
3. **Медведев В. В.** Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова. – Харьков, 2004. – 244 с.
4. **Медведев В. В.** Твердость почвы. – Харьков : Городская типография, 2009. – 152 с.
5. **Пахомов А. Е.** ГИС-подход для оценки изменчивости электропроводнсти почвы под влиянием педотурбационной активности слепыша (*Spalax microphthalmus*) / А. Е. Пахомов, Т. М. Коновалова, А. В. Жуков // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, т. 1. – С. 58–66.
6. ***3D* spatial variation** of the soil impedance as affected by soil tillage / A. Castrignano, D. De Giorgio, F. Fornaro, A.V. Vonella // Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions – 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, 2004. – Paper N 744. – P. 1–5.
7. **Assessment** of soil structural differentiation around earthworm burrows by means of *X*-ray computed tomography and scanning electron microscopy / S. Schrader, H. Rogasik, I. Onasch, D. Jegou // Geoderma. – 2007. – Vol. 137. – P. 378–387.
8. **Ecological-niche** factor analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data? / A. H. Hirzel, J. Hausser, D. Chessel, N. Perrin // Ecology. – 2002. – Vol. 83. – P. 2027–2036.
9. **Jones C. G.** Organisms as ecosystem engineers / C. G. Jones, J. H. Lawton, M. Shachak // Oikos. – 1994. – Vol. 69. – P. 373–386.

Надійшла до редколегії 01.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 76–85.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 76–85.

УДК 597.08:282.477.63

В. М. Кочет, О. О. Христов, Ю. А. Марченкова, Д. Л. Бондарєв

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ОГЛЯД ФОРМУВАННЯ ІХТІОКОМПЛЕКСУ р. ОРІЛЬ

Простежено динаміку стану іхтіофауни р. Оріль в умовах посилення трансформаційних процесів, пов'язаних із масштабним гідробудівництвом і формуванням стоку. Установлено сучасні базові показники іхтіокомплексу ріки. Виявлено зміни видового складу та числових показників угруповань риб за весь період іхтіологічних досліджень (1948–2010 рр.). Визначено основні напрями змін складу іхтіофауни та наслідки введення природоохоронного статусу на акваторії ріки. Запропоновано заходи з підвищення усталеності іхтіоценозу р. Оріль – унікального природного об'єкта степового Придніпров'я.

В. Н. Кочет, О. А. Христов, Ю. А. Марченкова, Д. Л. Бондарев

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОКОМПЛЕКСА р. ОРЕЛЬ

Прослежена динамика состояния ихтиофауны р. Орель в условиях усиления трансформационных процессов, связанных с масштабным гидростроительством и формированием стока. Установлены современные базовые показатели ихтиокомплекса реки. Выявлены изменения видового состава и численных показателей сообществ рыб за весь период ихтиологических исследований (1948–2010 гг.). Установлены основные направления изменения состава ихтиофауны и последствия введения природоохранного статуса на акватории реки. Предложены мероприятия по повышению устойчивости ихтиоценоза р. Орель – уникального природного объекта степного Приднепровья.

V. N. Kochet, O. A. Khristov, J. A. Marchenkova, D. L. Bondarev

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

RETROSPECTIVE REVIEW OF THE ICHTHYOCOMPLEX FORMATION IN THE OREL RIVER

Dynamics of the ichthyofauna in the Orel River under the intensification of transformational processes connected with the large-scaled hydro construction and reformation of the river's flow. Modern basic indices of the river's ichthyocomplex are ascertained. Changes in species composition and numbers of fish communities are disclosed for the total period of ichthyologic investigations (1948–2010). Main directions of the ichthyofauna changes and consequences of the introduction of nature protection status of the water area are ascertained. Measures on increasing the ichthyofauna sustainability of the Orel River, as a unique nature object of the central Dnieper region, are proposed.

Вступ

Серед найуразливіших складових екосистеми степового Придніпров'я особливе місце посідають малі річки. Як первинні ланки ці водотоки формують загальну

© В. М. Кочет, О. О. Христов, Ю. А. Марченкова, Д. Л. Бондарєв, 2011

гідрографічну мережу і, відповідно, рівень біорізноманіття флори та фауни, у тому числі – суміжних територій. Загальноекологічний стан річок вирішально впливає на усталеність усіх біотичних компонентів природних екосистем регіону.

У недалекому минулому (перша половина XX століття) в межах Дніпропетровської області реєструвалося понад 700 малих і середніх річок. Малою річкою вважається будь-який водотік, незалежно від стану безперервного водного наповнення, довжиною понад 6 км. Середні річки мають дожину понад 100 км. У даний час у довідкових матеріалах згадуються тільки 146 річок [1]. Низка абіотичних і біотичних факторів призвела до деградації більшості малих річок і напруженого існування середніх річок Дніпропетровської області у наш час. Серед цих факторів найпотужніші такі: а) глобальне забруднення відходами промислового, комунально-побутового та сільськогосподарського виробництва; б) суттєва зміна гідрологічного режиму, створення та функціонування у заплаві каналу Дніпро – Донбас; в) інтенсивна трансформація та освоєння прибережної зони (у тому числі прибережної захисної смуги) під рекреаційну та приватну забудову в останні два десятиліття; г) недотримання прибережної захисної смуги та водоохоронної зони на значних ділянках русла.

Природно, що вища ланка гідробіоценозів річок (риби) випробовує на собі весь комплекс указаних негативних чинників. Значні ділянки річок втратили функціональне значення як резервати цінних в екологічному та промисловому відношенні представників іхтіофауни, погіршилися умови існування аборигенних видів риб практично на всіх стадіях життєвого циклу. Тому встановлення закономірностей формування іхтіофауни указаних річок, які донині зберегли більшість первинних ознак типових степових водотоків, є вкрай актуальним. Актуальність проведення досліджень стану іхтіокомплексів полягає у тому, що визначення вказаних закономірностей дає змогу у подальшому розробити комплекс заходів зі збереження унікальних ландшафтів регіону в цілому.

Найунікальніша річка в межах степового Придніпров'я – Оріль. У силу відносної віддаленості від промислових підприємств і незначного (порівняно з іншими річками) господарського освоєння ця річка є найменш забрудненою і трансформованою серед водотоків Дніпропетровської області. Разом із тим, на початку 1960 років гирлова частина р. Оріль зазнала суттєвої трансформації, її нижня течія була штучно відведена по руслу р. Протовч у Дніпровське водосховище у зв'язку з будівництвом греблі Дніпродзержинської ГЕС і створенням Дніпродзержинського водосховища. Будівництво каналу Дніпро – Донбас у 1970-ті роки у заплаві р. Оріль також мало значний вплив на біотичні компоненти річки (у тому числі на іхтіофауну).

Дослідження іхтіофауни р. Оріль дає змогу визначити реакції риб на гідротехнічну трансформацію русла на фоні незначного впливу інших антропогенних чинників.

У контексті вищенаведеного об'єктом дослідження обрано іхтіокомплекс р. Оріль (Дніпропетровська область), динаміку його розвитку з моменту перших детальних досліджень [1–4; 19] по теперішній час.

Матеріал і методи досліджень

Матеріал, покладений в основу аналізу сучасного стану іхтіофауни р. Оріль, зібраний протягом 1979–2010 рр. на акваторіях нижньої та середньої ділянок ріки у складі комплексної експедиції НДІ біології. Відбір іхтіологічних проб проводили за стандартними методиками іхтіологічних досліджень, які використовуються при вивченні кількісного та якісного складу угруповань риб [13; 14]. У процесі аналізу проб, визначення видового складу та віку риб використовували посібник Н. І. Чугунно-

вої [20], визначник О. П. Маркевича [12]. Для ретроспективного аналізу використано багаторічні матеріали банку даних НДІ біології ДНУ [1–11; 19].

Відбір проб риб проводили у різних біотопах берегових зон. Облови проводили дрібновічковою мальковою волокушею довжиною 15 м, висотою 2 м, розмір вічка в крилах 7,5 мм, у кулі – 3 мм. Глибина відбору – до 1,7 м. Разовий відбір проби відповідав площі 50–100 м^2. За період досліджень відібрано понад 300 комплексних іхтіологічних проб. Іхтіофауна пелагічних, більш глибоководних акваторій досліджувалася із застосуванням стандартного набору ставних знарядь лову: сітками з кроком вічка від 32 мм до 100 мм, довжиною 35 м кожна у кількості 12 знарядь на добу. За досліджуваний період проаналізовано 350 сітко-діб.

Результати та їх обговорення

В історичному контексті перші свідчення про іхтіофауну р. Оріль надає військовий інженер Боплан, будівник фортеці Кодак (XVII сторіччя). Під час складання опису р. Дніпро з військово-інженерної точки зору цей автор зазначив, що р. Оріль – найбагатша рибним населенням. За одне тонення промисловим неводом тут вилучали понад 1 т риби [7]. Наступні свідчення про іхтіофауну р. Оріль отримані у 1858 р. К. Ф. Кесслером [8]. Цей автор уперше відзначив відмінність різних ділянок ріки за видовим складом риб і термінами початку та кінця нересту. У XX сторіччі перші дослідження іхтіофауни р. Оріль проведені у 1915 р. М. О. Рклицьким [18], який уперше вказав орієнтовну кількість видів у річці (понад 40) і зазначав, що «червона риба» (представники лососевих і осетрових) у р. Оріль на нерест не заходить тому, що її міграційні шляхи перекриті греблями млинів і напівгреблями.

Перші наукові дослідження іхтіофауни р. Оріль проведені у 1938 р. експедицією НДІ гідробіології Дніпропетровського державного університету. Але матеріали цих досліджень не збереглися. У повоєнний період іхтіофауну р. Оріль досліджували Й. І. Короткий (1948) [10] і Л. Д. Бєляєв (1950–1953) [1–3]. Л. Д. Беляєв до встановлених Й. І. Коротким 24 видів риб для нижньої течії р. Оріль додав ще 8 видів: синець звичайний (*Abramis ballerus* L., 1758), білоглазка звичайна, клепець (*Abramis sapa* Pall., 1814), короп, сазан європейський (*Cyprinus carpio* L., 1758), морська голка пухлощока (*Syngnathus abaster nigrolineatus* Eich., 1831), судак звичайний (*Stizostedion lucioperca* L., 1758), йорж звичайний (*Gymnocephalus cernuus* L., 1758), йорж носар (*G. acerinus* Gueld., 1774), бичок головач (*Neogobius kessleri* Gunt., 1861) (табл.).

Таблиця

Видовий склад фауни круглоротих і риб р. Оріль

№	Назва виду	Періоди досліджень, роки				
		1948–1953	1971–1974	1979–1990	1991–2000	2001–2010
1	2	3	4	5	6	7
Клас *CYCLOSTOMATA* – КРУГЛОРОТІ						
1	Мінога українська (*Eudontomyzon mariae* Berg, 1931)	–	–	–	–	+*
Клас *OSTEICHTHYES* – КІСТКОВІ РИБИ						
1	Тюлька чорноморсько-азовська (*Clupeonella cultriventris* Nord., 1840)	–	–	+	+++	+++
2	Щука (*Esox lucius* L., 1758)	++	++	++	++	+++
3	Плітка звичайна (*Rutilus rutilus* L., 1758)	+++	++	+++	++	++
4	Ялець звичайний (*Leuciscus leuciscus* L., 1758)	++	+	+*	+*	–
5	Головень (*L. cephalus* L., 1758)	++	+	+	+*	++
6	Бобирець дніпровський (*L. borysthenicus* Kessl., 1859)	–	–	++	+	++

Закінчення табл.

1	2	3	4	5	6	7
7	В'язь звичайний (*L. idus* L., 1758)	+++	++	+	+	+*
8	Краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758)	+++	+++	+++	+++	+++
9	Амур білий (*Ctenopharyngodon idella* Valen., 1844)	–	–	+	+	+
10	Білизна (*Aspius aspius* L., 1758)	+	–	+*	+*	+
11	Вівсянка (верхівка) (*Leucaspius delineatus* Heck., 1843)	+++	+++	++	++	+
12	Лин озерний (*Tinca tinca* L., 1758)	++	++	+	+	++
13	Підуст звичайний (*Chondrostoma nasus nasus* L., 1758)	+*	–	+	+	–
14	Чебачок амурский (*Pseudorasbora parva* Temm. & Shleg., 1846)	–	–	–	++	+++
15	Пічкур звичайний (*Gobio gobio* L., 1758)	+++	++	+	+	+
16	Верховодка (*Alburnus alburnus* L., 1758)	+++	+++	+++	+++	+++
17	Бистрянка російська (*Alburnoides bipunctatus rossicus* Berg., 1924)	–	–	–	+	++
18	Плоскирка звичайна (*Blicca bjoerkna* L., 1758)	++	++	++	++	++
19	Лящ звичайний (*Abramis brama* L., 1758)	++	++	++	+	+
20	Білоглазка звичайна, клепець (*A. sapa* Pall., 1814)	+	–	–	–	–
21	Синець звичайний (*A. ballerus* L., 1758)	+	–	+	+*	+
22	Чехоня звичайна (*Pelecus cultratus* L.,1758)	+*	–	+	+	++
23	Гірчак (*Rhodeus sericeus* Pall., 1776)	++	+++	+++	+++	+++
24	Карась звичайний (золотий) (*Carassius carassius* L., 1758)	++	++	+	+	+
25	Карась сріблястий (*C. auratus gibelio* Bloch., 1782)	–	+	+++	+++	+++
26	Короп (сазан) (*Cyprinus caprio* L., 1758)	++	++	++	+	+
27	Товстолобик білий (*Hypophthalmichthys molitrix* Val., 1844)	–	–	+	+	+
28	Товстолобик строкатий (*Aristichthys nobilis* Richard., 1846)	–	–	+	+	+
29	Голець вусатий (*Barbatula barbatula* L., 1758)	+	+	+*	+*	+*
30	Щипавка звичайна (*Cobitis taenia* L., 1758)	++	++	+++	+++	++
31	В'юн звичайний (*Misgurnus fossilis* L., 1758)	++	++	+	+*	+
32	Сом звичайний (*Silurus glanis* L., 1758)	–	–	+*	+*	+
33	Вугор річковий (*Anguilla anguilla* L., 1758)	–	–	–	–	+*
34	Атерина чорноморська (*Atherina boyeri pontica* Eich., 1831)	–	–	–	–	+
35	Минь річковий (*Lota lota* L., 1758)	–	+*	+*	+	+
36	Колючка мала південна (*Pungitius platygaste* Kessl., 1859)	+	+	+	++	+
37	Колючка триголкова (*Gasterosteus aculetus* L., 1758)	–	–	+	–	+
38	Морська голка пухлощока чорноморська (*Syngnathus abaster nigrolineatus* Eich., 1831)	+	–	++	++	+
39	Судак звичайний (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)	++	+	+	+*	+*
40	Судак волзький (берш) (*S. volgensis* Gmelin, 1788)	–	–	–	+	–
41	Окунь річковий (*Perca fluviatilis* L., 1758)	+++	+++	+++	+++	+++
42	Йорж звичайний (*Gymnocephalus cernuus* L., 1758)	+++	+	+	++	++
43	Йорж носар (*G. acerinus* Gueld., 1774)	+	+	–	–	–
44	Бичок кругляк (*Neogobius melanostomus* Pall., 1814)	–	–	++	+	++
45	Бичок головач (*N. kessleri* Gunter, 1861)	+	+	+	–	+
46	Бичок пісочник (*N. fluviatilis* Pall., 1814)	+	+	+	+	+
47	Бичок гонець (*N. gymnotrachelus* Kessl., 1857)	–	–	+	++	++
48	Бичок мартовик (*Mesogobius batrachocephalus* Pall., 1814)	–	–	–	–	++
49	Бичок цуцик (*Proterorhinus marmoratus* Pall., 1814)	+	++	+	+	+
50	Бичок пуголовок зірчастий (*Benthophilus stellatus* Sauv., 1874)	–	+	–	–	–
Усього видів (разом із круглоротими)		32	29	41	42	45

Примітки: +++ – поширений, численний вид, ++ – поширений, типовий вид, + – вид утворює локальні популяції, +*– зареєстровано одиничні екземпляри, – – вид не реєструється.

Таким чином, у зазначений період іхтіофауна р. Оріль нараховувала 32 види. Переважали плітка звичайна (*Rutilus rutilus* L., 1758), краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758), вівсянка (*Leucaspius delineatus* Heck., 1843), верховодка (*Alburnus alburnus* L., 1758), окунь (*Perca fluviatilis* L., 1758). Досить численними у той час були лящ (*Abramis brama* L., 1758), в'язь звичайний (*Leuciscus idus* L., 1758), пічкур

звичайний (*Gobio gobio* L., 1758). На відміну від сучасного стану іхтіофауни, суттєве розповсюдження (за рівнем поширення по акваторії) мали ялець європейський (*Leuciskus leuciskus* L., 1758), підуст звичайний (*Chondrostoma nasus* L., 1758), синець звичайний (*A. ballerus* L., 1758) і білоглазка звичайна, клепець (*A. sapa* Pall., 1814). Звертає на себе увагу чисельність перших поколінь ресурсно та функціонально цінних видів риб. Так, чисельність перших поколінь (0+, 1+, 2+) ляща (*A. brama* L., 1758) досягала 28,0 екземплярів на 100 м^2 прибережної акваторії (надалі – екз./100 м^2). Це найвищий показник чисельності даного виду за всі періоди досліджень іхтіофауни малих річок регіону. Чисельність фонового виду ресурсної групи – плітки (*R. rutilus* L., 1758) досягала 308,0 екз./100 м^2 при усереднених показниках щільності цього виду у малих і середніх річках регіону від 4–20 екз./100 м^2.

У 1971–1974 роках, у зв'язку з будівництвом і подальшим функціонуванням каналу Дніпро – Донбас НДІ гідробіології Дніпропетровського державного університету проведено дослідження р. Оріль, оцінено вплив будівництва цього каналу на стан іхтіофауни ріки. Згідно з банком даних НДІ гідробіології у складі іхтіофауни у даний період встановлено 28 видів риб (див. табл.). Суттєвий вплив на формування іхтіофауни нижньої течії ріки в нових умовах здійснив склад риб р. Протовч, по руслу якої штучно з'єднано нижню течію р. Оріль із Дніпровським водосховищем. Згідно з даними Й. І. Короткого [9], у 1940-х роках (до початку гідротехнічної трансформації нижньої течії р. Оріль) іхтіофауна р. Протовч нараховувала 23 види риб, із яких практично всі знайшли розповсюдження у новому руслі р. Оріль. У результаті саморозселення з верхньої та середньої ділянки ріки та з акваторії Дніпровського водосховища (основний шлях) у наново створену нижню ділянку розселилися аборигенні види риб, що мешкали на їх акваторіях, але не реєструвалися в р. Протовч (див. табл.).

Відсутність вихідних умов у штучно створеній нижній ділянці ріки пояснює невисокі темпи експансії розповсюджених у верхній та середній течії ріки гірчака (*R. sericeus* Pall., 1776) та вівсянки (*L. delineatus* Heck., 1843) у перші роки існування штучної нижньої течії [19]. Важлива реєстрація зниження чисельності в'язя (*L. idus* L., 1758) та яльця (*L. leuciscus* L., 1758) з 308,0 та 177,0 екз./100 м^2 у 1950–1953 рр. до 1,55 та 53,8 екз./100 м^2 у 1971–1974 рр. відповідно. У цей період не реєструються підуст звичайний (*C. nasus* L., 1758), білизна (*Aspius aspius* L., 1758), білоглазка звичайна, клепець (*Abramis sapa* Pall., 1814), синець звичайний (*A. ballerus* L., 1758), чехоня звичайна (*Pelecus cultratus* L., 1758), морська голка пухлощока чорноморська (*Syngnathus abaster ne1igrolineatus* Eich., 1831), колючка триголкова (*Gasterosteus aculetus* L., 1758) [4]. Уперше зареєстровано інтродуцента – карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1782), миня річкового (*Lota lota* L., 1758) і бичка пуголовка зірчастого (*Benthophilus stellatus* Sauv., 1874). У результаті втрати нерестових угідь у нижній течії чисельність фонового ресурсного виду плітки (*R. rutilus* L., 1758) зменшилася з 308,0 у 1950-х до 12,4 екз./100 м^2 1971–1974 роках. Перші покоління ляща (*Abramis brama* L., 1758) взагалі не зареєстровано. Вплив іхтіофауни р. Дніпро на склад риб р. Оріль у даний період обмежується проникненням на акваторію нижньої ділянки ріки інтродуцента – карася сріблястого (перша реєстрація тут – 1974 р.) із показником чисельності 2,1 екз./100 м^2. Разом із тим, акваторія нижньої ділянки у цей час активно використовується плідниками багатьох видів риб з акваторії р. Дніпро. Оріль функціонує як важливе природне нерестовище.

Спорудження каналу Дніпро – Донбас на початку 1970-х років викликало зміни гідрологічних характеристик окремих ділянок середньої течії р. Оріль (як обміління, так і підвищення рівня води, залежно від рельєфу). На той час зареєстровано

вирішальний вплив на формування видового складу риб каналу Дніпро – Донбас саме іхтіофауни р. Оріль, а не р. Дніпро [5].

Наступний період у процесі детального дослідження іхтіофауни р. Оріль охоплює термін від 1979 до 1990 року. Дослідження проводили у складі експедиції науково-дослідного інституту біології ДНУ у процесі підготовчих робіт зі створення Дніпровсько-Орільського природного заповідника (нині природного заповідника «Дніпровсько-Орільський»). У складі іхтіофауни ріки в цей період установлено 41 вид риб. У той час чітко простежується вплив іхтіофауни р. Дніпро (Дніпровське водосховище) на формування видового складу риб р. Оріль, особливо її нижньої течії. Дослідженнями цього періоду не зареєстровано два види: йорж носар (*G. acerinus* Gueld., 1774) і бичок пуголовок зірчастий (*B. stellatus* Sauv., 1874). Уперше встановлено 9 видів риб (див. табл.). За рахунок саморозселення із Дніпровського водосховища іхтіофауна поповнилася 6 новими для ріки видами, представниками іхтіофауни верхньої ділянки Дніпровського водосховища: тюлька (*Clupeonella cultriventris* Nord., 1840), бобирець дніпровський (*Leuciskus borysthenicus* Kessl., 1859), сом європейський (*S. glanis* L., 1758), колючка триголкова (*Gasterosteus aculetus* L., 1758), бичок кругляк (*Neogobius melanostomus* Pall., 1814), бичок гонець (*N. gymnotrachelus* Kessl., 1857). Із групи інтродуцентів, уселених у водойми регіону в 1970-ті роки, на акваторію р. Оріль проникли (уперше зареєстровані) 3 види: товстолобик білий (*Hypophthalmichthys molitrix* Valen., 1844), товстолобик строкатий (*Aristichthys nobilis* Richard., 1846), білий амур (*Ctenopharyngodon idella* Valen., 1844). Відновили свою представленість (із 1953 р.) 5 видів риб – білизна (*A. aspius* L., 1758), підуст звичайний (*C. nasus* L., 1758), синець звичайний (*Abramis ballerus* L., 1758), чехоня звичайна (*P. cultratus* L., 1758), морська голка пухлощока чорноморська (*S. abaster nigrolineatus* Eich., 1831). Числові параметри перших поколінь риб також зазнали суттєвих змін, але відбулися вони в бік погіршення стану функціонально та ресурсно важливих видів риб. Чисельність цінних промислових видів – ляща (*A. brama* L., 1758) та судака (*Stizostedion lucioperca* L., 1758) – зменшилася до 20 разів (з 125,0 і 2,0 екз/100 м^2, відповідно, у 1950–1960 рр. до 7,0 і 0,1 екз./100 м^2 у 1985–1990 рр.). Чисельність молоді фонового ресурсного виду – плітки (*R. rutilus* L., 1758) за рахунок засвоєння нижньої течії ріки плідниками з р. Дніпро, збільшилася з 12,4 до 287,0 екз./100 м^2). Чисельність гірчака (*Rhodeus sericeus* Pall., 1776) у прибережжях залишається стабільно високою (50,0 – у 1971–1974 і 77,0 екз./100 м^2 – у 1985–1990 рр.).

Четвертий період досліджень охоплює етап від початку введення режиму особливої охорони на ділянці нижньої течії р. Оріль, яку відведено до складу Дніпровсько-Орільського природного заповідника (1990 р.), згідно з Постановою Ради Міністрів УРСР від 15.09.1990 р. № 262 [17]. Завершується даний етап у 2000 році. Під впливом дії режиму особливої охорони починається певне переформування як видового складу, так і числлових характеристик окремих популяцій риб на даній ділянці. У складі іхтіофауни р. Оріль, на відміну від попереднього періоду (1979–1990 рр.), не реєструються колючка триголкова (*G. aculetus* L., 1758) і бичок головач (*N. kessleri* Gunt., 1861). Уперше (1994 р.) в районі с. Могилів зареєстровано бистрянку російську (*Alburnoides bipunctatus rossicus* Berg, 1924). На нижній ділянці з'явилися берш (*Stizostedion volgensis* Gmelin, 1788) і адвентивний чебачок амурський (*Pseudorasbora parva* Temminck & Shlegel, 1846).

У цей період зареєстровано 42 види риб. Зміни у числових показниках полягають у такому. Продовжує знижуватися чисельність ресурсно-цінного ляща (*A. brama* L., 1758) з 6,33 у 1982–1990 до 1,34 екз./100 м^2 у 1991–2000 роках. Перші покоління судака

(*S. lucioperca* L., 1758) взагалі не реєструються. Числові параметри фонового ресурсного виду – плітки (*R. rutilus* L., 1758) надалі зменшуються з 287,0 у 1985–1990 до 14,3 екз./100 м^2 у 1991–2000 роках. Зберігається тенденція до суттєвого підвищення чисельності функціонально-загрозливого виду – гірчака (*R. sericeus* Pall., 1776) з 77,0 у 1982–1990 до 386,0 екз./100 м^2 у 1990–2000 роках.

Разом із позитивними наслідками уведення режиму особливої охорони у розглянутий період реєструються певні негативні тенденції розвитку іхтіофауни ріки. Полягають вони у тому, що при режимі сприяння розвитку оптимальних умов для нересту, у першу чергу ці умови використовують функціонально загрозливі види з високим темпом відтворення (гірчак, вівсянка тощо). Нівелювання фактора занепокоєння (заборона на використання охоронюваних територій із рекреаційною метою, зокрема – пересування моторних човнів) на фоні несприятливого гідрологічного режиму викликало інтенсифікацію процесу заростання акваторії ріки вищою водною рослинністю і, як один із наслідків – замулення, заболочення біотопів мешкання перших поколінь риб.

Сучасний (п'ятий) період досліджень іхтіофауни р. Оріль (2001–2010 рр.) характеризується подальшим розвитком процесів замулення (обміління) усіх типів біотопів мешкання іхтіофауни ріки та її приток. Разом із цим, ріка продовжує зберігати ознаки унікального природного ландшафту регіону, що і зумовило надання практично всій її акваторії статусу одного з найважливіших природних ядер екологічної мережі Дніпропетровської області (створення національного природного парку), згідно з рішенням Дніпропетровської обласної ради від 22.03.2006 р. №768-33/IV [17]. У видовому складі риб уперше зареєстровано атерину чорноморську (*Atherina boyeri pontica* Eich., 1831) (2004 р.), вугра річкового (*Anguilla anguilla* L., 1758) (2002 р.), бичка мартовика (*Mesogobius batrachocephalus* Pall., 1814) (2003 р.). Відновили свою чисельність два види, які реєструвалися у 1979–1990 роках: колючка триголкова (*G. aculetus* L., 1758) і бичок головач (Кеслра) (*Neogobius kessleri* Gunter 1861). Серед риб, які у попередній період реєструвалися на акваторії р. Оріль, але у даний час не реєструються, визначено три види: ялець європейський (*L. leuciskus leuciskus* L., 1758), підуст звичайний (*C. nasus* L., 1758), судак волзький, берш (*S. volgensis* Gmel., 1788). Загалом у даний час зареєстровано 44 види риб. Уперше за весь період досліджень р. Оріль встановлено один вид круглоротих – міногу українську (*Eudontomyzon mariae* Berg, 1931) – 2007 р.

Динаміка чисельних змін перших поколінь риб у прибережній зоні проявляється у такому. Чисельність фонового ресурсно-цінного ляща (*A. brama* L., 1758) стабілізувалася на рівні 1979–1990 рр. і становить 6,95 проти 6,33 екз./100 м^2 на сучасному етапі. Молодь цього виду реєструється винятково у гирловій частині ріки, тобто відновлення відбувається тільки за рахунок плідників із Дніпровського водосховища. Інший фоновий ресурсний вид – плітка (*R. rutilus* L., 1758) суттєво підвищив чисельність перших поколінь (з 14,31 у 1991–2000 до 106,85 екз./100 м^2 у 2000–2010 роках). Разом із цим продовжує підвищуватися чисельність функціонально загрозливого виду – гірчака європейського (*R. sericeus* Pall., 1776) з 386,0 у 1990–2000 до 445,76 екз./100 м^2 у 2000–2010 роках. Молодь цінних у функціональному та ресурсному відношеннях видів – судака та коропа (сазана) не реєструється вже протягом 25 років.

У контексті ролі р. Оріль у процесі збереження видів риб, які мають міжнародний і регіональний природоохоронний статус [16], визначено таке. У межах акваторії ріки на сучасному етапі зареєстровано чотири види, які мають міжнародний охоронний статус (МСОП). Це атерина чорноморська (*A. boyeri pontica* Eich., 1831), білизна (*Aspius aspius* L., 1758), в'юн звичайний (*M. fossilis* L., 1758) і морська голка

пухлощока чорноморська (*S. nigrolineatus* Eich., 1831). Європейський охоронний статус (II і III Додатки Бернської конвенції) мають 14 видів: міногa українська (*E. mariae* Berg, 1931), бистрянка російська (*A. bipunctatus rossicus* Berg, 1924), вівсянка (*L. delineatus* Heck., 1843), гірчак (*R. sericeus* Pall., 1776), синець звичайний (*Abramis ballerus* L., 1758), чехоня звичайна (*P. cultratus* L. 1758), в'юн звичайний (*M. fossilis* L., 1758), щипавка звичайна (*Cobitis taenia* L., 1758), сом європейський (*S. glanis* L., 1758), багатоголкова колючка південна (*P. platygaster platygaster* Kessl., 1859), морська голка пухлощока чорноморська (*S. nigrolineatus* Eich., 1831), бичок головач (*Neogobius kessleri* Gunt., 1861), бичок пісочник (*N. fluviatilis* Pall., 1814), бичок цуцик (*P. marmoratus* Pall., 1814). До Червоної книги України включено три види: бистрянка російська (*A. bipunctatus rossicus* Berg, 1924), карась звичайний, золотий (*C. carassius* L., 1758) і минь річковий (*Lota lota* L., 1758). Червоним списком Дніпропетровської області охороняються 6 видів: вугор річковий (*A. anguilla* L., 1758), бистрянка російська (*A. bipunctatus rossicus* Berg, 1924), бобирець дніпровський (*L. borysthenicus* Kessl., 1859), синець звичайний (*Abramis ballerus* L. 1758), минь річковий (*Lota lota* L., 1758), колючка триголкова (*Gasterosteus aculeatus* L., 1758). Загалом із 42 видів риб, встановлених за період сучасних досліджень (2000–2010 рр.), 17 видів (41 % видового складу) і один вид круглоротих мають природоохоронний статус.

Разом із тим, нині не зареєстровані функціонально цінні види, які мешкали на акваторії р. Оріль до створення особливо охоронюваної акваторії, а також у перше десятиліття після її створення (1982–2000 рр.): ялець європейський (*L. leuciskus leuciskus* L., 1758), підуст звичайний (*C. nasus* L., 1758), судак волзький, берш (*S. volgensis* Gmel., 1788). Білоглазка звичайна, клепець (*A. sapa* Pall., 1814) і йорж носар (*G. acerinus* Gueld., 1774) у складі іхтіофауни р. Оріль не реєструються з 1971 року.

Загалом упродовж усього періоду досліджень (1948–2010 роки) у складі іхтіофауни р. Оріль встановлено 50 видів риб і один вид круглоротих.

Дослідження динаміки видового складу іхтіофауни р. Оріль в історичному просторі 1948–2010 рр. свідчать про те, що акваторія ріки продовжує відігравати вагому роль у збереженні вихідного генофонду іхтіофауни Центрального степового Придніпров'я. Трансформаційні процеси спричинили певне збіднення іхтіофауни та зміни числових параметрів. Разом із цим, у результаті підвищення водності та ефективнішого поєднання з основним водотоком – р. Дніпро (Дніпровське водосховище) відбулося збагачення іхтіокомплексу р. Оріль новими видами риб.

Висновки

1. Повний склад іхтіофауни р. Оріль, установлений упродовж 1948–2010 років, включає 50 видів риб і один вид круглоротих. На сучасному етапі (2001–2010 рр.) реєструється 44 види риб і один вид круглоротих.

2. Порівняно з періодом до початку інтенсивної трансформації русла ріки (1948–1953 рр.) зі складу іхтіофауни на сучасному етапі (1979–2010 рр.) зникли види, чутливі до умов відтворення та мешкання: підуст звичайний, білоглазка звичайна (клепець), йорж носар.

3. Поповнення видового складу риб у даний час забезпечено видами з широким спектром пристосувань (карась сріблястий), толерантними до поступового підвищення рівня мінералізації у малих і середніх річках регіону (тюлька чорноморсько-азовська, атерина чорноморська, колючка триголкова, бичок мартовик), а також інтродуцентами (товстолобиками білим і строкатим, білим амуром) і адвентивним видом (чебачком амурським).

4. Такі види риб як бистрянка російська, минь річковий, вугор річковий, бобирець дніпровський найвірогідніше постійно мешкали у р. Оріль, але їх розповсюдження було обмежене локальними біотопами, показники чисельності – мінімальними. Голець вусатий і пічкур звичайний останнім часом (з 2001 р.) не реєструються у нижній течії ріки.

5. Акваторія р. Оріль продовжує відігравати вагому роль у збереженні вихідного генофонду іхтіофауни регіону, особливо тих видів, які мають природоохоронний статус. Із 44 видів риб, зареєстрованих у р. Оріль у даний час, охоронний статус різного рівня мають 18 видів (40,9 % видового складу), у тому числі три види занесено до Червоної книги України. Акваторія р. Оріль – нині єдиний у Дніпропетровській області резерват мешкання представника круглоротих (мінога українська).

6. З усіх обстежених малих річок Дніпропетровської області аборигенна іхтіофауна р. Оріль за останні 60 років зазнала найменших втрат (3 види) – менше 10 % вихідного видового складу.

7. Уведення особливого охоронного режиму (природний заповідник «Дніпровсько-Орільський») на акваторії нижньої ділянки р. Оріль (1990 р.) а, у подальшому, і всієї акваторії як зарезервованого природоохоронного об'єкта (2002 р.), безумовно здійснило позитивний вплив на стан іхтіофауни ріки.

8. Разом із цим, є певні негативні наслідки введення режиму особливої охорони. Зокрема, підвищений рівень охорони викликав зростання чисельності функціонально небезпечних короткоциклових видів (гірчака європейського та вівсянки) до загрозливого рівня. Уведення режиму особливої охорони не поліпшило стан природних нерестовищ.

9. Із метою оптимізації іхтіоценозу р. Оріль в умовах режиму особливої охорони доцільно запропонувати такі заходи:

а) прискорення процесу відведення прибережжя та усієї акваторії ріки до складу природоохоронних територій;

б) до остаточного затвердження природоохоронних територій Приорілля і, безпосередньо, всієї акваторії р. Оріль, доцільно розробити проекти відновлення проточності та поліпшення гідроекологічного стану зарегульованих ділянок русла, на основі науково обґрунтованих заходів.

Бібліографічні посилання

1. **Беляев Л. Д.** Рыбохозяйственное значение придаточной системы среднего течения р. Днепра // Вестник ДНУ. – 1955. – Т. 11. – С. 205–210.
2. **Беляев Л. Д.** Ихтиофауна низовьев притоков среднего течения Днепра // Вестник Днепропетровского НИИ гидробиологии. – 1960. – Т. 12. – С. 209–226.
3. **Беляев Л. Д.** Ихтиофауна придаточной системы среднего течения р. Днепра и ее значение. – Д., 1960. – Т. 12. – 296 с.
4. **Беляев Л. Д.** О влиянии притоков на ихтиофауну водохранилищ Днепровского каскада // Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины. – К. : Наукова думка, 1975. – С. 163–164.
5. **Біологічне** різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces) / В. Л. Булахов, Р. О. Новіцький, О. Є. Пахомов, О. О. Христов. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. – 304 с.
6. **Бондарев Д. Л.** Ихтиофауна водоемов Днепровско-Орельського заповедника: ретроспективный анализ и современное состояние / Д. Л. Бондарев, О. А. Христов, В. Н. Кочет // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2003. – Вип. 11, т. 1. – С. 13–20.
7. **Боплан** Описание Украины. – СПб., 1932. – 156 с.
8. **Кесслер К. Ф.** Путешествие с зоологической целью к северному берегу Черного моря и в Крым. – СПб., 1860. – 97 с.

9. **Короткий Й. І.** Іхтіофауна водойм системи Проточі // Тр. Ін-ту гідробіології АН УРСР. – 1949. – № 24.
10. **Короткий И. И.** Рыбохозяйственная оценка р. Орели и использование ее для выращивания товарного карпа // Труды НИИ прудового и озерно-речного рыбного хозяйства. – 1950. – № 7. – 56 с.
11. **Кочет В. М.** Сучасний стан іхтіофауни малих річок Дніпропетровської області // Наук. зап. Тернопільського нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – № 2 (43). – С. 280–283.
12. **Маркевич О. П.** Визначник прісноводних риб УРСР / О. П. Маркевич, І. І. Короткий. – К. : Радянська школа, 1954. – 208 с.
13. **Методи** гідроекологічних досліджень поверхневих вод. – К., 2006. – 405 с.
14. **Правдин И. Ф.** Руководство по изучению рыб: Справочник. – М. : Пищевая пром-сть, 1966. – 243 с.
15. **Про затвердження** Переліку рідкісних видів, що перебувають під загрозою зникнення на території Дніпропетровської області. Рішення Дніпропетровської обласної ради від 19.03.2002 року № 526-22/XXII.
16. **Про затвердження** Програми формування та розвитку національної екологічної мережі Дніпропетровської області. Рішення Дніпропетровської обласної ради від 22.03.2006 р. № 768-33/IV.
17. **Про створення** державного заповідника «Дніпровсько-Орільський» в Дніпропетровській області. Постанова Ради Міністрів УРСР від 15.09.1990 р. № 262.
18. **Рклицкий М. О.** Рыбное хозяйство и рыболовство в Полтавской губернии // Полтавскія економическія известія. – Полтава, 1915. – № 3.
19. **Рыбохозяйственная** оценка р. Орель в связи со строительством канала «Днепр – Донбасс» / Л. Д. Беляев, В. Л. Галинский, Н. И. Загубиженко, В. Ф. Никитин // Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотокв Укарины. – К. : Наукова думка, 1975. – С. 163–164.
20. **Чугунова Н. И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. Методическое пособие по ихтиологии. – М. : АН СССР, 1959. – 164 с.

Надійшла до редколегії 16.09.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 86–92.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 86–92.

УДК 574.472(477.63)

О. І. Лісовець, В. А. Браїлко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАВ'ЯНОГО ПОКРИВУ ЛИПО-ЯСЕНЕВОЇ ДІБРОВИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗАПЛАВИ р. САМАРА

Вивчено флористичний склад трав'яного покриву та фітоценотичну активність видів заплавного лісу. Досліджений фітоценоз має характерні ознаки заплавного лісу: у спектрі біоморф найактивніші гемікриптофіти та вегетативно рухливі види, а серед екоморф – мезофіти, мезотрофи, геліосціофіти та сильванти. Результати фітоіндикаційного аналізу підтвердили наявність сприятливих екологічних умов для формування лісового біогеоценозу. Трав'яний покрив дослідженої лісової екосистеми протягом останніх 40 років спостережень залишився досить стабільним: із флористичного складу наявні 70 % зареєстрованих раніше видів, домінують типові сильванти, проективне покриття низьке.

Е. И. Лисовец, В. А. Браилко

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАВЯНОГО ПОКРОВА ЛИПО-ЯСЕНЕВОЙ ДУБРАВЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЙМЫ р. САМАРА

Изучены флористический состав травяного покрова и фитоценотическая активность видов пойменного леса. Исследованный фитоценоз имеет характерные признаки пойменного леса: в спектре биоморф наиболее активны гемикриптофиты и вегетативно подвижные виды, а среди экоморф – мезофиты, мезотрофы, гелиосциофиты и сильванты. Результаты фитоиндикационного анализа подтвердили наличие благоприятных экологических условий для формирования лесного биогеоценоза. Травяной покров исследованной лесной экосистемы в течение последних 40 лет наблюдений остался достаточно стабильным: в флористическом составе выявлено 70 % зарегистрированных ранее видов, доминируют типичные сильванты, проективное покрытие низкое.

O. I. Lisovets, V. A. Brayilko

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL DESCRIPTION OF HERBAGE OF LIME-ASH OAKERY IN CENTRAL FLOODPLAIN OF THE SAMARA RIVER

Floristic composition of the grass and phytocenotic activity of species in the floodplain forest were studied in the Prysamar'ya region. It is ascertained that investigated phytocenosis has characteristic signs of the floodplain forest: in the spectrum of biomorphes the hemicryptophytes and vegetatively mobile species are prevalent. At the same time among ecomorphs the mesophytes, mesotrophes, heliosciophytes and silvantes are usual. The results of phytoindication analysis confirmed the favourable ecological conditions for the forest geobiocenoses forming. The grass cover of the studied forest ecosystem for the last 40 years

© О. І. Лісовець, В. А. Браїлко, 2011

remained stable enough: 70 % of the registered species in the past are found there. The typical silvantes are dominanted, but the index of the total projective cover is low.

Вступ

Флористичні маршрутні та стаціонарні дослідження у Присамар'ї проводяться вже понад сторіччя, проте списки флори цього регіону постійно поновлюються. На сучасному етапі почалась робота з інвентаризації флори приток і різних елементів долинно-терасового ландшафту р. Самара [1]. У різноманітних екотопах заплави цієї ріки трапляється 660 видів вищих рослин, у тому числі 110 рідкісних і зникаючих. Зокрема для заплавних лісів наводиться 321 вид, для заплавних лук – 424 [2].

Із метою екологічного моніторингу на Присамарському міжнародному біосферному стаціонарі ім. О. Л. Бельгарда вже понад півсторіччя ведуться різнобічні дослідження всіх компонентів біогеоценозів, розташованих на двох генеральних геоморфологічних профілях [11]. Найдетальніший опис трав'янистого покриву центральної заплави (ПП 209) знаходимо у праці М. О. Альбіцької та ін. [6], присвяченій вертикальній структурі травостою липо-ясеневої діброви. Автори вказують, що трав'янистий покрив неоднорідний, утворює три основні синузії: зірочникову (займає 25 % площі), бугилову (15 %) та мертвопокривну (36 %). У видовому складі травостою вказуються як домінанти зірочник ланцетолистий (*Stellaria holostea* L.) та бугила лісова (*Anthriscus silvestris* Hoff.), а також *Glechoma hederecea* L., *Symphytum tauricum* Willd., *Cannabis ruderalis* L., *Polygonum convolvulus* L., *Ballota ruderalis* Schwartz, *Alliaria officinalis* Andrz., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Asperuga procumbens* L., *Viola suavis* M. B., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., які зрідка траплялись.

Через потужне антропогенне навантаження (передповеневий скид води на Запорізькому водосховищі, видобуток вугілля на Західному Донбасі) змінюється гідрологічний режим басейну р. Самара, хімічний склад води та ґрунтів, що зумовлює зміни рослинного покриву. Природна рослинність, розвиваючись і змінюючись у ході еволюції та пристосовуючись до певних абіотичних і біотичних факторів, – найкращий індикатор умов місцеперебування. Відомо, що найчутливіші до змін навколишнього середовища у степовій зоні трав'янисті угруповання [3]. Тому дослідження багаторічної динаміки таких фітоценозів, які мають діагностичне значення відносно змін екологічного режиму басейну р. Самара, є актуальними.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт наших досліджень – трав'яний покрив у межах пробної площі 209 (заплавний ліс) генерального геоморфологічного профілю Комплексної експедиції Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара (поблизу с. Андріївка Новомосковського району Дніпропетровської області).

Пробна ділянка 209 – липо-ясенева діброва, розташована в центральній частині заплави р. Самара паралельно руслу, на відстані приблизно 150 м від ріки. Характеризується рівнинним рельєфом із коливанням висот алювіальних наносів у межах 0,5–1,0 м. Зволоження – атмосферно-ґрунтове, рівень ґрунтових вод – 3,65 м. Мінералізація останніх не перевищує 150 мг/л, іонний індекс сульфатний [12]. Тип лісорослинних умов – $СГ_2$ (суглинок свіжий). За О. Л. Бельгардом, у цих умовах формуються лісові моноценози з ознаками олуговіння, а екотоп даного місцезростання оптимальний за лісорослинним ефектом [3]. Тип світлової структури – тіньовий, третього вікового ступеня. Деревостан характеризується триярусною структурою, із наявністю фрагментарного підліска. Склад пологу: *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L.,

Acer platanoides L., *Ulmus glabra* Huds., також присутні *Tilia cordata* Mill., *Acer campeste* L. Склад чагарникового ярусу: одинично – *Euonymus europaea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., підріст лісопоновлювальних порід верхніх ярусів, а також на узліссях з'являються *Rhamnus cathartica* L., *Corylus avellana* L., *Cornus sanquinea* (L.) Opiz. [4].

Дослідження виконане у липні 2009 та квітні – травні 2010 року. Навесні травостій вивчали за допомогою маршрутного методу. Улітку в межах досліджуваного об'єкта закладено 40 облікових ділянок розміром 1 × 1 м, на яких визначали видовий склад і проективне покриття зеленої (фотосинтетично активної) частини всіх рослинних видів. Останній показник визначали окомірно, за допомогою рамки Л. Г. Раменського [9] і порівняльних еталонів [7]. У камеральний період для всіх рослин розрахували середнє проективне покриття та коефіцієнт його варіації – один із показників, який «використовують для порівняльної ознаки в групі з різко відмінною середньою величиною ознаки» [8, с. 100]. Зустрічальність кожного виду визначено за формулою: $a \times 100 / n$, де a – кількість ділянок, на яких даний вид зареєстрований, n – кількість обстежених ділянок. Для розрахунку фітоценотичної активності для кожного виду перемножували значення його зустрічальності та проективного покриття, з отриманої величини здобували квадратний корінь. За фітоіндикаційною методикою Л. Г. Раменського [10] визначено умови зволоження, активне багатство ґрунту та пасовищна дигресія. Базуючись на принципах екологічного аналізу за О. Л. Бельгардом [3], склали біо- та екоморфічні спектри дослідженого біогеоценозу.

Результати та їх обговорення

Видовий склад трав'янистих ранньоквітучих судинних рослин липо-ясеневої діброви центральної заплави р. Самара нараховує 21 вид із 13 родин (табл. 1). Із них найчисленніші Ranunculaceae та Boraginaceae (по 14 % видів). Решта родин представлена одним видом. Найвищими показниками рясності характеризуються *Stellaria holostea* L., *Glechoma hederacea* L., *Corydalis marschalliana* Pall. ex. Willd, *C. cava* (L.).

Таблиця 1

Рясність видів ранньоквітучої флори центральної заплави р. Самара

Назва рослини	Родина	Рясність (за шкалою Друде)
Stellaria holostea L.	*Caryophyllaceae*	soc.
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	*Apiaceae*	cop.$_3$
Corydalis cava (L.) Schweigg.et Korte	*Fumariaceae*	cop.$_3$
C. marschalliana Pall. ex. Willd	*Fumariaceae*	cop.$_3$
Glechoma hederacea L.	*Lamiaceae*	cop.$_3$
Anemona ranunculoides L.	*Ranunculaceae*	cop.$_2$
Ficaria verna Huds. Aggr	*Ranunculaceae*	cop.$_2$
Scilla bifolia L.	*Hyacinthaceae*	cop.$_2$
Symphytum tauricum Willd.	*Boraginaceae*	cop.$_1$
Veronica chamaedrys L.	*Scrophulariaceae*	cop.$_1$
Viola odorata L.	*Violaceae*	cop.$_1$
Alliaria petiolata (M. Bieb.) Cavata et Grande	*Brassicaceae*	sp.
Poligonatum multiflorum (L.) All.	*Convallariaceae*	sp.
Ranunculus repens L.	*Ranunculaceae*	sp.
Tulipa quercetorum Klokov et Zoz.	*Liliaceae*	sp.
Chelidonium majus L.	*Papaveraceae*	sp.
Gagea lutea (L.) Her.-Gawl.	*Liliaceae*	sol.
Lamium purpureum L.	*Lamiaceae*	sol.
Omphalodes scorpiodes (Haenke) Schrank	*Boraginaceae*	sol.
Ornithogalum bouscheanum (Hunth.) Asch.	*Hyacinthaceae*	sol.
Pulmonaria obscura Dumort.	*Boraginaceae*	sol.

Екологічний аналіз фітоценозів дозволяє розкрити взаємозв'язки рослинних організмів і середовища, з'ясувати ступінь пристосування фітокомпонентів до найважливіших елементів екосистеми. У його основу покладена схема життєвих форм (екоморф), яку розробив О. Л. Бельгард [3]. За нею проводиться паспортизація рослин, які утворюють фітоценоз.

Серед біоморф у видовому складі представників ранньоквітучої флори домінують гемікриптофіти (48 %) та геофіти (43 %), присутні також терофіти. За темпами вегетативного розмноження більшість належить до вегетативно нерухливих – 52 % (більшість із них мають метаморфоз пагона – цибулину); вегетативно рухливі рослини складають 33 % (переважно довгокореневищні рослини), і найменше (14 %) вегетативно малорухливих (короткокореневищних) рослин.

Ценоморфи – адаптації рослин до фітоценозу та біогеоценозу в цілому, у тому числі до типу субстрату або середовища існування – складають такий спектр: найбільшою кількістю відрізняються сильванти – 76 % видової насиченості, пратанти та степанти розташовані на другому місці – по 10 %; виявлено також рудеральні рослини, яких найменше – 5 %. Екоморфічний аналіз весняної квітучої флори вказує на значне домінування серед гігроморф мезофітів – 81 %. Ксеромезофіти представлені трьома видами (14 %), мезоксерофіти – одним (5 %). Аналіз трофоморф указує на достатньо багаті ґрунти: мегатрофи та мезотрофи представлені у рівній кількості – по 48 % видової насиченості, оліготрофів найменше – 5 % флори. Панівною групою серед геліоморф є геліосціофіти (57 %), трохи менше тіньовитривалих рослин – сціогеліофітів – 33 %, геліофіти та сціофіти складають по 5 %. Результати можна пояснити тим, що у квітні дерева ще не встигають створити затінення і до трав'янистого ярусу доходить достатньо світла, необхідного для перебігу життєвого циклу ефемерів, ефемероїдів та інших світлолюбних ранньоквітучих рослин.

У складі дослідженої рослинності виявлено багато рідкісних рослин: *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz. та *Ornithogalum bouscheanum* (Hunth.) Asch. занесені до Червоної книги України [14], а *Scilla bifolia* L., *Corydalis marschalliana* Pall. ex. Willd., *C. cava* (L.) Schweigg. et Korte, *Anemona ranunculoides* L., *Gagea lutea* (L.) Her.-Gawl., *Omphalodes scorpiodes* (Haenke) Schrank, *Symphytum tauricum* Willd. охороняються в межах Дніпропетровської області [13].

У літній період у межах об'єкта дослідження знайдено 19 видів, що належать до 13 родин. Із них найчисленнішими є губоцвіті (Lamiaceae) − 15,8 %. Зонтичні (Apiaceae), конвалієві (Convallariaceae), розові (Rosaceae) та злакові (Poaceae) містять по 10,5 % видового складу. Решта родин представлена одним видом.

На досліджених ділянках домінували три види: *Stellaria holostea* L., *Glechoma hederacea* L. та *Viola mirabilis* L., які мають рясне проективне покриття (2,5–8,0 % за класифікацією Л. Г. Раменського [10]). Для більшості рослин характерні помірне (0,3–2,5 %) та мале (0,1–0,2 %) проективне покриття та високий коефіцієнт варіації цього показника. При невисоких показниках середнього проективного покриття відмічається досить високе максимальне покриття, наприклад, у таких видів як розхідник звичайний, фіалка дивна, зірочник ланцетовидний, бугила лісова, кропива дводомна. Це рослини, які розмножуються переважно вегетативним способом і утворюють «латки», тобто скупчення або локальні зарості. Вони вкрай нерівномірно розташовані по площі об'єкта дослідження і утворюють відповідні парцели – елементи горизонтальної структури лісового травостою.

При дослідженні вертикальної структури трав'яного покриву виділено три яруси. Перший ярус висотою понад 70 см формують чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.) та

півники болотні (*Iris pseudacorus* L.). До другого ярусу (висота рослин 30–70 см) належать 9 видів, наприклад *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Urtica dioica* L., *Geum urbanum* L., *Scutellaria altissima* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill. Найнижчий ярус висотою до 30 см формують 8 видів, зокрема домінанти *Glechoma hederacea* L., *Viola mirabilis* L., *Stellaria holostea* L., а також *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Aegopodium podagraria* L. та ін.

Таблиця 2

Кількісні показники трав'янистих видів лісового фітоценозу на облікових ділянках розмірами 1 × 1 м (*n* = 40)

Рослинний вид	Зустрічність, %	Максимальне проективне покриття, %	Середнє проективне покриття, %	Коефіцієнт варіації проективного покриття, %	Фітоценотична активність, %
Glechoma hederacea L.	67,5	41,0	5,23 ± 2,82	168	18,8
Viola mirabilis L.	65,0	16,0	4,32 ± 1,43	104	16,8
Stellaria holostea L.	57,5	24,0	6,34 ± 2,46	121	19,1
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	47,5	19,0	2,32 ± 1,29	174	10,5
Aegopodium podagraria L.	25,0	32,0	1,85 ± 1,73	292	6,8
Polygonatum multiflorum (L.) All.	22,5	9,0	1,18 ± 0,79	210	5,2
Urtica dioica L.	22,5	30,0	2,03 ± 1,78	276	6,8
Geum urbanum L.	10,0	7,0	0,40 ± 0,43	339	2,0
Scutellaria altissima L.	10,0	8,0	0,58 ± 0,59	320	2,4
Ballota nigra L.	5,0	12,0	0,43 ± 0,65	479	1,5
Pulmonaria obscura Dumort.	5,0	3,0	0,09 ± 0,15	547	0,7
Convallaria majalis L.	2,5	12,0	0,30 ± 0,61	632	0,9
Rubus caesius L.	2,5	6,0	0,15 ± 0,30	632	0,6
Dactylis glomerata L.	2,5	8,0	0,20 ± 0,40	632	0,7
Festuca gigantea (L.) Vill.	2,5	8,0	0,20 ± 0,40	632	0,7
Chelidonium majus L.	2,5	6,0	0,15 ± 0,30	632	0,6
Iris pseudacorus L.	2,5	9,0	0,23 ± 0,46	632	0,8
Lysimachia nummularia L.	2,5	9,0	0,23 ± 0,46	632	0,8
Galium palustre L.	2,5	2,5	0,06 ± 0,13	632	0,4

Проективне покриття трав'янистої рослинності на облікових ділянках 1 × 1 м коливалося від 6 до 70 %, у середньому становить 26,3 ± 4,6 %. Низьке значення даного показника в умовах центральної заплави пов'язане з наявністю досить потужного шару підстилки, а головне – з низькою освітленістю під пологом лісу. Сумарне середнє проективне покриття представників родини Caryophyllaceae становило 6,34 %, Violaceae – 4,32 %, Apiaceae – 4,17 %, інших родин – 5,20 %.

Вивчення зустрічності рослин у межах дослідженого об'єкта показало, що високе значення цього показника (50–100 %) характерне для домінуючих видів. Середню зустрічальність (10–50 %) мають 6 видів: бугила лісова, яглиця звичайна, купина багатоквіткова, кропива дводомна, гравілат міський і шоломниця висока. Більшість (10 видів) досліджених рослин має низьку зустрічність (до 10 %). Це може свідчити про випадкове занесення видів до даного фітоценозу або ж про їх нестійкість унаслідок дії зовнішнього фактора (наприклад, антропогенного навантаження на територію) чи сукцесійних змін самого фітоценозу.

Фітоценотична активність видів – один із найсуттєвіших критеріїв дослідження рослинних видів при моніторингових спостереженнях. Цей показник інтегровано відбиває різні сторони будови та структури рослинних угруповань, а також відображає

життєвість місцевих популяцій [15]. У нашому дослідженні значення фітоценотичної активності варіювало у різних видів від 0,4 (*Galium palustre* L.) до 19,1 % (*Stellaria holostea* L.). Максимальні значення цього показника характерні для домінантів трав'яного покриву, проте більшість видів показали низькі значення цієї характеристики (менше 5 %). Це пояснюється невисоким загальним проективним покриттям травостою влітку під пологом лісу, що свідчить про задовільний стан дослідженого лісового біогеоценозу.

Для пізнання екологічної структури ценозу проведено екоморфічний аналіз рослин за видовою насиченістю, проективним покриттям та їх інтегральним показником – фітоценотичною активністю (табл. 3).

Таблиця 3

Активність біоморф та екоморф трав'янистих видів заплавного лісу

Група екоморф		Фітоценотична активність, %
Клімаморфи	нанофанерофіти	0,63
	гемікриптофіти	84,85
	геофіти	14,12
	гелофіти	0,40
Гігроморфи	мезоксерофіти	1,53
	ксеромезофіти	19,87
	мезофіти	76,93
	гігромезофіти	0,71
	мезогігрофіти	0,16
	гігрофіти	0,80
Трофоморфи	олігомезотрофи	21,22
	олігомегатрофи	2,72
	мезотрофи	60,41
	мегатрофи	15,65
Геліоморфи	геліофіти	0,79
	сціогеліофіти	33,95
	геліосціофіти	59,18
	сціофіти	6,08
Ценоморфи	сильванти	68,21
	пратанти	21,35
	палюданти	1,25
	рудеранти	9,19

У видовій насиченості серед біоморф переважають гемікриптофіти та вегетативнорухливі рослини, а серед екоморф – мезофіти, сціогеліофіти, мезотрофи, ентомофіли, балісти та сильванти. У проективному покритті серед біоморф першість належить гемікриптофітам, а серед екоморф – мезофітам, геліосціофітам, мезотрофам і сильвантам. Серед біоморф найактивніші гемікриптофіти, а серед екоморф – мезофіти, геліосціофіти, мезотрофи, сильванти. Виявлене співвідношення екоморф типове для лісового угруповання і вказує на сприятливі умови для його зростання. Проте у видовій насиченості екоморф значна частка (15,8 %) належить рудерантам, що вказує на наявність антропогенного впливу на досліджені фітоценози.

Фітоіндикаційне визначення екологічних умов зростання за Л. Г. Раменським [10] вказує на вологолучний тип зволоження (64–76 балів), досить багаті, мезотрофні ґрунти та слабкий антропогенний вплив. Результати також свідчать про те, що у центральній заплаві збереглися сприятливі умови для зростання лісової рослинності.

Висновки

Досліджений фітоценоз має ознаки заплавного лісу: у спектрі біоморф найактивніші гемікриптофіти та вегетативно рухливі види, а серед екоморф – мезофіти, мезотрофи, геліосціофіти та сильванти. Результати фітоіндикаційного аналізу підтвердили наявність сприятливих екологічних умов для формування лісового біогеоценозу. Трав'яний покрив дослідженої лісової екосистеми протягом останніх 40 років спостережень залишився досить стабільним: із флористичного складу наявні 70 % зареєстрованих раніше видів, домінують типові сильванти, залишився низьким показник проективного покриття. Наявність великої кількості рідкісних рослин у складі дослідженого угруповання свідчить про його унікальність і необхідність здійснення природоохоронних заходів у Присамар'ї. Серед трав'янистих рослин центральної заплави виявлено багато лікарських, медоносних, декоративних. Більшість із них мають невисоку фітоценотичну активність і тому не придатні для масового використання. Проте їх можна рекомендувати для вирощування в культурі за відповідних екологічних умов – на досить багатих ґрунтах із вологолучним зволоженням у затінених місцезростаннях.

Бібліографічні посилання

1. **Барановский Б. А.** Фиторазнообразие основных экотопов поймы р. Самары / Б. А. Барановский, А. А. Александрова // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, № 3–4. – С. 135–144.
2. **Барановський Б. О.** Аналіз флористичного різноманіття річкових долин Присамар'я на сучасному етапі досліджень // Питання степового лісознавства і рекультивації земель. – Д. : ДНУ, 2008. – Вип. 37. – С. 91–93.
3. **Бельгард А. Л.** Лесная растительность юго-востока УССР. – К. : КГУ, 1950. – 263 с.
4. **Бельгард А. Л.** Степное лесоведение. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
5. **Григоренко О. С.** О содержании микроэлементов в листьях растений пристепных и пойменных дубрав Присамарья // Вопросы степного лесоведения. – Д. : ДНУ, 1977. – Вып. 10. – С. 80–83.
6. **Материалы** к парцеллярной структуре пойменной липо-ясеневой дубравы (Присамарье) / М. А. Альбицкая, Л. Г. Долгова, А. А. Дубина, Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения. – Д. : ДНУ, 1972. – Вып. 2. – С.100–134.
7. **Неронов В. В.** Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России. – М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.
8. **Плохинский Н. А.** Биометрия. – М. : МГУ, 1970. – 368 с.
9. **Раменский Л. Г.** Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
10. **Травлеев А. П.** Естественные и искусственные леса юго-востока степной зоны Украины // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д. : ДНУ, 2004. – С. 31–32.
11. **Травлеев Л. П.** Материалы к характеристике грунтовых вод Присамарского стационара / Л. П. Травлеев, О. С. Григоренко // Вопросы степного лесоведения. – Д. : ДНУ, 1972. – Вып. 5. – С. 22–27.
12. **Червона книга** Дніпропетровської області (Рослинний світ) / За ред. А. П. Травлєєва. – Д. : Баланс-Клуб, 2010. – 500 с.
13. **Червона книга** України. Рослинний світ / За ред. Я. П. Дідуха. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
14. **Экологическая** оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – М. : Гос. изд-во сельхоз. лит-ры, 1956. – 472 с.
15. **Юрцев Б. А.** Флора Сунтар-Хаята. – Л. : Наука, 1968. – 236 с.

Надійшла до редколегії 21.09.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 93–102.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 93–102.

УДК 574.47+592

К. О. Мороз, А. В. Лигун, В. В. Бригадиренко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

СЕЗОННА ДИНАМІКА ПІДСТИЛКОВОЇ МЕЗОФАУНИ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ м. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬК

Досліджено особливості формування та сезонної динаміки фауни підстилкових безхребетних територій, що перебувають під техногенним тиском металургійної та коксохімічної промисловості. Виявлено сезонні коливання чисельності, кількості видів, зміни таксономічної та функціональної структури герпетобію. Проаналізовано динаміку рівня біорізноманіття угруповань нагрунтових артропод.

Е. О. Мороз, А. В. Лыгун, В. В. Бригадиренко

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОДСТИЛОЧНОЙ МЕЗОФАУНЫ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ г. ДНЕПРОДЗЕРЖИНСК

Исследованы особенности формирования и сезонной динамики фауны подстилочных беспозвоночных территорий, находящихся под техногенным прессом металлургической и коксохимической промышленности. Выявлены особенности сезонных колебаний численности, количества видов, таксономической и функциональной структуры герпетобия. Проанализирована динамика уровня биоразнообразия сообществ напочвенных артропод.

K. O. Moroz, A. V. Lygun, V. V. Brygadyrenko

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

LITTER MESOFAUNA SEASONAL DYNAMICS OF ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED ECOSYSTEMS IN DNIPRODZERZHINSK CITY

Peculiarities of formation and seasonal dynamics of litter invertebrates fauna in the territories under technogenic load of metallurgical and by-product coke industry are investigated. Features of the seasonal fluctuations of number, species quantity, taxonomic and functional structure of litter mesofauna are revealed. The dynamics analysis of the biodiversity of litter arthropods communities is carried out.

Вступ

В умовах техногенного тиску та антропогенної трансформації екосистем першочергове та невідкладне завдання біологічних наук – всебічне дослідження та виявлення тенденції змін структури екосистем. Установлення структури угруповань дозволить вийти на якісно новий рівень розробки прогностичних моделей функціонування екосистем задля збереження їх стійкості [4; 9].

© К. О. Мороз, А. В. Лигун, В. В. Бригадиренко, 2011

Детальне дослідження тваринного населення – невід'ємного компонента екосистеми – необхідна умова для діагностики та оптимізації середовища техногенно порушених територій [5]. Як об'єкти екологічного моніторингу у першу чергу можна використовувати саме елементи мезофауни, реакція на забруднення яких проявляється у варіюванні чисельності, порушенні співвідношення трофічних груп і видового складу герпетобіонтів. Через щільний зв'язок із ґрунтовим горизонтом і чутливість до реакції ґрунтового розчину саме підстилкові безхребетні – одні з найкращих біоіндикаторів забруднення ґрунтів речовинами, що надходять з атмосфери [1–3; 6; 7; 10].

Дніпродзержинськ – потужний промисловий центр Дніпропетровської області. Основні промислові підприємства розташовані у правобережній частині міста, вони згруповані у промислові зони. Місто налічує 58 промислових підприємств, що виділяють 108 тис. тонн шкідливих речовин на рік (15,5 % від обласного рівня). ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» – найбільший забруднювач повітря в місті, який викидає 89 % шкідливих речовин. Найшкідливіші гази – вуглеводні, оксиди азоту та сірки. Коксохімічний завод ВАТ «Баглейкокс» спеціалізується на переробці вугілля та сирого бензолу, а також на виробництві доменного коксу. Основні забруднювачі – коксовий пил і оксид сірки. Основні джерела викидів шкідливих газів (крім підприємств) – автотранспорт і продукти горіння, що надходять до повітряного середовища. Промислові викиди потрапляють до ґрунту разом з атмосферними опадами, пилом і аерозолями, а також із насиченим полютантами рослинним опадом [8].

Аналіз структурно-функціональних особливостей і сезонної динаміки популяційних характеристик угруповань підстилкової мезофауни ділянок, розташованих у зоні безпосередніх промислових викидів, дозволить виявити вплив техногенної трансформації на формування герпетобію та механізми функціонування антропогенно порушених екосистем.

Матеріал і методи досліджень

Матеріали збирали протягом вегетаційного сезону 2010 р. (квітень – жовтень) на території м. Дніпродзержинськ (Дніпропетровська обл.). Відбір підстилкових безхребетних проводили за загальноприйнятими методиками (за допомогою пасток Барбера з 4 % розчином формаліну). За період досліджень відібрано близько 9 300 екз. нагрунтових безхребетних, що належать до 145 видів.

Для дослідження сезонної динаміки герпетобію на кожній пробній ділянці у період з 19.04 по 10.10.1010 р. функціонувало по 10 пасток. Вилучення безхребетних проводили з періодичністю 7–10 діб синхронно на обох ділянках.

Пробна ділянка 1. Штучне санітарно-захисне насадження (50 м від коксохімічного заводу ВАТ «Баглейкокс»). Деревний ярус: *Acer negundo* L., *A. platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Gleditsia triacanthos* L., *Populus alba* L., *Ulmus caprinifolia* Rupp. ex G. Sukcow (зімкненість деревостану – 40 %). Чагарниковий ярус відсутній. У трав'яному ярусі (проективне покриття – 65 %) домінує *Elytrigia repens* (L.) Nevski (40 %), *Convolvulus arvensis* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Capsella bursa pastoris* L., *Poa angustifolia* L. Підстилка пухка, аморфна, потужністю 2 см. Ґрунт – чорнозем середньосуглинковий лісополіпшений антропогенно трансформований. Умови зволоження – мезоксерофільні.

Пробна ділянка 2. Штучне санітарно-захисне насадження (50 м від ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського»). Деревний ярус: *Acer negundo* L., *Ulmus caprinifolia* Rupp. ex G. Sukcow, *Robinia pseudoacacia* L. (зімкненість деревостану 60 %). Чагарниковий ярус відсутній. У трав'яному ярусі (проективне по-

криття 55 %) домінує *Elytrigia repens* (35 %), також присутні *Erysimum diffusum* Ehrh., *Reseda lutea* L., *Koeleria gracilis* Pers., *Poa angustifolia* тощо. Підстилка аморфна, потужністю 5 см, дуже щільна з великою кількістю промислового сміття, азбесту, промислового пилу. Ґрунт – чорнозем середньосуглинковий лісополіпшений антропогенно трансформований. Умови зволоження – ксеромезофільні.

Результати та їх обговорення

Чисельність підстилкової мезофауни насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» більше ніж у 3,5 раза перевищує даний показник для насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» (4,18 та 1,15 особин/10 пастко-діб у середньому за сезон відповідно). Але на території насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» протягом сезону спостерігаються відносно сталі значення динамічної чисельності, тоді як на ділянці насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» відмічаються значні коливання чисельності: піки та спади зі значною амплітудою (рис. 1).

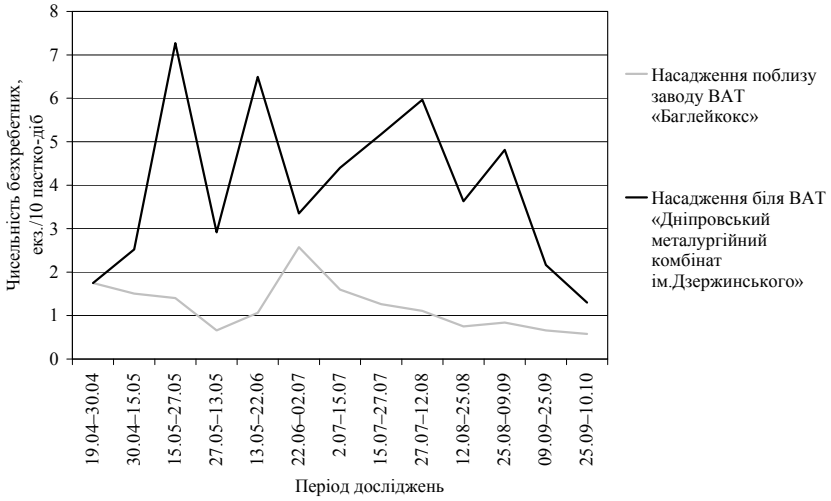


Рис. 1. Сезонна динаміка чисельності підстилкової мезофауни антропогенно трансформованих екосистем м. Дніпроджержинськ

Пік чисельності герпетобію насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» спостерігається у другій декаді червня (2,58 особин/10 пастко-діб). Наприкінці серпня та початку жовтня даний показник досягає мінімальних значень за весь сезон спостережень (0,58–0,66). На ділянці насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» відмічається декілька піків чисельності підстилкової мезофауни: найбільший із них (7,27 особин/10 пастко-діб) зареєстровано в середині травня. Три інші – початок червня, перші декади серпня та жовтня. Мінімальні показники (2,17 та 1,30 особин/10 пастко-діб) спостерігаються наприкінці вересня – початку жовтня та пов'язані з поступовим зниженням температури повітря, скороченням тривалості світлового дня, переходом безхребетних до зимової діапаузи. Із поступовим і неодночасним виходом із неї пов'язана низька квітнева чисельність підстилкової мезофауни. Травневий пік чисельності безхребетних пояснюється переходом багатьох видів комах до статевозрілої, імагінальної стадії розвитку та масовим розмноженням герпетобіонтів. Серпнево-вересневі піки зумовлюються виходом більшості безхребетних із літньої діапаузи. Усі піки чисельності на обох пробних ділянках збігаються із

різким зростанням чисельності окремих домінантних видів: турунів *Calathus fuscipes* (Goeze, 1777), мурах *Formica spp.* та ізопод *Armadillidium sp.*

За кількістю видів досліджені ділянки мало відрізняються (рис. 2). За період досліджень насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» зареєстровано 109 видів підстилкових безхребетних, у насадженнях ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» – 82. На обох територіях спостерігається подібна тенденція сезонної варіабельності видового багатства. Але на ділянці насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» протягом сезону відмічається відносно невисока одночасна присутність різних видів у екосистемі та поступове сезонне заміщення одних видів на інші. На території насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» спостерігається інша картина: на фоні невисокої загальної кількості одночасно в екосистемі зустрічається більше видів, ніж на ділянці насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс».

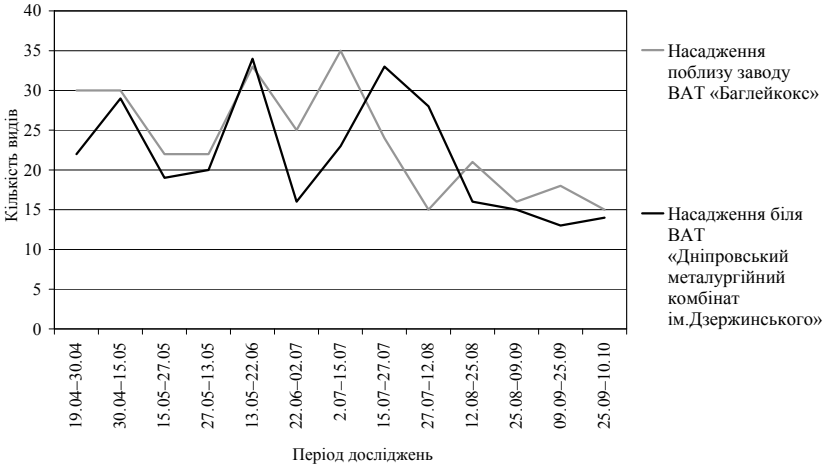


Рис. 2. Динаміка кількості видів у герпетобії антропогенно трансформованих екосистем м. Дніпроджержинськ

Два перші піки видового багатства (початок травня та перша декада червня) на обох пробних ділянках збігаються за часом і значеннями кількості видів (29–30 та 33–34 види відповідно). Два інші піки припадають на липень (насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» – на першу декаду, насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» – на другу) і досягають позначок 35 та 33 види відповідно. Найнижчі показники видового багатства у насадженнях ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» спостерігаються у другій декаді червня та вересня (16 та 13 видів відповідно), на насадженнях поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» – на початку липня та жовтня (15 видів). Літній спад видового багатства пов'язаний із сезонною посухою та літньою діапаузою більшості підстилкових безхребетних. Осінній – із поступовим затуханням активності артропод, закінченням вегетаційного сезону та уповільненням екосистемних процесів.

Таксономічний розподіл нагрунтових артропод суттєво відрізняється на досліджених ділянках (рис. 3, 4). У насадженнях ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» основу підстилкової фауни складають представники Isopoda (42,4 % від загальної кількості мезофауни), значна частина герпетобію представлена рядами Hymenoptera та Coleoptera (26,8 та 25,8 % відповідно). Представники підкласу Aranei складають лише 3,2 % герпетобію. На ділянці насадження поблизу заводу ВАТ

«Баглейкокс» головну роль у формуванні мезофауни відіграють представники ряду Coleoptera (42,8 %). Значна частина герпетобію представлена безхребетними підкласу Aranei та ряду Isopoda (17,6 та 15,8 % відповідно). На відміну від насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського», 9,1 % мезофауни насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» припадає на представників ряду Dermaptera. Hymenoptera складають лише 8,0 % підстилкової мезофауни ділянки насадження заводу ВАТ «Баглейкокс».

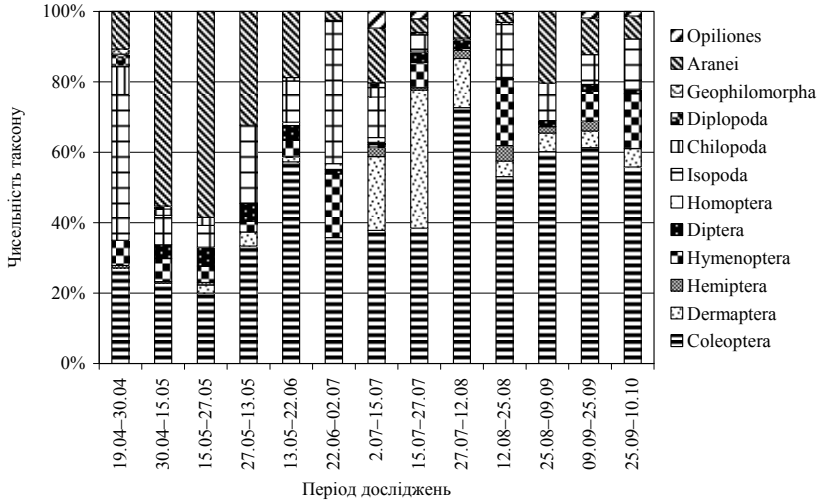


Рис. 3. Сезонна динаміка таксономічної структури герпетобію ділянки насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» (м. Дніпродзержинськ)

Представники підкласу Aranei домінують у мезофауні насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» наприкінці весни (див. рис. 3) та досягають максимальної чисельності у першій декаді травня (58,5 % від загальної чисельності герпетобію). Влітку чисельність павуків різко знижується: мінімальна вона на початку червня та у другій декаді серпня (2,6 та 2,5 % відповідно). Відносна чисельність колеоптерофауни насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» поступово підвищується протягом вегетаційного сезону та досягає максимуму у другій декаді липня (72,7 %). Протягом серпня – жовтня представники ряду Coleoptera складають 50,0 % від кількості герпетобію. Динаміка відносної чисельності представників ряду Isopoda коливається протягом сезону зі значною амплітудою. У другій декаді квітня та червня ізоподи домінують у наґрунтовій мезофауні ділянки насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» (41,4 та 40,3 % відповідно). Наприкінці липня – на початку серпня представники даного таксона в герпетобії не зареєстровані. Суттєві перепади чисельності таксона пояснюються залежністю суходольних ракоподібних від мікрокліматичних умов навколишнього середовища. Особливості біології зумовлюють значне зниження чисельності даного таксона у період літньої посухи (липень – серпень). Протягом липня на фоні суттєвого зниження через літню діапаузу відносної кількості більшості таксонів підстилкових безхребетних значної чисельності досягають представники ряду Dermaptera. У другій декаді липня вони складають 39,1 % мезофауни ділянки насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс».

На ділянці насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» з початку квітня до першої декади липня у мезофауні домінують представники ряду Isopoda (див. рис. 4). Максимум їх чисельності зареєстровано у другій

декаді травня (80,8 та 79,1 %). Починаючи з другої декади липня чисельність Isopoda різко знижується і до кінця сезону спостережень не перевищує 28 %. Максимальна відносна чисельність представників ряду Coleoptera спостерігається у період із кінця липня до першої декади вересня (до 49,7 %). Найнижчий показник зареєстровано у середині травня (2,7 %). Наприкінці квітня – на початку травня близько 23 % герпетобію складають представники ряду Hymenoptera. Із другої декади травня до початку липня відносна чисельність Hymenoptera суттєво знижується та не перевищує 8,0 %. Починаючи з другої декади липня Hymenoptera поступово підвищують активність до 65,1 % у першій декаді жовтня. Максимальні показники відносної чисельності представників підкласу Aranei зареєстровано у середині травня (8,4 %). Починаючи з першої декади липня чисельність павуків суттєво знижується, мінімальні значення (0,43 %) спостерігаються наприкінці серпня.

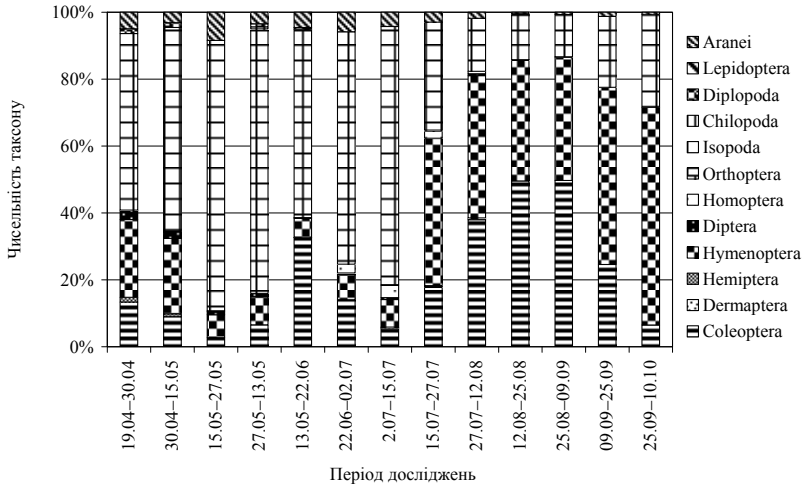


Рис. 4. Сезонна динаміка таксономічної структури герпетобію ділянки насадження поблизу ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» (м. Дніпродзержинськ)

Розподіл трофічної структури мезофауни (рис. 5, 6) антропогенно трансформованих екосистем м. Дніпродзержинськ має суттєві відмінності. На ділянці насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» 49,8 % підстилкових безхребетних складають зоофаги за рахунок великої чисельності твердокрилих родини Carabidae. Фітосапротрофний блок становить 16,3 %. Через домінування у таксономічному розподілі Isopoda 42,6 % трофічної структури насаджень поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» складають фітосапрофаги, зоофаги становлять лише 27,3 %. Проективне покриття трав'яного ярусу досліджених ділянок безпосередньо впливає на розподіл трофічної структури мезофауни: фітофаги насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» складають близько 14, а на території насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» – лише 2,9 %. Частка безхребетних-пантофагів на обох досліджених ділянках суттєво не відрізняється (18,5 % у насадженнях поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» та 26,8 % у насадженнях ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського»). Два відсотки трофічної структури насаджень поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» становлять копрофаги, а у насадженнях ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» – лише 0,4 %. Некрофільна ланка герпетобію насаджень ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинсько-

го» складає лише 0,01 %. На території насаджень заводу ВАТ «Баглейкокс» жодного представника некрофагів за період досліджень не зареєстровано.

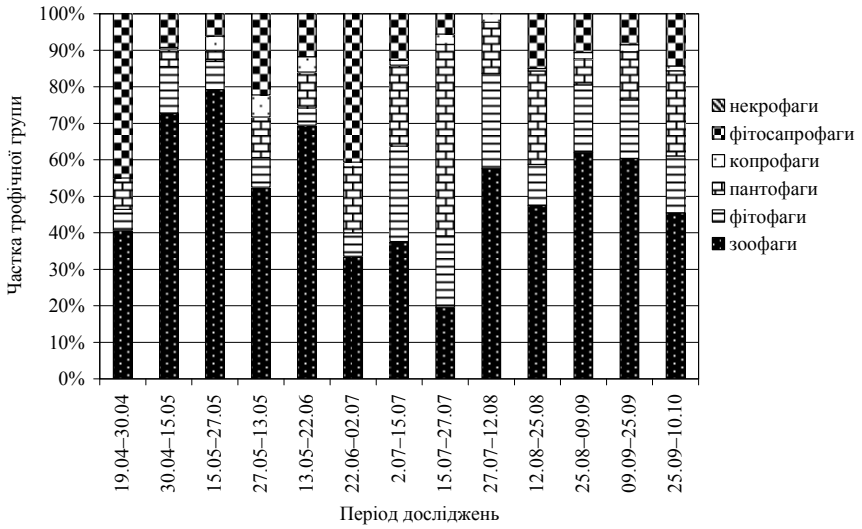


Рис. 5. Сезонна динаміка трофічної структури підстилкової мезофауни насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» (м. Дніпродзержинськ)

Пік чисельності блоку зоофагів на ділянці насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» зареєстровано у першій декаді травня (див. рис. 5). Далі спостерігається поступове зниження активності представників даного трофічного рівня, і у першій декаді липня чисельність зоофагів сягає мінімальних значень, дорівнюючи чисельності фітофагів (20 %). Максимальна кількість фітофагів (26 %) спостерігається наприкінці червня. У першій декаді липня трофічну структуру насаджень поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» формують пантофаги (52 %), що зумовлено підвищенням активності Dermaptera. Поступово чисельність пантофагів знижується, і наприкінці вересня – на початку жовтня складає 21,3 %. Пригнічення активності пантофагів (11 %) у середині травня зумовлює підвищення частки копротрофного блоку дослідженої екосистеми. Пік активності фітосапрофагів припадає на середину червня (41 %). Поступово активність фітосапрофагів знижується. У зв'язку з літньою діапаузою у середині липня вони повністю випадають із трофічної мережі герпетобію. Починаючи з кінця липня – початку серпня частка фітосапрофагів підвищується та наприкінці вегетаційного сезону складає 14 % чисельності мезофауни.

На території насаджень ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» зареєстровано два піки активності зоофагів: перший припадає на кінець травня – першу декаду червня, другий (50 %) – наприкінці липня – на початку серпня (див. рис. 6). Далі спостерігається пригнічення активності даного трофічного блоку, і наприкінці вегетаційного сезону зоофаги складають лише 5,3 % від загальної кількості герпетобію дослідженої ділянки. Пік активності фітотрофів (5,4 %) припадає на кінець травня – першу декаду червня, мінімальних значень даний показник сягає наприкінці липня – на початку серпня і до кінця сезону не перевищує 2 %. Мінімальна кількість пантофагів зареєстрована наприкінці травня – у першій декаді червня, але протягом сезону поступово підвищується та на початку жовтня формує ядро трофічної структури герпетобію (65 %). Максимальну чисельність копрофагів зареєстровано у першій декаді травня. В інші періоди відсоток даного трофічного блоку лишався незначним.

Максимальних значень частка фітосапрофагів сягає у першій декаді травня, наприкінці серпня – на початку вересня, навпаки, спостерігається значне зниження чисельності (13 %). Наприкінці вегетаційного сезону фітосапрофаги складають 28 %. Некрофаги за період досліджень зареєстровані лише на початку липня.

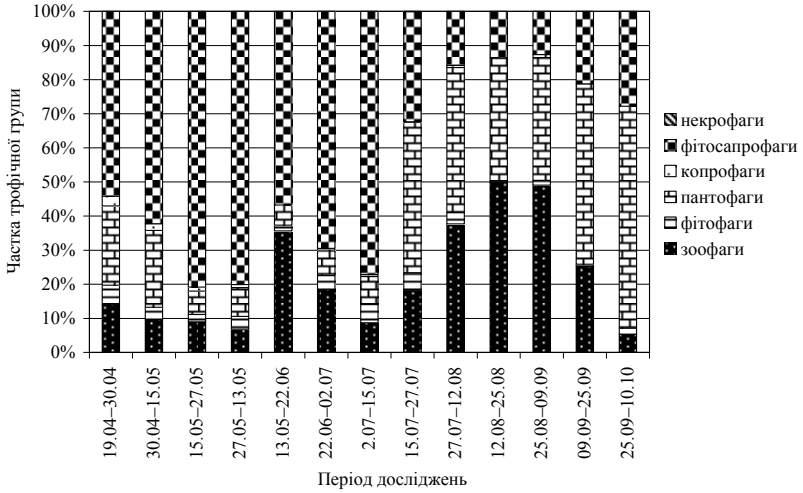


Рис. 6. Сезонна динаміка трофічної структури герпетобію насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» (м. Дніпродзержинськ)

Рівень біорізноманіття суттєво не відрізняється на обох досліджених ділянках і є досить низьким (рис. 7). Індекс Шеннона для насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» у середньому складає 2,08, а індекс Пієлоу – 0,754 біт. Для мезофауни насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» ці показники дещо вищі: 3,38 та 0,754 біт відповідно.

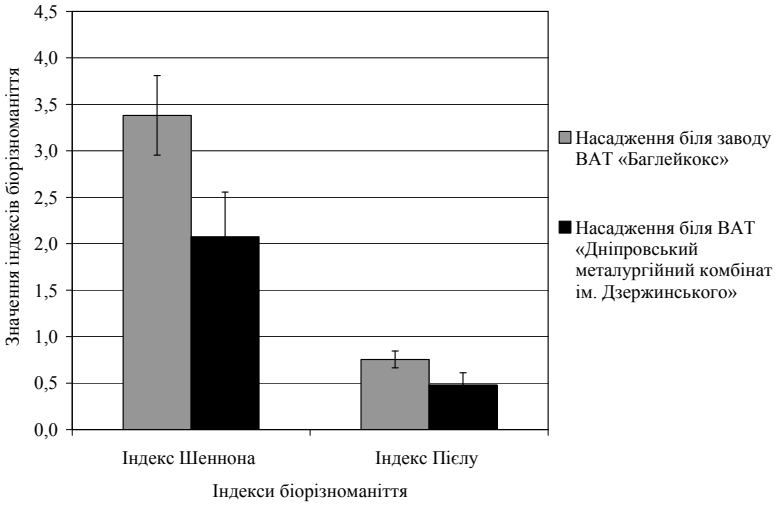


Рис. 7. Біорізноманіття угруповань підстилкової мезофауни антропогенно трансформованих екосистем м. Дніпроджержинськ

Найнижчі індекси різноманіття мезофауни для насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» (рис. 8) зареєстровано у другій декаді трав-

ня (1,23 та 0,29 біт відповідно). Максимальні показники індексу Шеннона (2,91) спостерігаються наприкінці липня та протягом подальших досліджень складають близько 2,3 біт. Найвищі значення еквітабільності угруповань підстилкових артропод зареєстровано в середені вересня (0,64), надалі цей показник коливається в межах 0,58 біт.

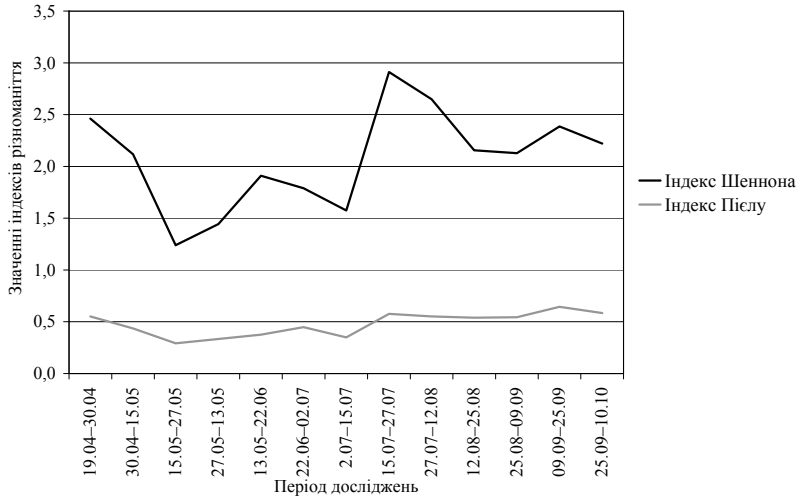


Рис. 8. Сезонна динаміка біорізноманіття герпетобію насадження поблизу ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» (м. Дніпродзержинськ)

На території насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» максимальні значення індексу Шеннона (рис. 9) спостерігаються на початку липня (4,18 біт). У другій декаді липня – на початку серпня зареєстроване зниження ентропії герпетобію (2,90), та з другої декади серпня до кінця вегетаційного сезону показник поступово підвищується (близько 3,40 біт).

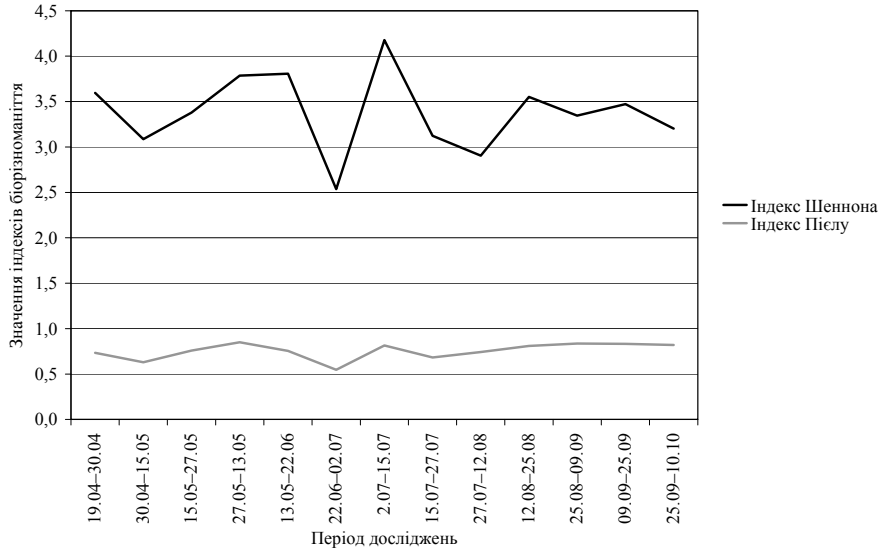


Рис. 9. Сезонна динаміка біорізноманіття угруповань підстилкових артропод насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» (м. Дніпродзержинськ)

Максимальні значення індексу Пієлу (0,85) спостерігаються на початку липня, мінімальні (0,55) – у першій декаді серпня. Починаючи з середини серпня еквітабільність мезофауни підвищується, до кінця жовтня тримається на рівні близько 0,8 біт.

Висновки

Характеристики угруповань підстилкових безхребетних антропогенно трансформованих ділянок м. Дніпродзержинськ мають досить низький рівень. Чисельність герпетобію насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» більше ніж у 3,5 раза перевищує даний показник герпетобію насадження поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс», але на останній ділянці зареєстровано на 30 видів більше. Основу трофічної структури підстилкової мезофауни насадження ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського» складають зоофаги, тоді як у насадженні поблизу заводу ВАТ «Баглейкокс» основу герпетобію становлять фітосапрофаги. Таксономічна структура та рівень біорізноманіття угруповань підстилкових безхребетних обох досліджених ділянок суттєво не відрізняється.

Бібліографічні посилання

1. **Бессолицына Е. П.** Изменение структуры зооценозов почв подтаежного ландшафта в условиях техногенного воздействия // География и природные ресурсы. – 1990. – № 4. – С. 104–108.
2. **Гиляров М. С.** Роль почвенных животных в разложении растительных остатков и круговороте веществ / М. С. Гиляров, Б. Р. Стриганова // Итоги науки и техники. Зоол. беспозвоночных. – М. : ВИНИТИ, 1978. – Т. 5. – С. 8–69.
3. **Гиляров М. С.** Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М., 1982. – С. 8–11.
4. **Емельянов И. Г.** Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. – К., 1999. – 168 с.
5. **Клауснитцер Б.** Экология городской фауны. – М. : Мир, 1990. – 246 с.
6. **Криволуцкий Д. А.** Почвенные животные как биоиндикатор при экологическом нормировании нарушений природной среды // Проблемы почвенной зоологии. – Минск, 1978. – С. 123–124.
7. **Методы** почвенно-зоологических исследований / Под ред. М. С. Гилярова. – М. : Наука, 1975. – 280 с.
8. **Пасічний Г. В.** Геоекологічні моніторингові дослідження вмісту важких металів у ґрунтах техногенно змінених ландшафтів (на прикладі м. Дніпродзержинська) / Г. В. Пасічний, С. М. Сердюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Геологія. Географія. – 2002. – Вип. 4. – С. 161–166.
9. **Северцов А. С.** Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журн. общ. биол. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 579–589.
10. **Стриганова Б. Р.** Трофические отношения почвенных животных и их зонально-ландшафтные особенности / Б. Р. Стриганова, Ю. И. Чернов // Структурно-функциональная организация биогеоценозов. – М. : Наука, 1980. – С. 269–288.

Надійшла до редколегії 25.05.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 103–108.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 103–108.

УДК 581.1.03+631.531.173

М. П. Моцний, Н. П. Боцьва, О. В. Єліна, Є. А. Уланова

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ВПЛИВ ФОТОСТИМУЛЯЦІЇ НА БІОЕЛЕКТРИЧНУ РЕАКЦІЮ ЛИСТЯ КУКУРУДЗИ

Охарактеризовано закономірності динаміки біопотенціалів листя паростків кукурудзи, що спричиняються фотостимулами білого, синього, зеленого та червоного кольорів освітленістю 90 лк. Виявлено якісно подібну динаміку біоелектричної реакції рослини на білий і кольорові стимули. Кількісно оцінено рівні гіперполяризації у кожній серії дослідів. Установлено залежність рівнів сумарної гіперполяризації від довжини хвилі фотостимулу. Із зменшенням довжини хвилі середня амплітуда потенціалу гіперполяризації зменшується з 57,7 для червоного до 27,7 мВ для синього світла. Проаналізовано можливі механізми виникнення біоелектричної реакції рослини на світлове подразнення.

М. П. Моцный, Н. П. Боцьва, Е. В. Елина, Е. А. Уланова

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара

ВЛИЯНИЕ ФОТОСТИМУЛЯЦИИ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ РЕАКЦИЮ ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ

Охарактеризованы закономерности динамики биопотенциалов листьев проростков кукурузы, вызванных фотостимулами белого, синего, зеленого и красного цветов освещенностью 90 лк. Выявлена качественно схожая динамика биоэлектрической реакции растения на белый и цветные стимулы. Количественно оценены уровни гиперполяризации в каждой серии опытов. Установлена зависимость уровней суммарной гиперполяризации от длины волны фотостимула. При уменьшении длины волны средняя амплитуда потенциала гиперполяризации уменьшается от 57,7 для красного до 27,7 мВ для синего света. Проанализированы возможные механизмы возникновения биоэлектрической реакции растения на световой стимул.

M. P. Motsnij, N. P. Botsva, O. V. Elina, Y. A. Ulanova

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University

EFFECT OF PHOTOSTIMULATION ON MAIZE LEAVES' BIOELECTRICAL RESPONSE

Dynamics of the maize leaves' biopotentials evoked by white, blue, green and red light stimuli with an intensity of 90 Lx illumination is analyzed. Qualitative similarity in dynamics of plant's bioelectrical response to white and colored stimuli is determined. Hyperpolarization levels are quantitatively estimated for each experimental series. Dependence of the total hyperpolarization levels on the photostimulus wave length is detected. Mean amplitude of the hyperpolarization potentials lessens when the wave length decreases: from 57.7 mV under the red light to 27.7 mV under the blue one. Probable forms of bioelectrical response initiation in photostimulated plants are analyzed.

Вступ

Останнім часом електрична активність вищих рослин все частіше стає об'єктом дослідження. Достатньо повно описані електрогенез, види електричної активності та ти-

© М. П. Моцний, Н. П. Боцьва, О. В. Єліна, Є. А. Уланова, 2011

пи розповсюдження сигналів, розглянуто різні види стимуляції, які викликають електрогенез [3; 4; 8; 10; 12]. Виявлено основні відмінності електрогенезу рослинних і тваринних клітин [6; 7; 11]. Відомо, що значний внесок в електричний потенціал мембрани рослинної клітини робить активний транспорт іонів, пов'язаний із перетворенням енергії [5; 9].

Адекватний подразник для фотосинтезувальних зелених рослин – зміна інтенсивності світла. Однак потенціали дії при світловому подразненні виникають не завжди, тому деякі автори вважають, що біоелектричні реакції вищих рослин при світловому збудженні принципово відрізняються від потенціалів дії [14]. За механізмом, який пропонується, такі потенціали більш близькі до хімічного способу збудження.

Термін «фотоіндуковані потенціали дії» деякі автори використовують стосовно звичайних потенціалів дії вищих рослин [5–7]. Фотоелектричні відповіді у цих рослинах розповсюджуються у базилярному напрямку від листка до кореня та спричинюються білим світлом або світлом певних довжин хвиль, значення яких збігаються з довжинами хвиль фотосинтезу. Тому за виникнення таких відповідей, скоріш за все, відповідає хлорофіл. Висловлюється припущення про особливий механізм генерації фотоіндукованих потенціалів дії, пов'язаний зі світловою активацією АТФ-фази хромопластів [13; 14]. Ці відповіді пригнічуються діуроном і не підкоряються правилу «все або нічого». Тому вважають, що фотоіндуковані потенціали дії – не справжні потенціали дії в загальноприйнятому розумінні.

Однак до теперішнього часу роль фотостимуляції в електрогенезі рослин і зв'язок електрогенезу із процесом фотосинтезу досліджені недостатньо. Тому мета даної роботи – оцінити динаміку сумарних потенціалів, що виникають під час фотостимуляції листка кукурудзи світлом різної довжини хвилі.

Матеріал і методи досліджень

Досліджували листки кукурудзи сорту «Кадр». Насіння кукурудзи висаджували в горщики з ґрунтом і пророщували у вологому середовищі. Через 20 діб після появи сходів паростки використовували в експериментах. Дослідження проводили *in vivo*.

Горщик із ґрунтом і рослиною розташовували в темній екранованій камері та витримували у темряві 30 хвилин для адаптації. Потім на листок рослини спрямовували випромінювання стимулятора, спеціально сконструйованого на основі світлодіодів чотирьох кольорів: білого, синього (λ = 470 нм), зеленого (λ = 540 нм), червоного (λ = 690 нм). Для запобігання термічному нагріванню листка використовували інфрачервоні фільтри. Освітленість, створену діодами, регулювали силою струму в них, реєстрували каліброваним люксметром і для всіх діодів підтримували на рівні 90 лк. За допомогою реле часу встановлювали тривалість фотостимуляції – 600 с.

Відвідні електроди, що не поляризуються, розміщували на листку: активний – безпосередньо на ділянці світлової плями від фотостимулятора, пасивний – на індиферентній частині листка. Сигнал з електродів подавали на підсилювач постійного струму з регульованим коефіцієнтом підсилення (1–10) та регульованим постійним рівнем, а потім на самописець «Endim». Калібрування вимірюваного сигналу здійснювали за допомогою спеціального калібрувального генератора.

Результати та їх обговорення

Під час експериментів фотостимулятор за допомогою реле часу вмикали у момент часу t_0. Під дією білого світла з освітленістю 90 лк у листі виникали складні електричні потенціали (рис. 1*а*). У початковій фазі цього потенціалу спостерігали коротколатентну двофазну деполяризацію з амплітудою 5–8 мВ. Її змінювала повільно

наростаюча фаза гіперполяризації, яка сягала максимальної величини на 150-й секунді від початку стимуляції. Потім рівень гіперполяризації практично стабілізувався на значенні 55–60 мВ. У момент вимкнення фотостимулятора (t_1) спостерігали різкий стрибок потенціалу амплітудою 10–12 мВ у бік гіперполяризації. Далі потенціал відновлювався на рівні, який в експериментах нерідко перебільшував нульовий рівень на 4–5 мВ. Період відновлення складав приблизно 250–300 с.

У наступній групі дослідів фотостимуляцію проводили світлом із різними довжинами хвиль при такій самій фіксованій освітленості 90 лк (рис. 1*б, в, г*). У цілому динаміка потенціалів не відрізнялась від динаміки відповідей на стимуляцію білим світлом, але простежували чітку тенденцію до зменшення амплітуди потенціалів зі зменшенням довжини хвилі стимулювального світла.

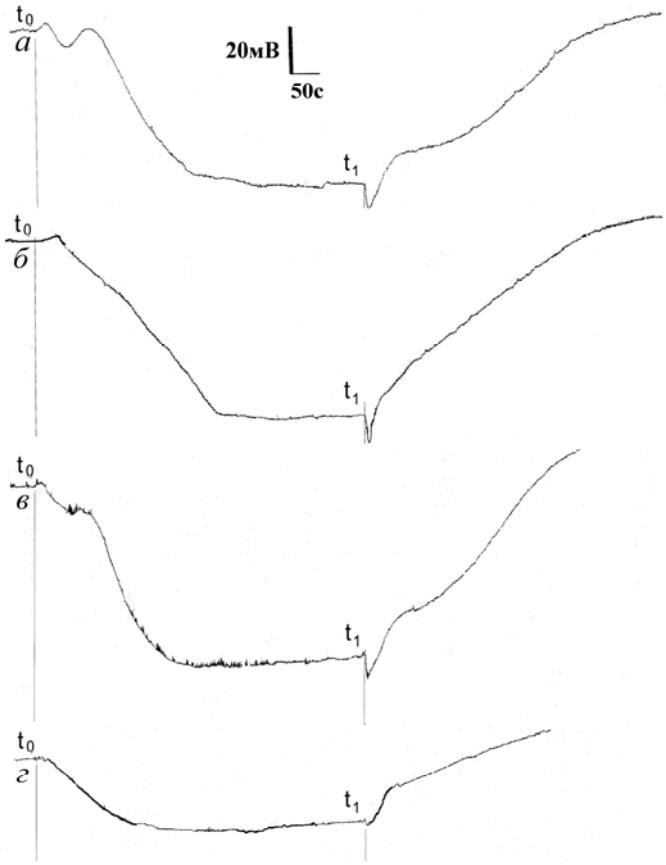


Рис. 1. Біопотенціали листка кукурудзи під час фотостимуляції з освітленістю 90 лк:
а – біле світло, *б* – 690 нм, *в* – 540 нм, *г* – 470 нм

За усередненими результатами експериментів проаналізували залежність амплітуди фотопотенціалу від довжини хвилі (рис. 2). Зі зменшенням довжини хвилі середня амплітуда потенціалу гіперполяризації зменшилась з 57,7 мВ для червоного світла (690 нм) до 27,7 мВ для синього (470 нм).

Отримані результати дають підстави стверджувати, що наявність біоелектричної реакції на світлове подразнення напевно пов’язана з процесами фотосинтезу у клітинах листка. Показано [2], що при освітленні зелених клітин зростає метаболічна складова їх мембранного потенціалу, яку у нашому випадку реєстрували як гіперполяризацію

освітленої частини листка, що контактувала з активним електродом. Ця складова пов'язана з діяльністю електрогенного H^+ насоса [4].

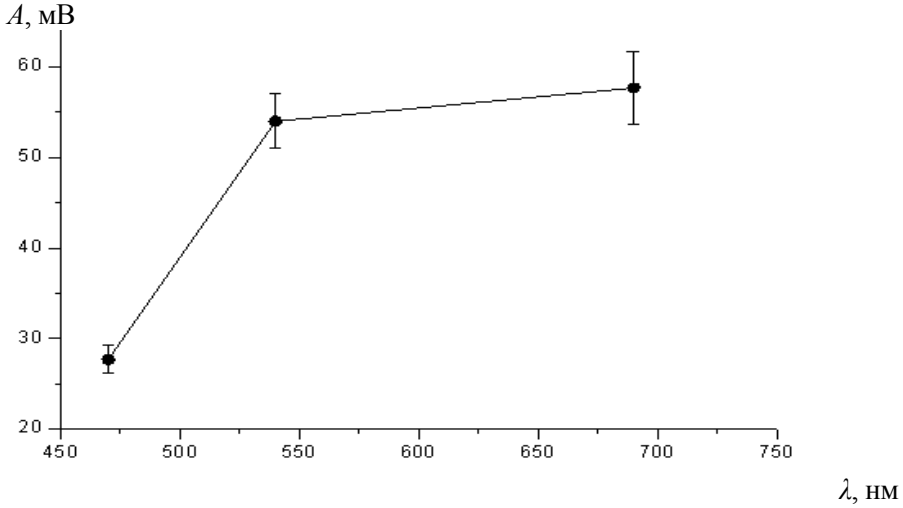


Рис. 2. Залежність амплітуди біопотенціалу (*A*) від довжини хвилі (*λ*) світла фотостимулятора

Деполяризація клітин, що викликається імпульсом світла, може бути пов'язана з сумарним потоком H^+ з міжклітинного середовища всередину клітин. Виникнення потоку H^+ усередині клітини після короткого освітлення може бути зумовлене низкою чинників: зростанням швидкості пасивного надходження H^+ до цитоплазми, уповільненням активного транспорту з цитоплазми до міжклітинного середовища або споживанням CO^- з мікрошару середовища у темнових реакціях фотосинтезу. Разом із цим, одержані результати не виключають можливості того, що поглинання світла хлоропластами викликає активацію локалізованих у плазмолемі іонних каналів. проникних для протонів і, як наслідок, зміну *pH* поверхні клітини [1; 5; 15].

Розглянута деполяризація може бути також сумарним потенціалом дії, що викликається локальним освітленням ділянки листка під активним електродом. Для з'ясування цього питання під час реєстрації потенціалів збільшили коефіцієнт підсилення амплітуди та швидкість каретки самописця (рис. 3). При фотостимуляції листка зеленим і синім світлом під активним електродом реєстрували потенціали деполяризаційного типу амплітудою 8–10 мВ і тривалістю близько 160 с, по закінченні яких спостерігалась фаза гіперполяризації.

Фотоіндукована складова потенціалу в зелених листках вищих рослин уже через декілька хвилин після дії освітлення суттєво зростає і може сягати більше половини сумарного мембранного потенціалу [4]. Таким чином, фотостимульований потенціал зелених клітин вищих рослин може відігравати важливу роль у формуванні загальної метаболічної компоненти в цілому. Це припущення підтверджується результатами інгібіторного аналізу. Такі агенти як діурон і тентоксин блокують різні фази фотостимулу, що зумовлює зменшення сумарного мембранного потенціалу до темнового рівня. Джерелом енергії для генерації фотоіндукованого потенціалу можуть бути як АТФ, так і відновлені піридиннуклеотиди [5].

Послідовність подій, що відбуваються у плазматичній мембрані рослинних клітин при їх стимуляції світловими імпульсами, можна показати таким чином. Первинна активація H^+-АТФази спричинює зниження мембранного потенціалу до порогового рівня, потім відкриваються потенціалзалежні Ca^{++}-канали, вхід іонів кальцію у клітину

активує Cl^--канали, за участі яких генерується фаза деполяризації світлоіндукованої біоелектричної реакції. У генерації фази реполяризації беруть участь іони K^+.

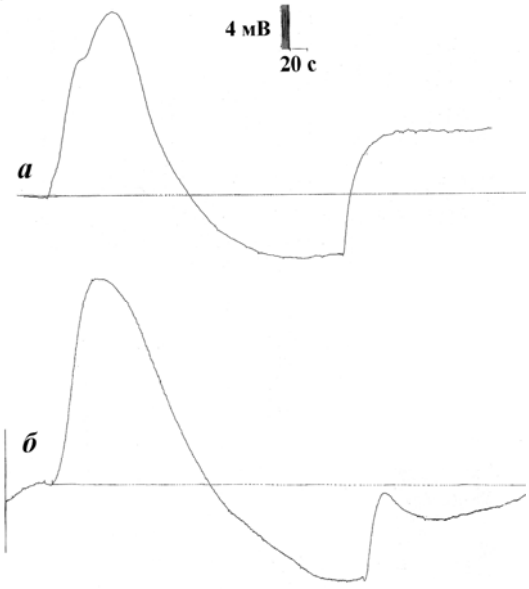


Рис. 3. Біопотенціали листка кукурудзи під активним електродом при локальному освітленні інтенсивністю 90 лк: *а* – 540 нм, *б* – 470 нм

Коротколатентну деполяризацію, амплітуда якої сягала десятків мілівольт, можна пояснити на основі моделі, що зв'язує потенціал плазмолеми з фотосинтезом [5; 6]. Необхідно відзначити, що цей потенціал не був стабільним і мав максимальну амплітуду при першій реєстрації. При повторних реєстраціях його амплітуда різко зменшувалась, що також підтверджує цю гіпотезу.

Фаза короткої (10–15 с) гіперполяризації, яка завжди виникала після вимикання стимулу, ймовірно, пов'язана з перехідними процесами при зміні освітлення. Ці процеси, у свою чергу, залежать від зміни *pH* цитоплазми [1; 15].

Отримані результати добре узгоджуються з відомими даними [14], відповідно до яких максимальне поглинання світла у процесі фотосинтезу припадає на діапазон 540–690 нм (червоне та зелене світло).

Висновки

Фотостимуляція листка паростка кукурудзи білим світлом освітленістю 90 лк спричинює появу складного біопотенціалу з початковою коротколатентною фазою деполяризації та гіперполяризацією, яка стабілізується у кінцевій фазі потенціалу та повільно наростає протягом 150–200 с. Вимкнення фотостимулу зумовлює різкий стрибок фотоіндукованого потенціалу у бік ще більшої гіперполяризації з його подальшим відновленням практично на початковому рівні. У разі стимуляції листя червоним, зеленим і синім світлом освітленістю 90 лк динаміка потенціалу в цілому не відрізняється від динаміки відповіді на стимуляцію білим світлом. За результатами аналізу залежності амплітуди потенціалу від довжини хвилі фотостимулу встановлено зменшення середньої амплітуди потенціалу гіперполяризації з 57,7 для червоного до 27,7 мВ для синього світла.

Бібліографічні посилання

1. **Воденеев В. А.** Обратимое изменение внеклеточного *pH* при генерации потенциала действия у высшего растения *Cucurbita pepo* / В. А. Воденеев, В. А. Опритов, С. С. Пятыгин // Физиол. раст. – 2006. – Т. 53. – С. 538–545.
2. **Исследование** биоэлектрических реакций листьев кукурузы при фотостимуляции / М. П. Моцный, Н. П. Боцьва, Е. В. Елина, Л. Я. Садовская // Новости передовой науки. Матер. междунар. научн.-практ. конф. – Д., 2011. – С. 23–26.
3. **Моцный М. П.** Исследование биоэлектрической рекции растений, вызванной ритмической стимуляцией / М. П. Моцный, Е. В. Елина, С. В. Власова // Наука і освіта. Матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. – Д., 2004. – С. 37–38.
4. **Опритов В. А.** Биоэлектрогенез у высших растений / В. А. Опритов, С. С. Пятыгин, В. Г. Ретивин. – М. : Наука, 1991. – 216 с.
5. **Пятыгин С. С.** Сопряжение генерации потенциала действия в клетках растений с метаболизмом: современное состояние проблемы / С. С. Пятыгин, В. А. Воденеев, В. А. Опритов // Успехи соврем. биол. – 2005. – Т. 125. – С. 534–542.
6. **Пятыгин С. С.** Деполяризация плазматической мембраны как универсальная первичная биоэлектрическая реакция растительных клеток на действие различных факторов / С. С. Пятыгин, В. А. Воденеев, В. А. Опритов // Успехи соврем. биол. – 2006. – Т. 126. – С. 493–502.
7. **Пятыгин С. С.** Сигнальная роль потенциала действия у высших растений / С. С. Пятыгин, В. А. Опритов, В. А. Воденеев // Физиол. раст. – 2008. – Т. 55. – С. 312–319.
8. **Смит К. Ю. М.** Биология сенсорных систем. – М. : Бином, 2005. – 583 с.
9. **Тарчевский И. А.** Метаболизм растений при стрессе. – Казань : Наука, 2001. – 448 с.
10. **Тарчевский И. А.** Сигнальные системы клеток растений. – М. : Наука, 2002. – 294 с.
11. **Davies E.** New functions for electrical signals in plants // New Phytol. – 2004. – Vol. 161. – P. 607–610.
12. **Mironova E. A.** Effect of low-intensity infrared and millimeter radiation of higher plants' biopotentials / E. A. Mironova, Y. M. Romanovskii // Crit. Rev. Biomed. Eng. – 2001. – Vol. 29. – P. 430–439.
13. **Shade-induced** action potentials in *Helianthus annuus* L. originate primarilly from the epicotyl / R. Stahlberg, N. R. Stephens, R. E. Cieland, E. Van Volkenburgh // Plant Signal. Behav. – 2006. – Vol. 1. – P. 15–22.
14. **Trebacz K.** Action potentials evoked by light in traps of *Dionaea muscipula* / K. Trebacz, A. Sievers // Ellis. Plant Cell Physiol. – 1998. – Vol. 39. – P. 369–372.
15. **Vodeneev V. A.** Reversible change of extracellular *pH* at the generation of mechano-induced electrical reaction in a stem of *Cucurbita pepo* / V. A. Vodeneev, S. S. Pyatygin, V. A. Opritov // Plant Sign. Behavior. – 2007. – P. 267–268.

Надійшла до редколегії 30.06.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 109–113.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 109–113.

УДК 612.018+612.014

О. А. Никифорова

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна

ВПЛИВ СТРЕС-ФАКТОРІВ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ ЩУРІВ

Досліджено вплив аліментарних стрес-факторів (*NaCl* і холестерину) на стан осмотичної резистентності еритроцитів щурів. Результати роботи демонструють значні відхилення показників осмотичної резистентності еритроцитів тварин саме за умов стрес-навантаження *NaCl*, що суттєво погіршувало стабільність еритроїдної клітини. За таких умов виникали метаболічні наслідки для серцево-судинної системи та організму в цілому.

О. А. Никифорова

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРЕСС-ФАКТОРОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ

Исследовано влияние алиментарных стресс-факторов (*NaCl* и холестерина) на состояние осмотической резистентности эритроцитов крыс. Результаты работы демонстрируют значительные отклонения показателей осмотической резистентности эритроцитов животных именно в условиях стресс-нагрузки *NaCl*, что существенно ухудшало стабильность эритроидной клетки. При таких условиях возникали метаболические последствия для сердечно-сосудистой системы и организма в целом.

O. A. Nykyforova

V. Lazaryan Dnipropetrovsk National University of Railway Transport

EFFECT OF STRESSFUL CONDITIONS ON THE FUNCTIONAL STATE OF BLOOD ERITROID CELLS

The influence of alimentary stress-factors – *NaCl* and cholesterol – on the osmotic resistance of rats' erythrocytes has been studied. The results demonstrate more significant deviations in erythrocytes' osmotic resistance of animals under the stress load of *NaCl* in comparison with the alimentary cholesterol load. *NaCl* significantly worsened the erythrocytes' stability. Under such conditions the metabolic consequences arised for both the organism and cardiovascular system.

Вступ

Осмотична резистентність еритроцитів (ОРЕ) – безпосередній показник стабільності еритроїдної клітини та один із маркерів багатьох патологічних станів організму в цілому [1; 11]. ОРЕ регулюється комплексом змін як електролітного складу плазми, так і структури бішару мембран еритроцитів. За даними деяких авторів [3; 4; 5], у більшості видів тварин і людини початок гемолізу відмічається при концентрації *NaCl* 0,5–0,6 %, повний гемоліз настає при 0,3–0,4 %. Відмінності рівнів ОРЕ від загально-

© О. А. Никифорова, 2011

прийнятих у тварин різних видів свідчить про ряд біохімічних особливостей цих клітин, пов'язаних із забезпеченням їх стійкості. Доцільно було б чекати, що різна гемолітична стійкість еритроцитів тварин буде корелювати з інтенсивністю виділення ендогенного окису вуглецю, що утворюється у процесі катаболізму гемоглобіну. А оскільки міжвидові особливості гемолітичної стійкості еритроцитів корелюють із рівнем еритроцитів у крові, очевидно, й інтенсивність виділення ендогенного окису вуглецю буде пов'язана з кількістю червоних кров'яних клітин у різних видів тварин.

З одного боку, *NaCl* та холестерин – важливі компоненти, необхідні для нормального функціонування клітин і організму в цілому. З іншого – надмірне їх надходження з їжею викликає зміни біохімічних властивостей клітинних мембран і зсув водно-сольового балансу [1; 2]. Один із найважливіших показників стану еритроцитарних мембран – осмотична резистентність (ОРЕ) – еритроцитарна стійкість до кислотного гемолізу. За цим показником, а також за кількістю гемоглобіну та еритроцитів можна судити про функціонування клітин червоної крові. Деякі патологічні стани можуть супроводжуватись зниженням ОРЕ, тобто розвитком гемолізу червонокрівців [5; 12] і, навпаки, корекція порушень може бути пов'язана з відновленням ОРЕ. Ця робота присвячена визначенню стійкості еритроцитів до дії аліментарних стрес-факторів (ХС та *NaCl*).

Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили на щурах-самцях вагою 120–125 г. Тварин поділили на дві групи. До першої (контрольної) увійшло 58 тварин. У тварин другої групи (n = 56) моделювали стрес шляхом щоденного додавання до їжі холестерину (0,5 г/кг маси тіла) і солей жовчних кислот (100 мг/кг маси тіла). Використання ХС ґрунтувалося на тому, що він вважається попередником метаболічних зсувів в організмі тварин, які мають місце в синтезі гормонів, і є одним із факторів розвитку різноманітних патологій серцево-судинної системи. Солі жовчних кислот – найсильніші стимулятори секреції жовчі, що сприяє емульгації жирів та їх усмоктуванню [6; 10; 11].

У тварин третьої групи (n = 76) моделювали стрес шляхом додавання аліментарного фактора (*NaCl* – 0,2 г/кг). Обрання цього чинника навантаження зумовлене тим, що *NaCl* – ініціатор тих метаболічних зсувів в організмі тварин, які спричиняють зміни синтезу гормонів і лежать в основі адаптаційних реакцій організму. У воді тварин не обмежували [10].

Експеримент тривав 21 тиждень із реєстрацією результатів на 3-й, 15-й та 21-й тижні. Тваринам у ході експерименту здійснювали декапітацію та проводили забір крові. Для того щоб запобігти згортанню крові, зібраної для дослідження осмотичної резистентності еритроцитів, до пробірки додавали одну–дві краплі гепарину. Далі здійснювали кількісне визначення ступеня гемолізу еритроцитів у буферних розчинах хлориду натрію. Як речовину, що гемолізує, використовували розчин хлористого натрію, який повинен бути досить високої якості. Отримані результати в кожній групі щурів обробляли статистично методом парних порівнянь, проводили кореляційний аналіз між концентрацією холестерину та осмотичною резистентністю еритроцитів.

Результати та їх обговорення

У тварин контрольної групи упродовж усього експерименту, тривалістю 21 тиждень, повний гемоліз еритроцитів відмічали при концентрації *NaCl* 0,3–0,4 %. Отримані значення перебували в межах норми для даного виду та статі тварин [9].

Результатом 3-тижневого холестеринового стресу було достовірне зниження ОРЕ (рис. 1). У подальшому (6–9-й тиждень) величини стійкості мембран клітин

червоної крові незначно коливалися як у бік зменшення, так й у бік збільшення відносно контрольних значень. Подібні зміни можуть бути наслідком адаптивної перебудови ліпідного складу еритроцитів [6; 7]. Встановлено кореляційний зв'язок (r = 0,77, $p < 0,05$) між показниками загального холестерину та ОРЕ у тварин цієї групи.

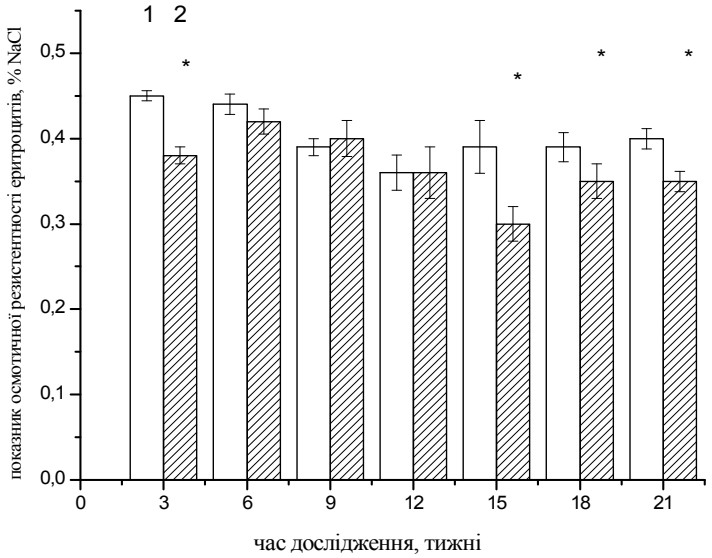


Рис. 1. Зміни осмотичної резистентності еритроцитів тварин I і II груп: * –достовірні зміни значень осмотичної резистентності відносно значень контрольної групи тварин ($p < 0,05$)

На 12–15-му тижнях експерименту відсоток гемолізу еритроцитів був найбільший і вийшов за межі норми для тварин даного виду (особливо на 15-му тижні). Ми вважаємо, що результатом ліпотропного ефекту на цьому етапі є суттєві зміни біомембран, які відіграють важливу роль в активації стрес-систем організму і можуть урешті-решт перетворитись із тріади адаптивної відповіді на тріаду пошкодження клітин. Таке явище може спостерігатись за умов гіперхолестеринемії, коли її тривала дія ушкоджує, перш за все, дві основні функції ліпідного бішару мембран: бар'єрну та матричну. Два механізми лежать в основі порушення бар'єрної функції: іонофорний і електричного пробою. Перший із них зумовлений появою в клітині речовин, що мають властивості іонофорів, здатних полегшувати дифузію іонів крізь мембрану завдяки утворенню комплексів іона й іонофора [3; 4]. Другий механізм реалізується внаслідок появи продуктів ПОЛ, які порушують електричні властивості бішару мембран [8; 13].

Додавання тваринам до раціону *NaCl* у кількості 0,2 г/кг спричинювало миттєве достовірне зниження стійкості мембран еритроцитів, яке утримувалося упродовж 12 тижнів експерименту. Отже, у даному випадку прослідковується взаємодія між стрес-системою та системою, що специфічно відповідає за адаптацію. Важлива роль у цьому процесі належить регуляції транспорту одновалентних іонів та осмотично зв'язаної води завдяки активації Na^+, K^+ і Cl^--каналів і роботі іонних переносників, які здійснюють K^+, Cl^--котранспорт, K^+, $2Cl^-$-котранспорт і Na^+/H^--обмін [3; 4; 11].

Через 15–18 тижнів експерименту спостерігали різке зниження значень осмотичної резистентності еритроцитів, які виходили за межі норми. Отже, організм піддослідних тварин не має можливості утримати набуту адаптацію, яка проявлялася на 9-му та 12-му тижнях експерименту. Як показали наші попередні дослідження [8], за

умов аліментарного навантаження як ХС, так і *NaCl* виникала гіперхолестеринемія. Відомо, що існує видова чутливість тварин до надлишку ХС. Наші результати переконливо свідчать про те, що у щурів легко відтворюється ГХС (вже на 3-му тижні) шляхом надмірного споживання *NaCl* з їжею. Збільшення вмісту ХС при відтворенні останньої моделі значно перевищувало його вміст при аліментарному навантаженні ХС.

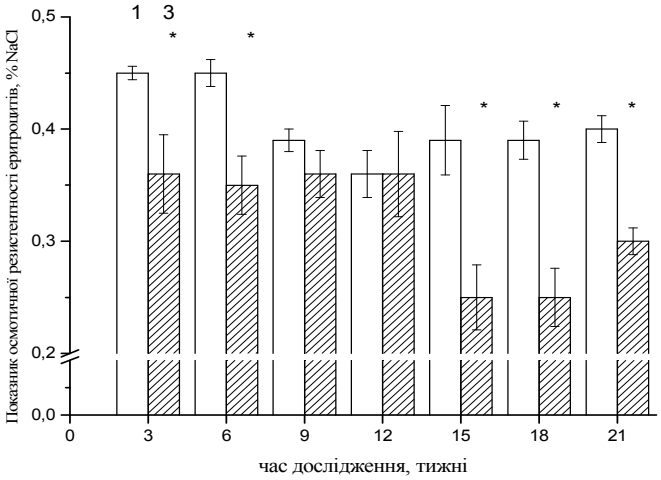


Рис. 2. Зміни осмотичної резистентності еритроцитів тварин I і III груп: * – достовірні зміни значень осмотичної резистентності відносно контрольних показників ($p < 0,05$)

Відмінність між двома видами ГХС полягала ще й у тому, що в організмі тварин, які отримували ХС-навантаження, зміни гомеостазу пов'язані з надходженням надлишкового холестерину їжі і включенням компенсаторних реакцій. А у групі з *NaCl*-навантаженням – із синтезом ендогенного холестерину у відповідь на присутність значної кількості *NaCl* як потенційного фактора розвитку патологічних змін організму. Як відомо, гіперхолестеринемія значно активує процеси перкисного окиснення ліпідів не тільки у рідких речовинах (у сироватці крові), а й у мембранних структурах формених елементів [6; 12] і все це відбувається на фоні пригнічення ферментативного ланцюга антиоксидантного захисту. Отже, за даних умов стресу у тварин III групи можливості адаптаційних систем, скоріше за все, стають вичерпними та виникають передумови для розвитку патологічних станів. Достовірних кореляційних зв'язків між рівнем холестерину та ОРЕ не встановлено.

Таким чином, *NaCl*-навантаження більшою мірою впливає на стан клітинних мембран, ніж навантаження холестерином.

Висновки

Аліментарне навантаження *NaCl* викликає суттєве стійке зниження осмотичної резистентності еритроцитів (на 15-му тижні − у 1,56 раза порівняно з контролем), на відміну від аналогічних змін у тварин, що підлягали навантаженню ХС, які були менш суттєвими і більш відновними. Тривале надходження в організм *NaCl* у високих концентраціях впливає на стан мембран еритроїдної клітини, що веде за собою розвиток патологічного стану еритроцита, неможливість ним виконувати свої функції, і має патологічні наслідки не тільки на рівні системи крові, а і на рівні функціонування всієї серцево-судинної системи. Ми припускаємо, що за умов тривалого аліментарного стресу відбувається збільшення вмісту загального ХС за рахунок утворення продуктів ПОЛ разом із накопиченням дієнових кон'югатів і фосфоліпідів у мембранах еритро-

цитів на фоні патологічних зсувів функціонування важливих мембранних ферментів, рецепторів, іонних каналів.

Бібліографічні посилання

1. **Геннис Р.** Биомембраны. Молекулярная структура и функция. – М. : Наука, 1997. – С. 332–396.
2. **Денисов Ю. П.** Стероидные гормоны и регуляция функций митохондрий // Фармакология и токсикология. – 1989. – Т. 44, вып. 4. – С. 500–506.
3. **Игнатова Е. Д.** Трансмембранные потенциалы миокарда при действии эсрадиола / Е. Д. Игнатова, В. И. Корбин // Физиол. журн. – 1999. – № 5. – С. 680–682.
4. **Кан А. М.** Влияние половых стероидов на активность лизосомальных ферментов сердца // Проблемы эндокринологии. – 2001. – № 1. – С. 53–54.
5. **Левина Л. И.** Сердце при эндокринных заболеваниях. – Л. : Медицина, 1998. – 263 с.
6. **Лопухин Ю. М.** Холестериноз / Ю. М. Лопухин, А. И. Арчаков, Ю. А. Владимиров. – М. : Медицина, 1983. – 352 с.
7. **Лукьянова Л. Д.** Действие некоторых стероидных гормонов на транспорт кальция и окислительный метаболизм митохондрий // БЭБиБ. – 1994. – Т. 118, № 12. – С. 616–618.
8. **Никифорова О. А.** Динаміка рівня кортизолу за умов гіперхолестеринемії різного генезу / О. А. Никифорова, В. П. Ляшенко // Зб. наук. пр. співроб. КМАПО ім. П. Л. Шупика. – Вип. 13, кн. 3. – С. 192–195.
9. **Никонов В. В.** Стресс. Современный патофизиологический подход к лечению. – Харьков : Консум, 2002. – 240 с.
10. **Панин Л. Е.** Биохимические механизмы стресса. – Новосибирск : Наука, 1983. – 234 с.
11. **Пат. 43978 А Україна**, 7 G09B23/28 Спосіб моделювання атеросклерозу / Ляшенко В. П., Лукашов С. М., Зорова Ж. В., Політаєва В. І.; Заявлено 21.11.2000 р.; опубліковано 15.01.2002 р. Бюл. № 1.
12. **Скулачев В. П.** Феноптоз: запрограммированная смерть организма // Биохимия. – 1999. – Т. 64, № 12. – С. 1679–1688.
13. **Титов В. Н.** Атеросклероз – патология полиеновых жирных кислот // Клинич. лаб. диагностика. – 2001. – № 1. – С. 3–9.
14. **Euroaspire**: Survey conducted by the Europlan Society of Cardiology on Secondary prevention of coronary disease / E. Ostor, A. Janosi, K. Belatiny et al. // Orv. Hetil. – 1999. – Vol. 140, N 5. – P. 243–248.

Надійшла до редколегії 17.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 114–119.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 114–119.

УДК 574.472+595.771+614.449.57

І. Т. Русев, В. М. Закусило, В. Д. Винник

Український науково-дослідний протичумний інститут ім. І. І. Мечникова, Одеса

ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА ДОБОВОЇ АКТИВНОСТІ КРОВОСИСНИХ КОМАРІВ У ПІДВАЛАХ ТА ПІД'ЇЗДАХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ м. ОДЕСА

У під'їздах і підвалах багатоповерхових будинків м. Одеса виявлено три види кровосисних комарів: *Culex pipiens* L., *Culiseta annulata* Schrk. та *Uranotaenia unguiculata* Edw. Будинки із затопленими підвалами – місце їх масового перебування та виплоду *C. p. pipiens* f. *molestus*. Виплід комарів у таких будинках відбувається протягом усього року і навіть відкачування води без спеціальних санітарних заходів не сприяє зникненню комарів. Уперше в урбанізованих ландшафтах України виявлено паразитарні екосистеми, де до циркуляції збудника гарячки Західного Нілу залучені синантропні види комарів, птахів і ссавців.

И. Т. Русев, В. Н. Закусило, В. Д. Винник

Украинский научно-исследовательский противочумный институт им. И. И. Мечникова, Одесса

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ В ПОДВАЛАХ И В ПАРАДНЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ г. ОДЕССА

В парадных и подвалах многоэтажных домов г. Одесса выявлены три вида кровососущих комаров: *Culex pipiens* L., *Culiseta annulata* Schrk. и *Uranotaenia unguiculata* Edw. Дома с затопленными и подтопленными подвалами являются местом круглогодичного массового обитания и выплода *C. p. pipiens* f. *molestus*. Выплод комаров в таких домах отмечается круглый год и даже откачка воды без специальных санитарных мер не приводит к исчезновению комаров. Впервые в урбанизированных ландшафтах Украины выявлены паразитарные экосистемы, где в циркуляцию возбудителя лихорадки Западного Нила вовлечены синантропные виды комаров, птиц и млекопитающих.

I. T. Rusev, V. N. Zacusilo, V. D. Vynnyk

I. I. Mechnikov Ukrainian Antiplage Research Institute, Odessa

DYNAMICS OF NUMBER AND DAILY ACTIVITY OF MOSQUITOES IN HIGH-RISE BUILDINGS OF ODESSA CITY

Three species of mosquitoes, *Culex pipiens* L., *Culiseta annulata* Schrk. and *Uranotaenia unguiculata* Edw., were found in halls and subbasements of the high-rise buildings in Odessa city. Buildings with moist subbasements are suitable biotopes for mosquitoes round the year. Number of the mosquitoes from the fist to fifth floors of buildings declines. The mosquitoes spread from occupied moist living buildings to dry ones. The mosquitoes attack humans, rats and pigeons. Firstly in Ukraine the ecological type of *Culex pipiens* – *C. p. pipiens* f. *molestus* as a vector of the West Nile virus was found in the urban area.

© І. Т. Русев, В. М. Закусило, В. Д. Винник, 2011

Вступ

В Україні мешкає 62 види комарів, віднесених до 7 родів. Основне ядро фауни Північного Причорномор'я складають види, характерні для степової зони України [9]. Із цієї групи комарі родів *Culex* і *Aedes* домінують за чисельністю. В Одесі у різних біотопах у різні роки виявлено від 10 до 14 видів комарів із 6 родів [1; 6].

У світі відомо 40 видів комарів, які можуть бути переносниками особливо небезпечного для людини вірусу Західного Нілу. В основному це представники родів *Culex*, *Aedes*, що мають переважно вечірню та нічну активність [2; 10]. Про добову активність і динаміку чисельності синантропних комарів, їх роль у циркуляції збудників особливо небезпечних інфекцій в урбанізованих ландшафтах, у тому числі й у селитебних зонах України, є тільки фрагментарні дані [3; 5].

Для формування біоценозів синантропних комарів потрібні специфічні санітарно-екологічні умови. І такі умови на півдні України вже декілька десятиліть сформовані в м. Одеса та ряді інших міст. Одеса за понад 200-річну історію свого існування має численні зношені будинки житлового фонду. За нашими оцінками, близько 15–20 % будинків, побудованих до 1990-х років, мають протікання водопровідної або каналізаційної системи, що спричинює підтоплення підвалів. Найбільша кількість затоплених і підтоплених підвалів – на території Суворовського району. При проведенні нами вибіркового обстеження (оглянуто 252 будинки) у цьому районі виявлено 27 затоплених і підтоплених підвалів (10,7 %) з яких 17 (63 %) заселено комарами. В Одесі сформовано осередки цілорічного виплоду так званих підвальних комарів – *Culex pipiens pipiens* f. *molestus*, масові скупчення яких виявлено нами вперше у місті [5]. Одержавши унікальні екологічні можливості як наслідок антропогенних змін, ці комарі здатні «годуватись» як на синантропних осілих, так і на перелітних птахах, що прилітають із країн Африки. Крім того, вони постійно кусають людей, які проживають у будинках із підтопленими підвалами, що створює високий ризик зараження збудниками лихоманки Західного Нілу та інших комариних арбовірусів.

Матеріал і методи досліджень

У 2006–2007 роках обстежено 31 житловий будинок у селищі Лузанівка м. Одеси. Комарів збирали з використанням ексгаустерів різної конструкції, виготовлених зі скла або пластикових пляшок [8]. В один ексгаустер збирали 200–400 комах. При збиранні «на собі» та із тварин обліковий час становить 20 хв. Для збирання та обліку комарів використовували також спеціальний ентомологічний сачок [7]. Цей метод дозволяє виявити у біоценозі не тільки самиць, а і самців. Чисельність комарів при використанні цього методу оцінювали за кількістю комах, зібраних при 10 змахах сачком діаметром 30 см [9]. Перед сортуванням на вірусологічні проби комарів анестезували тютюновим димом, визначали до виду та розкладали у спеціальні пластикові пробірки, що використовуються для зберігання матеріалів у рідкому азоті. В одну пробірку поміщали по 100–200 комах. Одночасно під систематичним спостереженням перебували будинки, які мають затоплені підвали, та один будинок, який був контрольним – із сухим підвалом. При встановленні ролі комарів як можливих переносників збудників лихоманки Західного Нілу застосовували метод ЗТ-ПЦР (зворотна транскрипція у полімеразній ланцюговій реакції).

Результати та їх обговорення

Із метою встановлення джерел заселення будинків кровосисними комарами, вивчення їх добової активності та динаміки чисельності проведено збирання і облік чисе-

льності комарів у під'їздах багатоповерхових житлових будинків на стінах сходових площадок п'яти поверхів. Результати показали, що у багатьох будинках підвали залиті водою, причому у більшості випадків це водогінна вода, змішана з каналізаційними стоками. У багатьох будинках сірі щури бігають поблизу сміттєпроводів навіть удень, не боячись людей, їх чисельність сягає 30–50 ос./підвал. У більшості будинків із затопленими підвалами на перших поверхах під'їздів і в самих підвалах виявлено величезну кількість комарів трьох видів: *Culex pipiens*, *Culiseta annulata* та *Uranotaenia unguiculata*. Чисельність двох останніх видів низька. Частка *C. pipiens* сягає понад 99 % ентомологічних зборів. На 1 м^2 стіни припадає в середньому 8,5 тис. комарів. Візуально, наскільки можна бачити в підвалі, їх кількість на стінах ще більша – комарі часто розташовуються суцільним шаром. Величезна кількість комах, їх активність і наявність у зборах 50 % самців свідчить про те, що вони активно розмножуються в затопленому підвалі упродовж року. Цей факт підтверджено у результаті зимових обстежень.

Кількість комарів експоненціально зменшується з першого до п'ятого поверху. Ця закономірність нечітко виражена в будинку № 309, де у підвалах немає води і комарі залітають із вулиці. В інших будинках, де вони розмножуються у підвалах, реєструється їх велика кількість на першому поверсі, а на інших вона різко падає від поверху до поверху. Це свідчить про надходження комарів із підвалів і подальше їх поширення по будинку (рис. 1). Порівнюючи розподіл комарів по під'їздах, установили, що комахи розподілені не рівномірно і не випадково, розподіл має характер, близький до конгрегаційного (табл.). У таблиці наведено дані щодо кількості комарів у під'їздах будинку № 307 по вул. Миколаївська Дорога за всі дати обліку.

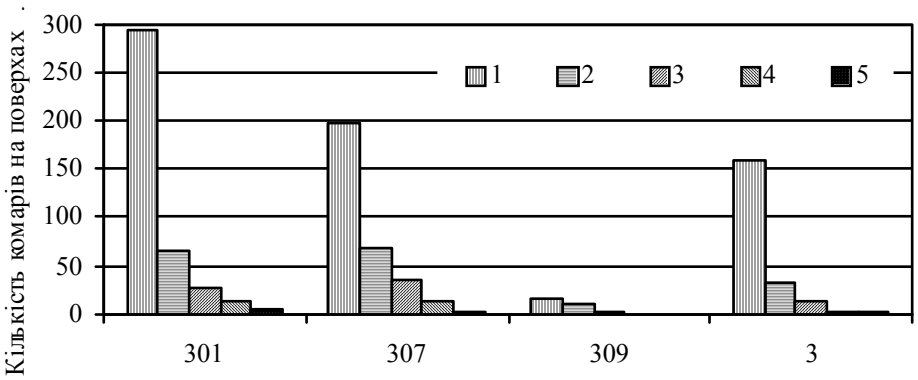


Рис. 1. Кількість комарів на стінах сходових площадок п'яти поверхів багатоповерхових будинків (середнє значення): 1–5 – поверхи будинків; по осі абсцис – номери обстежених будинків

В усіх випадках розподіл комарів був конгрегаційним, тобто різна кількість комах у під'їздах має закономірний, а не випадковий характер і, тим більше, комарі розподілені по під'їздах не рівномірно, хоча залітають у під'їзди з одного підвалу. Це пояснюється, насамперед, характером зволоження окремих ділянок підвалу, санітарним станом під'їздів і якістю ізоляції підвалу від сходової клітки. Аналогічна картина спостерігається й у будинку № 301 на вул. Миколаївська Дорога. У цьому будинку тільки у двох випадках розподіл комарів по під'їздах виявився випадковим. В обох випадках їх кількість дуже низька. В інших двох будинках подібний розрахунок зробити не можна тому, що в них тільки по два під'їзди, чого недостатньо для статистичної обробки. Будинок № 309 по вул. Миколаївська Дорога – дев'ятиповерховий, має два

під'їзди. За даними спостережень 2006–2007 років, підвали сухі. Отже, комарі можуть перебувати у цих підвалах тільки на зимівлі.

Таблиця

Розподіл комарів у під'їздах будинку № 307 по вулиці Миколаївська Дорога у 2007 році

Дата	№ під'їзду					Середнє $\pm \Delta_{(95)}$	Коефіцієнт варіації	Тип розподілу
	1	2	3	4	5			
23.03	20	12	0	0	0	6 ± 12	144	конгрегаційний
28.03	30	21	57	46	40	39 ± 18	36	конгрегаційний
04.04	24	16	57	41	30	34 ± 20	47	конгрегаційний
25.04	18	37	25	55	66	40 ± 26	50	конгрегаційний
17.05	15	22	16	43	37	27 ± 16	48	конгрегаційний
23.05	15	22	16	33	40	25 ± 14	43	конгрегаційний
01.06	18	15	35	25	20	23 ± 10	35	конгрегаційний
13.06	172	287	628	476	227	358 ± 242	53	конгрегаційний
19.06	458	450	282	411	499	420 ± 106	20	конгрегаційний
04.07	364	310	275	337	288	315 ± 46	12	конгрегаційний
18.07	31	20	33	16	19	24 ± 10	32	конгрегаційний
31.07	15	33	40	43	31	32 ± 14	34	конгрегаційний
08.08	79	114	110	59	58	84 ± 34	32	конгрегаційний
15.08	43	68	28	40	30	42 ± 20	38	конгрегаційний
21.08	13	18	30	23	20	21 ± 8	30	конгрегаційний

Результати моніторингу свідчать про те, що у березні кількість комарів коливалась від 10 до 20 на під'їзд; 4 квітня чисельність комарів різко зросла – у середньому до 55 ос./під'їзд. Це можна пояснити потеплінням і активним виходом комах із зимівлі. Надалі їх чисельність падає до одиничних екземплярів, тому що комарі, які вийшли із зимівлі, вилетіли у природні біотопи. Починаючи з 1 червня, чисельність комарів дещо підвищується, сягаючи до 4 липня 25 ос./під'їзд. У цей час іде добова міграція комарів із навколишніх природних біотопів на ночівлю до під'їздів і підвалів. Приблизно на такому рівні чисельність тримається все літо, а до кінця серпня починає знижуватися.

Інша картина спостерігається у будинках, де підвали затоплені водою та реєструється розмноження комарів протягом усього року. У будинку № 307, де підвали постійно залиті водою, із березня по червень чисельність комарів трималася на рівні 40–50 ос./під'їзд, що у 5–10 разів перевищувало їх кількість у контрольному будинку № 309, у якому підвали сухі. Із 13 червня по 4 липня реєструється різке зростання чисельності (від декількох сотень і до півтисячі особин на під'їзд). Потім чисельність різко падає і тримається на рівні декількох десятків, із невеликим сплеском до сотні у першій декаді серпня.

Аналогічна картина спостерігається й у будинку № 301 із залитими водою підвалами. До початку червня чисельність тримається на рівні 20–50 ос./під'їзд. У червні – на початку липня відзначається різкий спалах чисельності до багатьох сотень (максимум 2 657 ос./під'їзд у середині червня). Із середини до кінця липня відзначається спад чисельності до десятків, а в середині серпня – знову різке підвищення до сотні з наступним поступовим спадом до середини серпня та різким спадом у наприкінці серпня.

У будинку № 3 про вул. Червоній (рис. 2) на початку весни реєстрували тисячі комарів на 1 м^2 стіни при вході у підвал. Підвали були залиті водою. У під'їздах у березні – квітні реєстрували від 100 до 400 ос./під'їзд. У травні відзначено невеликий спад чисельності – до 150 ос./під'їзд. На початку червня після відкачування води з підвалу чисельність комарів у під'їздах різко знизилася до декількох десятків.

У зв'язку з неповним відкачуванням води і швидким заповненням підвалів вже в середині червня чисельність знову різко зросла до декількох сотень і до 4 липня коливалась у межах 150–200 ос./під'їзд. У першій декаді липня після відкачування води й висихання підвалів чисельність зменшилась практично до нуля (окремі особини), однак уже із середини серпня знову зросла до десятків. Це свідчить, що тільки відкачування води не може запобігти масовому розмноженню підвального комара. Після відкачування залишаються калюжі з яйцями та передімагінальними фазами розвитку, а також значна кількість імаго у підвалах. При наступному заповненні підвалів знову відбувається масове розмноження комарів.

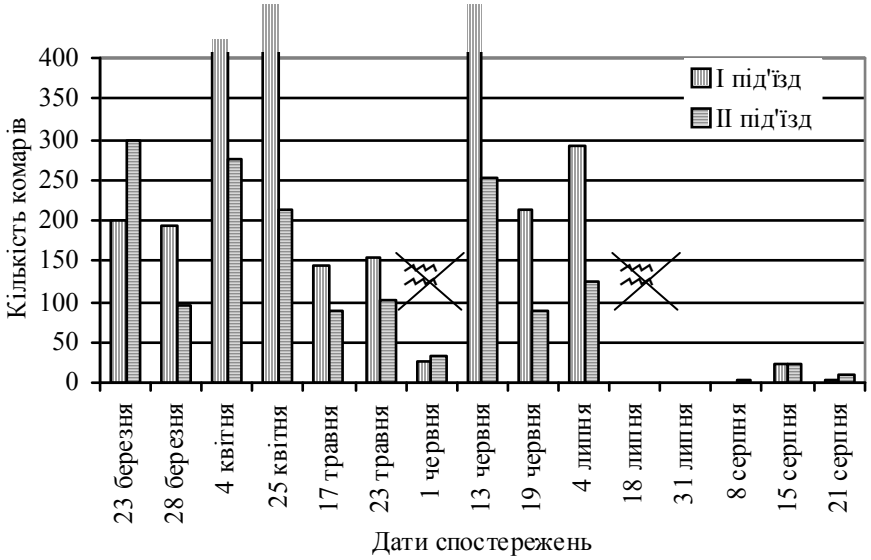


Рис. 2. Динаміка чисельності комарів у будинку № 3 по вул. Червоній:
– воду з підвалу відкачано

Оскільки у відкритих біотопах (особливо у районі дослідження) чисельність кровосисних комарів була вкрай низькою, можна констатувати, що саме розлітання комарів із будинків із затопленими підвалами забезпечує заселення ними «благополучних» будинків, зокрема контрольного будинку № 309, розташованого на відстані 200 м від постійно заселених комарами будинків.

Таким чином, неблагополучні за санітарним станом будинки із затопленими підвалами – місце масового виплоду *C. pipiens* – екологічної форми *C. p. pipiens* f. *molestus*. Виплід комарів відбувається протягом усього року. Комарі активно нападають на людей навіть у періоди, несприятливі для розвитку у природних водоймах, оскільки саме ці будинки – «постачальники» комах до інших будинків. Відкачування води з підвалів допомагає повному знищенню комарів: після висушування підвалів потрібне проведення спеціальних дезінсекційних заходів.

При дослідженні методом ЗТ-ПЦР 6483 комарів *C. p. pipiens* f. *molestus* геномна послідовність вірусу лихоманки Західного Нілу виявлено у 8 % проб комарів.

Наведені дані про комарів в урбанізованому ландшафті з урахуванням їх зараженості збудником лихоманки Західного Нілу, а також зараженості сірих щурів, що живуть у підтоплених будинках, і синантропних видів птахів, що мешкають поруч, свідчать про можливе формування антропургічного вогнища цього небезпечного

арбовірусу [1]. На території Одеси необхідно проводити постійний моніторинг таких об'єктів і здійснювати відповідні профілактичні заходи.

Висновки

Затоплені та підтоплені підвали житлових багатоповерхових будинків Одеси – місце масового виплоду комарів *Culex pipiens pipiens* f. *molestus*. Виплід комах у підтоплених будинках відбувається протягом усього року, і навіть відкачування води без спеціальних санітарних заходів не сприяє зникненню комарів. Розліт кровосисних комарів із будинків із затопленими підвалами забезпечує постійне заселення ними будинків із сухими підвальними приміщеннями. Кількість кровосисних комарів у під'їздах житлових багатоповерхових будинків експоненціально зменшується від першого до п'ятого поверху, що свідчить про надходження комарів із підвалів і подальше їх поширення по будинку. У будинках із сухими підвалами кількість кровосисних комарів на різних поверхах не має достовірної різниці, що свідчить про випадковий заліт комах із вулиці, насамперед із будинків, підтоплених і заселених комарами. З урахуванням зараженості збудником лихоманки Західного Нілу комарів і сірих щурів, що живуть у підтоплених будинках житлового масиву Лузанівка, санітарно-епідеміологічній і комунальній службам Одеси необхідно проводити постійний моніторинг таких об'єктів і здійснювати відповідні профілактичні заходи.

Бібліографічні посилання

1. **Антропогенные** и биоценотические предпосылки формирования и функционирования урбанистических очагов арбовирусных инфекций / И. Т. Русев, В. Н. Закусило, Д. В. Радьков, В. Д. Винник // Екологія міст та рекреаційних зон. Тез. докл. Всеукр. наук.-практ. конф. – Одеса, 2010. – С. 323–325.
2. **Виноградова Е. Б.** Комары комплекса *Culex pipiens* в России // Тр. Зоол. ин-та РАН. – 1997. – Т. 271. – 307 с.
3. **Епідеміологічне** значення кровосисних комарів у розповсюдженні збудників арбовірусних інфекцій на урбанізованих територіях півдня України / З. І. Могілевська, Л. Я. Могілевський, О. О. Юрченко та ін. // Інфекційні хвороби. – 2008. – № 4. – С. 26–29.
4. **Изучение** циркуляции арбовирусов на территории Одессы / Л. Я. Могилевский, З. И. Могилевская, В. А. Тишечкина и др. // Новое в науке и практике. – 2008. – № 1. – С. 18–19.
5. **Кровососущие** комары г. Одессы / И. Т. Русев, В. Н. Закусило, Т. В. Закусило, В. А. Хайновский // Екологія міст та рекреаційних зон. Всеукр. наук.-практ. конф. – Одеса, 2008. – С. 167–169.
6. **Найдич Н. Л.** К биологии кровососущих комаров Одессы // Проблемы паразитологии. – К., 1963. – 366 с.
7. **Партыга В. И.** Приспособление для отлова двукрылых насекомых / В. И. Партыга, Д. С. Соколовский, Ю. А. Бощенко // Патент Украины. – № 3622 от 15.12.2004 р.
8. **Хуторецкая Н. В.** Систематика, биология, сбор, транспортировка и хранение комаров // Арбовирусы. – М., 1988. – С. 62–69.
9. **Шеремет В. П.** Кровосисні комари України. – К. : Київський університет, 1998. – 34 с.
10. **Goddard J.** Mosquito vector competence and West Nile virus transmission // Infect. Med. – 2002. – Vol. 19, N 12. – P. 542–543.

Надійшла до редколегії 14.07.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 120–125.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 120–125.

УДК 502.75(282.247.322)

М. Ю. Старовойтова

Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЗАКАЗНИКІВ У СЕРЕДНІЙ ТЕЧІЇ р. СУЛА

Проаналізовано проблему збереження біорізноманіття у зв'язку із загальним збільшенням антропогенного впливу на природні екосистеми. Встановлено, що ефективним способом збереження біорізноманіття та екосистем у цілому є створення природоохоронних територій. Найуразливіші – водні об'єкти, які зазнають негативного впливу, у тому числі вища водна рослинність р. Сула.

М. Ю. Старовойтова

Национальный педагогический университет им. М. П. Драгоманова

ПЕРСПЕКТИВА СОЗДАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАКАЗНИКОВ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ р. СУЛА

Проблема сохранения биоразнообразия в связи с общим увеличением антропогенного влияния на природные экосистемы наиболее важна в настоящее время. Эффективный способ сохранения биоразнообразия и экосистем в целом – создание природоохранных территорий. Наиболее уязвимы водные объекты, которые подвергаются негативному влиянию, в том числе и высшая водная растительность р. Сула.

M. Y. Starovoitova

N. P. Drahomanov National Pedagogical University

PROSPECTS OF HYDROLOGICAL RESERVES IN THE MIDDLE STREAM OF THE SULA RIVER

Nowadays the problem of biodiversity conservation due to overall increase of anthropogenic impact on natural ecosystems is very important. In general, the effective way of biodiversity preservation is the creation of protected areas. In our opinion the aquatic plants, including higher aquatic vegetation affected by negative impact, are the most vulnerable in the Sula River.

Вступ

Унаслідок всебічного посилення антропогенного впливу на природні екосистеми постає проблема збереження біорізноманіття. Ключову роль у функціонуванні екосистем відіграє рослинний покрив. За останні роки р. Сула зазнає все більшого антропогенного впливу у результаті забруднення, багатоцільового використання, що негативно впливає на стан рослинного покриву. Найефективнішим шляхом збереження фіторізноманіття та екосистем у цілому є створення заповідних територій. Сучасний рослинний світ Полтавщини характеризується високими показниками флористичного та ценотичного різноманіття і в цілому типовий для Лівобережного Лісостепу. Вища водна рослинність відзначається динамічністю: найчастіше угруповання внаслідок

© М. Ю. Старовойтова, 2011

природних процесів заростання опиняються за межами охоронних територій. Тому перегляд меж природно-заповідних об'єктів і створення нових є актуальним [3].

Негативний локальний, регіональний і транскордонний вплив на вищу водну рослинність [11], який за теперішніх умов ліквідувати неможливо, вимагає невідкладних заходів із його мінімізації, що для даного типу рослинності може бути реалізовано у зв'язку з формуванням національної екомережі. Розширення національної екомережі України забезпечить збереження біорізноманіття водойм і водотоків, сприятиме оптимізації біотичних міграцій, переважна більшість яких проходить по долинах річок. Структурні елементи екомережі (зокрема екокоридори, більшість із яких включає частини водотоків або проходить по долинах річок) крім збереження біорізноманіття будуть виконувати водоохоронну, стабілізаційну та регуляторну функції [5].

Досліджуваний нами регіон – середня течія р. Сула – розташований у межах Лубенського району Полтавської області [10]. Лубенський район розташований у північно-західній частині Полтавської області, має площу 1,375 тис. км^2. На півночі межує з Чорнухінським районом, на північному заході – із Пирятинським, на заході – із Гребінківським, на північному сході – із Лохвицьким, на сході – із Миргородським, на південному заході – з Оржицьким, на південному сході – із Хорольським, на півдні – із Семенівським районами. У геоботанічному районуванні Лівобережного Придніпров'я [2] регіон досліджень належить до Роменсько-Полтавського геоботанічного округу (із двома геоботанічними районами – Прилуцько-Лохвицьким і Гадяцько-Миргородським), Бахмацько-Кременчуцького геоботанічного округу (з Яготинсько-Оржицьким геоботанічним районом). У геоморфологічному відношенні Лубенський район розташований у межах Дніпровсько-Донецької нафтогазоносної області з потужністю осадової товщі 2–3 км. Літогенну основу ландшафтів складають палеогенові та неогенові системи, утворені з відкладів олігоцену, міоцену, пісків, пісковиків і глини. Територія розміщена у лесових і піщано-глинистих відкладах антропогенового періоду, а також пісках і бурих глинах неогенового періоду. Зокрема, лесові породи формують поверхневі утворення рівнини та річкові тераси.

Мета цієї роботи – обґрунтувати доцільність створення гідрологічних заказників, визначити місцезнаходження рідкісних і зникаючих видів водних і лучно-болотних рослин і біоцентрів регіональної екомережі.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили протягом 2009–2011 років. Матеріал збирали з використанням рекогносцирувального, детально-маршрутного та напівстаціонарного методів. Для оцінки поширення видів використано комплексну созологічну характеристику, запропоновану С. М. Стойком [6] і доповнену Ю. Р. Шелягом-Сосонком, Я. П. Дідухом та Є. Ф. Молчановим [9], для виділення рідкісних угруповань – фітосозологічні критерії, наведені у «Зеленій книзі України» [4].

Результати та їх обговорення

Експедиційні дослідження вищої водної рослинності басейну Сули свідчать про те, що у середній течії ріки зосереджена значна кількість регіонально рідкісних видів водних рослин та їх угруповань [1; 7; 16]. У складі флори проектованих територій виявлено 83 види вищих судинних рослин [17–20], серед яких 33 – представники вищої водної рослинності. Загальна кількість рідкісних водних рослин складає 17 видів. У даному регіоні вони займають значні площі. Рідкісні види складають 20,7 % флори досліджуваної території. Серед них за созологічним значенням можна виділити чотири категорії:

– види, занесені до Додатка до Бернської конвенції;

– види, занесені до Червоної книги України;

– види, включені до Червоного списку водних макрофітів;

– види, занесені до Списку регіонально рідкісних видів Лісостепу України.

У групі видів, занесених до Додатка до Бернської конвенції, два таксони: *Salvinia natans* All., *Aldrovanda vesiculosa* L.

У групі видів, занесених до Червоної книги України, 6 таксонів: *Salvinia natans* All., *Aldrovanda vesiculosa* L., *Acorus calamus* L., *Iris pseudoacorus* L., *Sparganium minimum* Wallr., *Utricularia minor* L.

До Червоного списку водних макрофітів [8] належить 12 видів: *Aldrovanda vesiculosa* L., *Batrachium rionii* (Lagger) Nyman, *Calla palustris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Glyceria arundinacea* Kunth., *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* L., *N. candida* C. Presl., *Potamogeton gramineus* L., *Salvinia natans* All., *Sparganium minimum* Wallr., *Utricularia minor* L.

Найчисленнішою групою виявились 15 таксонів, які належать до списку регіонально рідкісних видів Лісостепу України: 12 видів Червоного списку водних макрофітів і 3 лучно-болотні види: *Comarum palustre* L., *Inula helenium* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.

Угруповання Salvinietum natansis, Nymphaetum albae, Nymphaeto albae – Nymphaetum candidae занесені до Зеленої книги України.

Результати аналізу свідчать, що в даному регіоні зосереджена чимала кількість рідкісних видів водних і повітряно-водних рослин. На сьогодні досить актуальною проблемою є вплив антропогенного фактора на водні екосистеми. Із метою охорони водних об'єктів і вищої водної рослинності від негативних факторів навколишнього природного середовища пропонуємо створити гідрологічні заказники в таких місцях.

Перспективний гідрологічний заказник «Мгарський», територія якого розташована між сс. Мгар і Піски Лубенського району. На північному заході проектована ділянка межує із ботанічною пам'яткою природи «Мгарська дача», на сході – з угіддями Дослідної станції лікарських рослин УААН, на півдні – із гідрологічним заказником загальнодержавного значення «Торговиця» (р-н с. Піски), на заході – околиці с. Мгар. Проектований заказник являє собою комплекс водно-болотних ділянок із багатим флористичним складом. Площа природно-заповідного об'єкта – 600 га. Проектований гідрологічний заказник охоплює територію заплави лівого берега р. Сула. Русло Сули на даній ділянці явно виражене, ширина його складає 30 м, товща води – 3,0–3,5 м, прозорість води відзначається категорією «прозора до дна», ґрунти – піщано-мулисті, швидкість течії – 0,33 м/с. Заплава лівого берега в районі с. Піски заболочена. Ґрунти долини Сули лучні та лучно-болотні, що зумовлено різною глибиною залягання підземних вод. Заплавний ландшафт досліджуваної ділянки являє собою алювіальну низовину з болотистими луками. Територія заказника характеризується частковою залісненістю: з обох боків до русла прилягає дубово-грабовий лісовий масив, лучні ділянки з різноманітною лучно-болотною, водною та водно-прибережною рослинністю. Водна рослинність утворює всі характерні ряди: повітряно-водна, занурена та вільноплаваюча.

У флорі заказника виявлено 41 вид вищих судинних рослин, серед яких 13 належать до вищої водної рослинності, серед них 7 – рідкісні (17 % флори заказника). Це *Salvinia natans* (L.) All., *Iris pseudoacorus* L., *Potamogeton gramineus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* L., *Batrachium rionii* (Lagger) Nyman. Три лучно-болотні види (*Comarum palustre* L., *Inula helenium* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.) належать до Списку регіонально рідкісних видів Лісостепу України (7,3 %). Важливою созологічною характеристикою є утворення деякими видами численних популяцій (*Salvinia natans*, *Iris pseudoacorus*, *Batrachium rionii*, *Nymphaea alba*). Однак *Nym-*

phaea alba та *Iris pseudoacorus* помітно зменшують популяції внаслідок впливу зривання квіток, забруднення стічними водами, використання водойми не за призначенням (миття автотранспорту на прибережних ділянках), що неодноразово доводилося спостерігати в даній місцевості, забруднення прилеглих до русла територій побутовими відходами. Зазначені чинники викликають трансформацію рослинного покриву.

Другий перспективний гідрологічний заказник – «Вовчанський гідрологічний». Його територія розташована між сс. Вовчик і Снітин і являє собою типовий водний, водно-болотний і лучно-болотний комплекс у заплаві лівого берега р. Сула. На південному сході проектована ділянка межує з лісовим масивом у районі с. Вовча Долина Лубенського району. Площа проектованого гідрологічного заказника – 700 га. Ширина русла Сули складає 20–25 м, товща води не перевищує 3 м, швидкість течії – 0,2 м/с, ґрунти піщані та піщано-мулисті. Заплавні ландшафти представлені алювіальними низовинами з луками (переважно солонцюватими) та алювіальними низовинами з болотистими луками.

Екологічна цінність об'єкта виявляється в наявності на проектованій території збережених екосистем завдяки відсутності антропогенного фактора та чималій площі гідрофільних екотопів: водних, водно-болотних і лучно-болотних. Водоохоронна роль полягає у формуванні поверхневого стоку і вод із високим якісним складом, що зумовлюється діяльністю болотних і лісових екосистем.

Заплавні фітокомплекси представлені луками (заболоченими, справжніми та остепненими), болотами (осоковими та високотравними), водними та повітряно-водними угрупованнями, які закономірно змінюють одне одного, створюючи мозаїчність рослинного покриву [13]. Болотна та лучно-болотна рослинність на проектованій ділянці диференціюється залежно від характеру зволоження, формуючи наступні еколого-ценотичні ряди: очеретяні болота – осокові болота – заболочені луки – справжні луки – остепнені луки. Флора заказника нараховує 50 видів вищих судинних рослин, серед них вищої водної рослинності – 17 видів, при цьому рідкісних видів водних макрофітів – 7 (*Ceratophyllum demersum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* L., *N. candida* C. Presl., *Salvinia natans* All., *Glyceria arundinacea* Kunth, *Calla palustris* L.). Це 14 % флори проектованого заказника.

Досліджувана територія характеризується наявністю значних площ, зайнятих угрупованнями *Nymphaea candida* та *N. alba*, проективне покриття яких становить 95 % на ділянці понад 700 м уздовж берега, при ширині русла р. Сула 20 м, та 85–90 % проективного покриття становлять угруповання *Nuphar lutea* (униз по течії у південно-західному напрямку), 600 м уздовж берега. Угруповання *Nymphaea alba* занесено до Червоного списку угруповань водних макрофітів України, категорія 4 (визначається як «угруповання, площа яких стрімко зменшується й у майбутньому їм загрожує повне зникнення»). Враховуючи велику чисельність *N. candida* та *N. alba* [14] (які є реліктами, занесені до Зеленої книги України), а також *Nuphar lutea* (які в даному регіоні займають чималу площу), доцільно створити заказник. Глечики жовті – індикатори стану водних екосистем. Закриваючи пластинками поверхню води, вони сприяють зменшенню її випаровування та зниженню температури, осадженню мулистих часток унаслідок уповільнення течії [3; 12]. Цінність проектованої території полягає у збереженні генофонду рідкісних і малопоширених видів водних рослин, що в даній місцевості утворюють зарості. Тому включення цієї території у гідрологічний заказник позитивно впливатиме на збереження рідкісних видів, сприятиме зростанню чисельності риб (зарості глечиків жовтих і латаття – місце нересту риб). Проектована територія вирізняється високим гідрологічним, ландшафтним, ценотичним і флористичним різноманітністю, що зумовлено обмеженням антропогенного впливу на природні екосистеми.

Значний інтерес за найбільшою чисельністю видів вищих судинних і водних рослин, а також рідкісних видів та їх угруповань становить проектована територія гідрологічного заказника «Тернівсько-Мацківський» площею 2 000 га. Перспективна територія для створення природно-заповідного об'єкта займає заплаву правого берега р. Сула від с. Мацкова Лучка – Мацківці – Терни із прилеглими водно-болотними ділянками. Проектована територія включає гирло р. Сліпорід (5–6 км уздовж берега до с. Олександрівка Лубенського району). Заплавні ландшафти представлені алювіальними низовинами з болотистими луками у комплексі з низинними болотами та торфовищами. Територія проектованого заказника характеризується чималою залісненістю та включає різноманітні лісові ценози: переважно широколистяні ліси (кленово-дубові з домішком граба звичайного) і соснові, лучні ділянки з різноманітною лучно-степовою рослинністю, водні та водно-болотні ценози [15].

Характерна особливість даної території: місцевість впадіння р. Сліпорід (права притока р. Сула, довжиною приблизно 36 км, що бере початок зі струмка в межах с. Сліпорід-Іванівка Гребінківського р-ну, впадає у Сулу трьома рукавами між селами Мацківці та Шершнівка Лубенського р-ну Полтавської області) [10] характеризується наявністю водно-болотної рослинності, де значні популяції утворює *Acorus calamus* L., *Glyceria arundinacea* Kunth та *Calla palustris* L. унаслідок обміління та заростання притоки.

На території проектованого заказника трав'янисті заплавні комплекси представлені луками (справжніми, заболоченими та остепненими), болотами, повітряно-водними та водними угрупованнями. Рослинний покрив проектованого заказника нараховує 81 вид вищих судинних рослин, серед яких 33 – вища водна рослинність, з яких рідкісних – 14 видів: *Aldrovanda vesiculosa* L., *Batrachium rionii* (Lagger) Nyman, *Calla palustris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Glyceria arundinacea* Kunth., *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* L., *N. candida* C. Presl., *Potamogeton gramineus* L., *Salvinia natans* All., *Sparganium minimum* Wallr., *Utricularia minor* L., *Acorus calamus* L., *Iris pseudoacorus* L. Це 17,3 % флори проектованої території. Заказник має цінне ресурсне, водоохоронне, ґрунтозахисне значення. Вказані рослини зазнають всебічного антропогенного впливу: осушення ділянок, зривання пагонів, квіток, зневоднення, забруднення ріки стічними водами, побутовим сміттям, відходами виробництва.

У цілому, проектований гідрологічний заказник «Тернівсько-Мацківський» репрезентує типові природні заплавні комплекси, характерні для Лівобережного Лісостепу, оскільки вони збереглися в малозміненому, а деякі ділянки – й зовсім не зміненому стані, і характеризуються високими показниками флористичного та ценотичного різноманіття. Лучно-болотні ділянки заказника мають господарське значення, водно-болотні – виконують водорегулювальну та стабілізувальну роль для природних екосистем рр. Сула та Сліпорід, зумовлюючи їх екологічну цінність. Територія перспективного заказника виконуватиме роль біоцентру екокоридору регіональної екологічної мережі як сукупність ділянок із непорушеними природними комплексами.

Доцільно розглянути питання щодо створення екологічної стежки з метою екологічної освіти та природоохоронного виховання шляхом розробки маршрутів екскурсій у природу, поєднуючи при цьому завдання екологічної освіти, виховання та відпочинку. Територія має у своєму складі комплекси водної, водно-болотної, лучно-болотної, лучної, лісової рослинності, може бути рекомендована для проведення польових практик студентів природничо-географічного факультету Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова та його філіалу у м. Лубни Полтавської області.

Висновки

Пропоновані для створення гідрологічних заказників території характеризуються численними угрупованнями рідкісних видів, високими показниками ландшафтного, ценотичного та флористичного різноманіття, цілісністю екосистем, не змінених людською діяльністю, мають велике наукове, освітнє, туристичне та рекреаційне значення, можливість вилучення з господарського користування необхідних площ акваторії та суші. Ботанічна цінність проектованих ділянок визначається наявністю різноманітних рослинних комплексів, угруповань, популяцій, значною кількістю рідкісних видів флори (водної, прибережно-водної, лучно-болотної). Території мають велике ресурсне, водоохоронне та ґрунтозахисне значення. Гідрологічні заказники виконуватимуть роль біоцентру Сулинського коридору регіональної екологічної мережі.

Бібліографічні посилання

1. **Байрак О. М.** Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини / О. М. Байрак, Н. О. Стецюк. – Полтава : Верстка, 2005. – 247 с.
2. **Геоботанічне** районування Української РСР. – К. : Наукова думка, 1977. – 304 с.
3. **Дубина Д. В.** Вища водна рослинність. – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – 412 с.
4. **Зелена** книга України / За ред. Я. П. Дідуха. – К. : Альтерпрес, 2009. – 448 с.
5. **Макрофиты** – индикаторы изменений природной среды / Д. В. Дубына, С. Гейны, З. Гроудова и др. – К. : Наукова думка, 1993. – 434 с.
6. **Стойко С. М.** Біоценологічні основи заповідної справи, охорони фітогенофонду та фітоценофонду // Флора і рослинність Карпатського заповідника. – К. : Наукова думка, 1982. – С. 5–28.
7. **Червона** книга України. Рослинний світ. – К. : Укр. енцикл. ім. М. П. Бажана, 1996. – 608 с.
8. **Чорна Г. А.** Флора водойм і боліт Лісостепу України. Судинні рослини. – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – 184 с.
9. **Шеляг-Сосонко Ю. Р.** Государственный заповедник «Мыс Мартьян» / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, Я. П. Дидух, Е. Ф. Молчанов. – К. : Наукова думка, 1985. – 260 с.
10. **Юденич О. М.** По річках України. – К. : Рад. школа, 1958. – С. 122–124.
11. **Hejny S.** Higher plant communites / S. Hejny, S. Husak // Ecol. Stud, Berlin, Heidelberg. – 1978. – Vol. 28. – P. 23–95.
12. **Hurghisiu J.** Dinamics of organic and mineral substances in macrophytes // Hidrobiologia. – 1983. – Vol. 18. – P. 43–49.
13. **Klosovski S.** Typhetum angustifoliae and Typhetum latifoliae as indicators of various habitats / S. Klosowski, H. Tomaczevicz // Pol. Arch. Hydrobiol. – 1984. – Vol. 31. – P. 245–255.
14. **Klosovski S.** Habitat conditions of the Nymphaetum candidae Miljan 1958 and *Nymphaea alba* Tomaczevicz, 1977 dominated by *Nymphaea alba* / S. Klosovski, H. Tomaczevicz // Acta Soc. Bot. Pol. – 1989. – Vol. 58, N 4. – P. 613–624.
15. **Koreljakova I. L.** Distribution and productivity of communitis of *Phragmites communis* Trin. in Dniper reservoirs // Hidrobiologia (RSR). – 1971. – № 12. – P. 149–154.
16. **Landolf E.** Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba – Lemna minor* group // Aguatic Bot. – 1975. – N 1. – P. 345–363.
17. **Mosyakin S. L.** Vascular Plants of Ukraine: A Nomenclatural Cheklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk. – Kiev, 1999. – 345 p.
18. **Raunkier C.** Lfe Forms of Plants and Statistical Plant Geography. – New York, London, 1934. – 352 p.
19. **Sculthorpe C. D.** The Biology of Aquatic Vascular Plants. – London, 1971. – 610 p.
20. **Weber H. E.** International Code of Phytosociological Nomenclature. 3-rd ed. / H. E. Weber, J. Moravec, J. Theurillat // Journal of Vegetation Science. – 2000. – Vol. 11, N 5. – P. 739–768.

Надійшла до редколегії 20.08.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 126–131.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 126–131.

УДК 597.15

В. Г. Терещенко[1], В. П. Иванчев[2], В. С. Сарычев[3],
Е. Ю. Иванчева[2], О. В. Сарычева[3], Л. И. Терещенко[1]

[1]Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
[2]Окский государственный природный биосферный заповедник
[3]Заповедник «Галичья Гора» Воронежского государственного университета

ПРОМЫСЛОВЫЕ И НЕПРОМЫСЛОВЫЕ ВИДЫ РЫБ РЕК ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Проанализированы состав и таксономическая структура ихтиофауны рек Липецкой области. Проведена рыбохозяйственная и природоохранная классификация ихтиофауны, необходимая для разработки концепции рационального природопользования. На территории области выделены особо охраняемые виды и находящиеся под угрозой исчезновения. Установлено, что не все виды, занесенные в Красную книгу области, соответствуют их истинному природоохранному статусу.

В. Г. Терещенко[1], В. П. Іванчев[2], В. С. Саричев[3],
О. Ю. Іванчева[2], О. В. Саричева[3], Л. І. Терещенко[1]

[1]Інститут біології внутрішніх вод ім. І. Д. Папаніна РАН
[2]Окський державний природний біосферний заповідник
[3]Заповідник «Галицька Гора» Воронезького державного університету

ПРОМИСЛОВІ ТА НЕПРОМИСЛОВІ ВИДИ РИБ РІЧОК ЛИПЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Проаналізовано склад і таксономічну структуру іхтіофауни річок Липецької області. Проведено рибогосподарську та природоохоронну класифікацію іхтіофауни, необхідну для розробки концепції раціонального природокористування. На території області виділено особливо охоронювані види та види, які перебувають під загрозою зникнення. Встановлено, що не всі види, занесені до Червоної книги області, відповідають їх справжньому природоохоронному статусу.

V. G. Tereshchenko[1], V. P. Ivanchev[2], C. S. Sarychev[3],
E. J. Ivancheva[2], O. V. Sarycheva[3], L. I. Tereshchenko[1]

[1]Institute for Biology of Inland Waters RAS
[2]Oka Biosphere Reserv, Brukin Bor
[3]Reservation "Mountain Galichja" of Voronezh State University

COMMERCIAL AND NON COMMERCIAL FISH SPECIES OF THE LIPETSK REGION RIVERS

The list and fish assemblage species structure of 13 rivers of the Lipetsk region were analyzed. Classification of the fish fauna from the viewpoint of fishery and nature protection was made for the working out of the concept of rational nature management. Important protected and threatened species was found in the Lipetsk area. It is established that not all species included in the regional Red Data Book correspond to their real nature protection status.

© В. Г. Терещенко, В. П. Иванчев, В. С. Сарычев, Е. Ю. Иванчева, О. В. Сарычева, Л. И. Терещенко, 2011

Введение

Значимость рек в формировании биологического разнообразия, в том числе и рыбной части сообществ, велика. Глобальное зарегулирование крупных рек привело к тому, что малые реки стали основными резерватами для реофильных видов рыб, коридорами инвазии многих видов, а также рефугиумами изолированных популяций редких видов рыб и круглоротых [1; 2; 9; 14; 16]. В связи с этим интерес к изучению ихтиофауны рек в настоящее время растет [3; 13–15; 17–26]. Особенно это актуально для районов, находящихся под влиянием сильного антропогенного воздействия. К такому урбанизированному региону относится густонаселенная Липецкая область, на территории которой расположен крупный металлургический комбинат. Для этого региона стояла и стоит проблема промышленного загрязнения водотоков и водоемов. В настоящее время к имеющимся экологическим проблемам водоемов области добавились новые, связанные с вселением чужеродных видов рыб.

Наиболее широкомасштабное изучение ихтиофауны Липецкой области проводилось в 1954–1962 гг., на основании которого в 1970 г. вышла первая наиболее полная фаунистическая сводка по рыбам Липецкой области [12]. Дальнейшие исследования 2000–2006 гг. обобщены в книге по ихтиофауне региона [6]. Рыбы относятся к важному биологическому ресурсу. Для того чтобы снять противоречие между устойчивой эксплуатацией ресурса, с одной стороны, и сохранением биоразнообразия, с другой, необходимы меры по охране и увеличению рыбных ресурсов водоемов. Имеющаяся и собранная в течение 2000–2011 гг. информация позволяет приступить к разработке таких мер. Однако вряд ли есть необходимость в охране и рыбоводной помощи всем без исключения видам рыб. Ценность разных видов для человека разная. Кроме того, списки рыб, которые человек считает ценными, в разных регионах различны. Отсюда следует необходимость разработки концепции рационального природопользования применительно к рыбным ресурсам для каждого региона или области отдельно. Составными элементами региональной концепции рационального природопользования и охраны рыбных ресурсов должны стать каталоги обитающих в регионе рыб, разделенные на группы, имеющие различный природоохранный и хозяйственный статус.

Цель работы – природоохранная и рыбохозяйственная классификация ихтиофауны рек Липецкой области.

Материал и методы исследований

Основные водоемы Липецкой области – реки. Область расположена в верхней части бассейна р. Дон. Все реки области (кроме р. Ранова, относящейся к бассейну р. Ока) – притоки Дона или относятся к его бассейну. Они протекают по двум орографическим районам. Для рек Среднерусской возвышенности характерны глубоко врезанные долины, отсутствие или слабое развитие пойм, в них распространены участки с каменисто-гравийным дном и высокой скоростью течения. У рек Окско-Донской равнины низка скорость течения, развиты поймы, дно часто заиленное.

Анализ основан на данных обловов 2000–2011 гг. на 40 станциях 13 рек Липецкой области (Дон, Красивая Меча, Сосна, Снова, Сквирна, Свишна, Сухая Лубна, Воргола, Пальна, Олыма, Вязовка, Чичора и Становая Ряса). Лов рыбы проводили мальковой волокушей длиной 15 м с ячеей 6,5 мм. Дополнительно наблюдали за нерестом украинской миноги и анализировали данные контрольных отловов пескороек. В работе применяли также информацию о поимках рыб удочками, спиннингом, подъемником, опрос местного населения и рыболовов-любителей. Характеристика обилия видов основана на модифицированной системе объективного выделения групп по обилию [11].

Считали вид редким, если его доля в уловах < 0,1 %, малочисленным – 0,1–1,0 %, массовым – 1,1–5,0 %, многочисленным – 5,1–10,0 %, доминантом – > 10 %.

Результаты и их обсуждение

Рыбохозяйственная или тарифная классификация предполагает выделение из состава ихтиофауны промысловых видов [4; 10]. Промысловые виды рыб – виды, которые дают человеку ценную продукцию (мясо, икру, жир и др.), кормовую муку, техническую и медицинскую продукцию [5]. Необходимо отметить, что промысловые рыбы не обязательно должны вылавливаться промыслом и учитываться в промысловой статистике региона. Они могут вылавливаться и рыбаками-любителями при отсутствии промысла в данном районе. Из промысловых, в свою очередь, выделяют ценные и частиковые виды. К ценным рыбам относятся осетровые, лососевые и крупные сиги, в частности, белорыбица, а к частиковым – остальная рыба. Из частиковых рыб выделяют крупночастиковые и малоценные мелкочастиковые виды. К крупночастиковым видам относятся судак, сом, щука, лещ, синец и др., а к мелкочастиковым – плотва, окунь, ерш, уклейка и др. Часто к ценным промысловым видам относят не только действительно ценные, но и крупночастиковые виды.

Анализ литературных данных и проведенные исследования показали, что ихтиофауна Липецкой области состоит из 48 видов рыб и рыбообразных [6–8], из которых 29 – промысловые, а 17 – ценные промысловые виды (табл.). К последним относятся стерлядь, лещ, щука, судак, сом и др. Из малоценных мелкочастиковых видов в водоемах области можно встретить плотву, густеру, окуня, ерша, уклейку и др.

При разработке региональной концепции рационального природопользования применительно к рыбным ресурсам основное внимание необходимо уделять ценным промысловым видам. В то же время совершенно очевидно, что нужно обращать внимание, прежде всего, на малочисленные виды. Отсюда важна классификация рыб, основанная на информации по их обилию. По обилию в ихтиофауне Липецкой области 19 видов (39,6 %) – массовые виды, 17 – малочисленные, 12 – редкие, из которых 5 – очень редкие виды. И практически все ценные промысловые виды рыб относятся к категории редких или малочисленных. Исключение составляют вырезуб и рыбец.

Весьма важна для региональной концепции охраны и рационального природопользования также информация, полученная при природоохранной классификации рыб. Эта классификация предполагает выделение из состава ихтиофауны видов, вымирающих или находящихся под угрозой вымирания, индикаторных, вселенцев и вредных (с точки зрения человека) [5; 10]. Охраняемыми прежде всего становятся виды, вымирающие или находящиеся под угрозой вымирания. Их заносят в Красные книги области, республики или Российской Федерации. Из рыб и рыбообразных, обитающих в реках Липецкой области, украинская минога, стерлядь, вырезуб и шемая включены в Красную книгу Российской Федерации и особо охраняются. Волжский подуст, обыкновенный гольян, рыбец и белоперый пескарь включены в список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных для территории Липецкой области, хотя проведенные нами исследования не подтвердили угрозы исчезновения этих видов. Важную роль в жизни рыб области могут играть и виды-вселенцы. По сравнению с данными 1950-х гг. [12] список рыб и рыбообразных пополнился 9 видами. В реках Липецкой области вновь появились и образовали жилые формы шемая и вырезуб [6]. Белый и пестрый толстолобики и белый амур были специально выпущены в водотоки. Головешка-ротан и амурский чебачок попали в этот регион в результате непреднамеренной интродукции. Регистрация сибирской и южнорусской щиповки, скорее всего, – результат улучшения изученности ихтиофауны.

Таблица

Видовой состав и обилие рыб и рыбообразных в реках Липецкой области

№	Виды рыб и рыбообразных	Статус	Обилие
1	*Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931) – украинская минога	О	2
2	*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 – стерлядь	ЦП, О	1
3	*Esox lucius* Linnaeus, 1758 – обыкновенная щука	ЦП	2
4	*Abramis ballerus* (Linnaeus, 1758) – синец	ЦП	1
5	*A. brama* (Linnaeus, 1758) – лещ	ЦП	2
6	*A. sapa* (Pallas, 1814) – белоглазка	МП	1
7	*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) – уклейка	МП	3
8	*Aristichtys nobilis* (Richardson, 1846) – пёстрый толстолобик	ЦП	1
9	*Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный жерех	ЦП	2
10	*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) – густера	МП	1
11	*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) – серебряный карась	МП	3
12	*C. carassius* (Linnaeus, 1758) – золотой карась	МП	2
13	*Chalcalburnus chalcoides* (Güldenstadt, 1772) – шемая	ЦП, О	1
14	*Chondrostoma variabile* Jakowlew, 1870 – волжский подуст	МП	2
15	*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844) – белый амур	ЦП	1
16	*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 – сазан	ЦП	2
17	*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный пескарь		3
18	*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) – белый толстолобик	ЦП	1
19	*Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843) – обыкновенная верховка	–	3
20	*Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758) – голавль	–	3
21	*L. danilewskii* (Kessler, 1877) – елец Данилевского	–	3
22	*L. idus* (Linnaeus, 1758) – язь	ЦП	2
23	*L. leuciscus* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный елец	–	3
24	*Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) – чехонь	ЦП	1
25	*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный гольян	–	3
26	*Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) – амурский чебачок	–	2
27	*Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) – обыкновенный горчак	–	3
28	*Romanogobio albipinnatus* (Lukasch, 1933) – белопёрый пескарь	–	3
29	*Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) – вырезуб	ЦП, О	3
30	*R. rutilus* (Linnaeus, 1758) – плотва	МП	3
31	*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) – краснопёрка	МП	2
32	*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) – линь	МП	1
33	*Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) – рыбец	ЦП	3
34	*Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758) – усатый голец	–	3
35	*Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925 – сибирская щиповка	–	2
36	*C. taenia* Linnaeus, 1758 – обыкновенная щиповка	–	3
37	*C. rossomeridionalis* Vasiljeva et Vasilyev, 1998 – южнорусская щиповка	–	1
38	*Sabanejewia baltica* Witkowski, 1994 – балтийская щиповка	–	3
39	*Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758) – вьюн	–	2
40	*Silurus glanis* Linnaeus, 1758 – обыкновенный сом	ЦП	1
41	*Lota lota* (Linnaeus, 1758) – налим	ЦП	2
42	*Gymnocephalus acerinus* (Guldenstadt, 1775) – донской ёрш	МП	2
43	*G. cernuus* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ёрш	МП	2
44	*Perca fluvatilis* Linnaeus, 1758 – речной окунь	МП	3
45	*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный судак	ЦП	2
46	*Perccottus glenii* Dybowski, 1877 – головешка-ротан	–	2
47	*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) – бычок-песочник	–	3
48	*Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) – бычок-цуцик	–	3

Примечания: 3 – массовый, 2 – малочисленный, 1 – редкий; ЦП – ценный промысловый, МП – мелкочастиковый промысловый, О – особо охраняемый.

В части, касающейся природоохранной классификации рыб, к категории видов-вселенцев, безусловно, можно отнести вторичных вселенцев (шемаю и вырезуба) и виды дальневосточного комплекса (белого амура, белого толстолобика, пестрого толстолобика, амурского чебачка, головешку-ротана). В остальном для корректного решения вопроса о выделении видов-вселенцев, а также видов-индикаторов и вредных видов рыб необходимы дополнительные изыскания.

Выводы

Из 48 видов рыб, обитающих в Липецкой области, к ценным промысловым относятся только 17 видов. Практически все ценные промысловые виды рыб относятся к категории редких или малочисленных, что вызывает необходимость их охраны и рыбоводной помощи. Список видов животных, редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории Липецкой области, требует серьезной ревизии. Проведенные нами исследования не подтвердили угрозы исчезновения ряда видов рыб. Для корректного решения вопроса о выделении видов-вселенцев, видов-индикаторов и вредных видов рыб необходимы дополнительные изыскания.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 11-04-97537-р_центр_а «Оценка состояния ихтиофауны малых рек Липецкой области» и при частичной поддержке гранта ОБН РАН по программе «Биологические ресурсы России».

Библиографические ссылки

1. **Дгебуадзе Ю. Ю.** Рыбное население / Ю. Ю. Дгебуадзе, Ю. В. Слынько, В. И. Кияшко // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. – М. : Наука, 2007. – С. 268–279.
2. **Королев В. В.** Редкие и малочисленные виды круглоротых и рыб бассейна верхней Оки в пределах Калужской области / В. В. Королев, Ю. С. Решетников // Вопр. ихтиологии. – 2008. – Т. 48, № 5. – С. 611–624.
3. **Микодина Е. В.** Река Тумнин как репродуктивный водоем сахалинского осетра *Acipenser mikadoi*: экология и сопутствующая ихтиофауна / Е. В. Микодина, В. Е. Хрисанфов, А. В. Пресняков // Тр. ВНИРО. – 2010. – Т. 148. – С. 68–85.
4. **Промысловые** рыбы СССР / Л. С. Берг, А. С. Богданов, Н. И. Кожин и др. – М. : Пищепромиздат, 1949. – 787 с.
5. **Реймерс Н. Ф.** Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы / Н. Ф. Реймерс, А. В. Яблоков. – М. : Наука, 1982. – 144 с.
6. **Сарычев В. С.** Рыбы и миноги Липецкой области. – Воронеж : ВГУ, 2007. – 115 с.
7. **Сарычев В. С.** Материалы к изучению ихтиофауны Липецкой области / В. С. Сарычев, В. П. Иванчев, Е. Ю. Иванчева // Экологические исследования в заповеднике «Галичья Гора». – Вып. 2. – Воронеж : ВГУ, 2010. – С. 127–131.
8. **Сарычева О. В.** К распространению украинской миноги *Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931) в бассейне Верхнего Дона // Проблемы изучения и восстановления ландшафтов лесостепной зоны. – Вып. 1. – Тула, 2010. – С. 277–279.
9. **Слынько Ю. В.** Ихтиофауна малых рек Верхнего Поволжья / Ю. В. Слынько, В. И. Кияшко // Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. – М. : Наука, 2003. – X⊴"g&@hFF

досліджень. Вважається, що навесні активніші самці, згодом – самиці, а зі спливанням вагітності активність самиць знову знижується [38]. Тому під час весняних обліків переважають самці, а влітку – самиці.

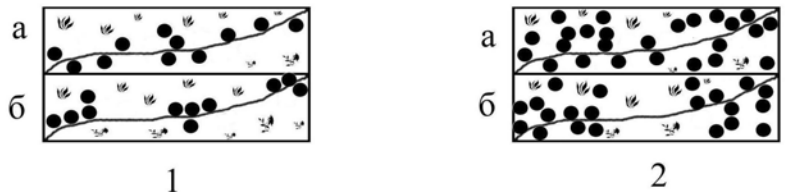


Рис. 2. Стрічковий тип просторової структури популяцій звичайного вужа в умовах Присамар'я: *1* – вузькострічковий, *2* – широкострічковий; *а* – суцільний, *б* – розірваний

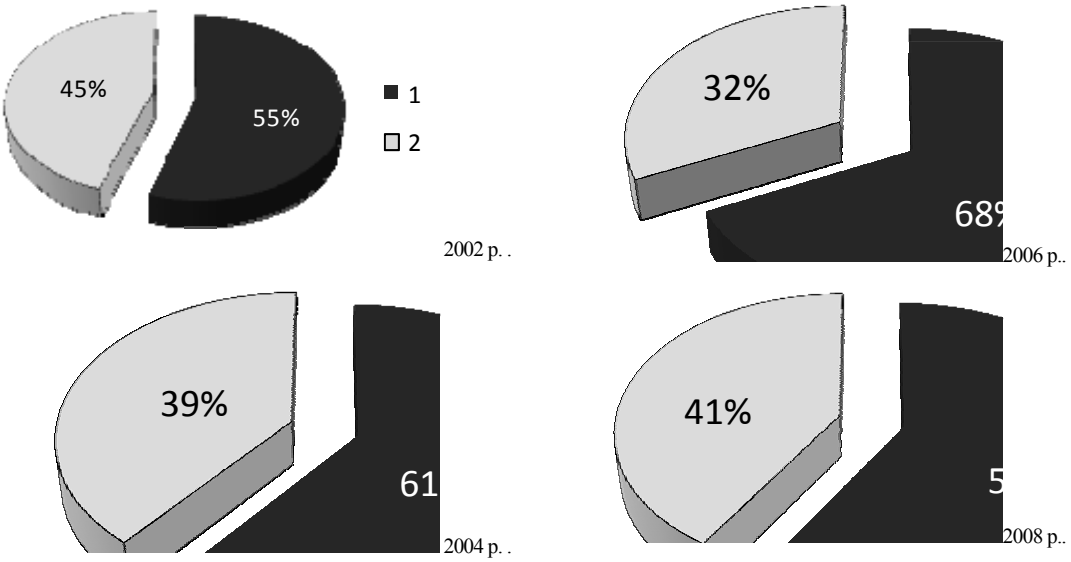


Рис. 3. Статева структура популяції звичайного вужа оз. Княгиня: *1* – самці, *2* – самиці

Морфометричні параметри звичайних вужів Присамар'я (табл. 1) перебувають у межах показників, описаних для інших ділянок ареалу виду [6; 13; 19; 21; 27; 28]. Більшість особин має невеликі та середні розміри: майже 75 % вужів – до 65 см.

Таблиця 1

Характеристика пластичних ознак морфометрії звичайного вужа лісових біогеоценозів долинно-терасового ландшафту Присамар'я (*n* = 191)

Показник	$X \pm \Delta$	*lim*
m, г	59,5 ± 6,3	6,7–211,2
L., мм	561,0 ± 23,8	205,0–963,0
L. cd, мм	123,0 ± 2,9	38,0–188,0
L. cap., мм	21,0 ± 1,7	11,0–30,0
Lt. cap., мм	12,0 ± 0,9	6,5–19,0
L. pi1., мм	13,9 ± 0,3	9,5–23,0
L. fr., мм	4,6 ± 0,2	3,5–6,0
Lt. fr., мм	3,1 ± 0,2	2,5–6,0
L. par., мм	7,0 ± 0,3	4,0–11,0
Lt. par., мм	3,0 ± 0,3	2,5–6,5
H. cap., мм	6,1 ± 0,3	4,5–10,5

Фолідозіс звичайних вужів у Присамар'ї (табл. 2) відповідають характеристикам, що відомі для інших територій [9; 20; 23; 24, 26]. Скроневі щитки (Temp.) у звичайного вужа розташовані у два ряди. У першому ряді завжди один щиток. Кількість щитків у другому ряді мінлива і може змінюватися від 1 до 3 [13; 15; 27; 28]. Найчастіше у популяціях вужа зустрічається комбінація 1 + 2 (у першому та другому рядах). У Присамар'ї частота трапляння такої комбінації складає майже 95 %. Лише 5 % особин мають співвідношення скроневих щитків 1 + 3. Комбінацію 1 + 1 зареєстровано лише у однієї особини.

Таблиця 2

Ознаки фолідозу звичайного вужа лісових біогеоценозів долинно-терасового ландшафту Присамар'я (n = 179)

Показник	$X \pm \Delta$	*lim*
Ventr.	178,5 ± 3,69	162–201
S. cd.	66,4 ± 1,72	52–78
Prorb.	1,0 ± 0,00	1
Postorb.	3,0 ± 0,06	2–4
Lab.	6,9 ± 0,08	6–8
Sublab.	9,3 ± 0,18	7–11
Sq.	18,5 ± 0,16	17–20

Кількість верхньогубних щитків (Lab.) варіює у вузькому інтервалі (від 6 до 8). Найчастіше зустрічаються особини, що мають 7 верхньогубних щитків (85,5 % особин), рідше – 6 (12,3 %) і дуже рідко – 8 (2,2 %). Кількість нижньогубних щитків (Sublab.) має діапазон мінливості від 7 до 11. Більшість особин мають 9 (76,0 % досліджених особин). На рептилій із 8 нижньогубними щитками припадає 10,5 %, з 7 щитками – 9,5 %. Дуже рідко трапляються особини із 10 щитками (1,4 %). Тільки одна особина мала 11 щитків (0,6 %). Знайдено такі комбінації заорбітальних щитків зліва / справа: 2 / 2, 2 / 3, 3 / 3, 3 / 2. Одна особина мала комбінацію 4 / 3. Більшість вужів мала комбінацію заорбітальних щитків 3 / 3 – 81,7 % особин.

Висновки

Дані щодо щільності населення змій свідчать, що популяція звичайного вужа в умовах Самарського лісу самодостатня та численна, не потребує спеціальних заходів охорони за умови збереження стану природних екосистем. Але тенденція щодо загального зниження чисельності вужів у Присамар'ї викликає певне занепокоєння та потребує подальших моніторингових досліджень. Необхідна також роз'яснювальна робота серед місцевого населення.

Популяційні характеристики мають значення, цілком властиві для даного виду. Значення пластичних і меристичних морфологічних ознак звичайних вужів із популяцій Присамар'я перебувають у межах значень, відомих для України та суміжних територій. Популяційна специфічність середніх значень цих параметрів відбиває біотопічні особливості певних біогеоценозів і можливі мікроеволюційні процеси.

Бібліографічні посилання

1. **Аль-Завахра Х.** К систематике ужа обыкновенного // Чтения памяти В. А. Попова. – Казань : Казанский ГУ, 1997. – С. 20–24.
2. **Атлас** пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус) / Н. Б. Ананьева, Н. Л. Орлов, Р. Г. Халиков и др. – СПб. : Зоол. ин-т РАН, 2004. – 232 с.

3. **Бобылев Ю. П.** Кадастровая характеристика герпетофауны центрального степного Приднепровья // Тез. докл. Всесоюзн. совещ. по проблеме кадастра и учета животного мира. – Уфа : Б. и., 1989. – С. 261–263.
4. **Булахов В. Л.** Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Земноводні та плазуни (Amphibia et Reptilia) / В. Л. Булахов, В. Я. Гассо, О. Є. Пахомов. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2007. – 420 с.
5. **Васильев А. Г.** Фенетический анализ биоразнообразия на популяционном уровне: Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. – Екатеринбург : ИЭРиЖ УрО РАН, 1996. – 47 с.
6. **Вершинин В. Л.** Амфибии и рептилии Урала. – Екатеринбург : УрО РАН, 2007. – 170 с.
7. **Гассо В. Я.** Стан біорізноманіття фауни змій Присамар'я Дніпровського // Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та охорона. Тези доп. Міжнар. конф. – Д. : ДНУ, 2005. – С. 154–156.
8. **Динесман Л. Г.** Методы количественного учета амфибий и рептилий / Л. Г. Динесман, М. Л. Калецкая // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М. : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 329–340.
9. **Ждокова М. К.** Асимметрия в щитковании обыкновенного (*Natrix natrix*) и водяного (*N. tessellata*) ужей на территории Калмыкии / М. К. Ждокова, Е. В. Завьялов, В. Г. Табачишин // Змеи Восточной Европы. Матер. междунар. конф. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С. 16–19.
10. **Земноводні** та плазуни під охороною Бернської конвенції / За ред. І .В. Загороднюка. – К. : Б. в., 1999. – 108 с.
11. **Змеи** Волжско-Камского края / А. Г. Бакиев, В. И. Гаранин, Н. А. Литвинов и др. – Самара : Изд-во Самарск. НЦ РАН, 2004. – 192 с.
12. **Змеи** Среднего Поволжья и их распространение в регионе / А. Г. Бакиев, А. Л. Маленев, А. Н. Песков и др. // Вопросы герпетологии. – Пущино – М. : Изд-во МГУ, 2001. – С. 22–24.
13. **Кармишев Ю. В.** Плазуни півдня Степової зони України (поширення, мінливість, систематика та особливості біології): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Мелітополь : Мелітопольський держ. пед. ун-т, 2002. – 20 с.
14. **Кармышев Ю. В.** Морфологическая изменчивость ужа обыкновенного (*Natrix natrix*) на юге Украины / Ю. В. Кармышев, О. Н. Мануилова // Вестник зоологии. – Т. 37, № 4. – С. 81–82.
15. **Морозенко Н. В.** Популяционная изменчивость фолидоза обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в Нижнем Поволжье / Н. В. Морозенко, Е. В. Завьялов, Г. В. Шляхтин // Змеи Восточной Европы. Матер. Междунар. конф. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С 60–62.
16. **Морфометрическая** дифференциация и таксономический статус пресмыкающихся сем. Colubridae и Viperidae / В. Г. Табачишин, Г. В. Шляхтин, Е. В. Завьялов и др. // Фауна Саратовской области. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1996. – Т. 1, вып. 2. – С. 39–70.
17. **Определитель** земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко и др. – М. : Просвещение, 1977. – 414 с.
18. **Руководство** по изучению земноводных и пресмыкающихся / Под ред. Н. Н. Щербака. – К. : Наук. думка, 1989. – 172 с.
19. **Ручин А. Б.** Распространение и морфометрическая характеристика обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) из Мордовии / А. Б. Ручин, М. К. Рыжов, Е. А. Лобачев // Змеи Восточной Европы. Матер. Междунар. конф. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С. 70–71.
20. **Степень** межпопуляционных различий обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в Нижнем Поволжье на основе многомерного анализа признаков фолидоза / Н. В. Морозенко, Е. В. Завьялов, Г. В. Шляхтин и др. // Поволжский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 288–292.
21. **Таращук В. І.** Земноводні та плазуни / Фауна України. – К. : АН УРСР, 1959. – Т. 7. – 246 с.
22. **Терентьев П. В.** Герпетология. – М. : Высш. шк., 1961. – 336 с.
23. **Трохименко Н. М.** К морфологии обыкновенного ужа в Самарской области // III конф. герпетологов Поволжья. Материалы. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – С. 82–83.
24. **Трохименко Н. М.** К вопросу о морфологии обыкновенного ужа в Самарской области // Актуальн. пробл. герпетологии и токсинологии. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2004. – Вып. 7. – С. 133–134.
25. **Уоддингтон К. Х.** Морфогенез и генетика. – М. : Мир, 1964. – 259 с.

26. **Шляхтин Г. В.** Использование морфологических особенностей обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) в диагностике состояния окружающей среды / Г. В. Шляхтин, Н. В. Морозенко, А. Ю. Сомов // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – Саратов : Научная книга, 2003. – Вып. 6. – С. 43–50.
27. **Щербак Н. Н.** Земноводные и пресмыкающиеся Крыма. – К. : Наук. думка, 1966. – 239 с.
28. **Щербак Н. Н.** Земноводные и пресмыкающиеся Украинских Карпат / Н. Н. Щербак, М. И. Щербань. – К. : Наук. думка 1980. – 267 с.
29. **Червона** книга Дніпропетровської області (Тваринний світ) / За ред. О. Є. Пахомова. – Д. : Новий друк, 2011. – 488 с.
30. **Яровая А. О.** К вопросу о состоянии фауны змей Днепропетровской области / А. О. Яровая, В. Я. Гассо // Біологічні основи охорони природи та раціонального використання тваринного світу. Матер. Всеукр. наук.-практ. конф. – Д. : Наука і освіта, 2003. – С. 27.
31. **Atlas** of amphibians and reptiles of Europe / J. P. Gasc, A. Cabela, J. Crnobrnja-Isailovic et al. – Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle, 2004. – 516 p.
32. **Borczyk B.** The causes of intraspecific variation in sexual dimorphism in the common grass snake populations, *Natrix natrix* Linnaeus, 1758 (Serpentes, Colubridae): Data from the South Western Poland // Acta Zoologica Cracoviensia. – 2007. – Vol. 50A, N 1–2. – P. 9–13.
33. **Gasso V. Y.** On the grass snake populations' state in the central steppe Dnieper region (Ukraine) // Societas Europaea Herpetologica. 13th Ord. Gen. Meet. – Bonn : A. Koenig Zoological Research Museum, 2005. – P. 51–52.
34. **Gentilli A.** Structure of a *Natrix natrix* population from Northern Italy / A. Gentilli, M. A. L. Zuffi // Scientia Herpetologica. – 1995. – P. 241–243.
35. **Luiselli L.** Individual reproductive success in mating balls of the grass snake, *Natrix natrix*: Size is important // J. Zool., Lond. – 1996. – Vol. 239. – P. 731–740.
36. **Luiselli L.** Food habits, growth rates and reproductive biology of grass snakes, *Natrix natrix* (Colubridae) in the Italian Alps / L. Luiselli, M. Capula, R. Shine // J. Zool., Lond. – 1997. – Vol. 241. – P. 371–380.
37. **Madsen T.** Growth rates, maturation and sexual size dimorphism in a population of grass snakes, *Natrix natrix*, in southern Sweden // Oikos. – 1983. – Vol. 40. – P. 277–282.
38. **Madsen T.** Movements, home range size and habitat use of radio-tracked grass snakes (*Natrix natrix*) in Southern Sweden // Copeia. – 1984. – Vol. 3. – P. 707–713.
39. **Madsen T.** Male mating success and body size in European grass snakes / T. Madsen, R. Shine // Copeia. – 1993. – P. 561–564.
40. **Madsen T.** Phenotypic plasticity in body sizes and sexual size dimorphism in European grass snakes / T. Madsen, R. Shine // Evolution. – 1993. – Vol. 47, N 1. – P. 321–327.
41. **Parker W.** Population ecology / W. Parker, V. Plummer // Snakes: Ecology and Evolutionary Biology / R. Seigel, J. Collins, S. Novak (Eds.). – New Jersey : The Blackburn Press, 1987 (reprinted in 2002). – P. 253–301.
42. **Thorpe R. S.** Biometric analysis of incipient speciation in the ringed snake, *Natrix natrix* (L.) // Separatum Experientia. – 1975. – Vol. 31. – P. 180–182.
43. **Uetz P.** The Reptile Database / P. Uetz, J. Hallermann. – Hamburg : Zoological Museum, 2011. – http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Natrix&species=natrix.

Надійшла до редколегії 21.10.2011

Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2011. – Вип. 19, т. 2. – С. 143–146.
Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 143–146.

УДК 581.1

О. Є. Пахомов, Ю. В. Лихолат, В. В. Бригадиренко

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ГРИГОРЮК ІВАН ПАНАСОВИЧ – УЧЕНИЙ, НАСТАВНИК, ПЕДАГОГ

Іван Панасович Григорюк – визначний український вчений-біолог, доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України, академік Академії наук Вищої школи України, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри фізіології, екології рослин і біомоніторингу Національного університету біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України. З його ім'ям тісно пов'язаний розвиток фізіології, екології рослин і біотехнології як в Україні, так і далеко за її межами.

Після закінчення середньої школи у 1958 році І. П. Григорюк розпочав трудову діяльність обліковцем польової бригади в колгоспі ім. Леніна, що в його рідному с. Топорівка Новоселицького району Чернівецької області. Прагнення до навчання не полишало обдарованого хлопця і в 1960 р. він вступив на біологічний факультет Чернівецького державного університету, який закінчив у 1965 р. за фахом «Фізіологія рослин» і отримав кваліфікацію «біолог-фізіолог рослин, викладач біології і хімії». Однокурсники Івана Панасовича добре пам'ятають його в студентські роки як наполегливого талановитого студента, вірного товариша, здатного прийти на допомогу тим, хто цього потребує. Ці риси Іван Панасович зберіг і дотепер.

Після закінчення університету деякий час працював учителем біології та хімії восьмирічної трудової політехнічної школи в с. Перківці Кельменецького району Чернівецької області.

У 1966–1969 рр. навчався в аспірантурі Інституту фізіології рослин АН УРСР, директором якого був видатний вчений-фізіолог рослин і агрохімік, академік АН УРСР

© О. Є. Пахомов, Ю. В. Лихолат, В. В. Бригадиренко, 2011

і ВАСГНІЛ П. А. Власюк. У цьому науковому закладі Іван Панасович працював до 2005 р. Кандидатську дисертацію на тему «Физиологические аспекты формирования урожая и качества картофеля в условиях низинной торфяной почвы» зі спеціальності «Фізіологія рослин» захистив у 1977 році. У 1983 р. йому присвоєне вчене звання «Старший науковий співробітник» зі спеціальності «Фізіологія рослин». У 1996 р. І. П. Григорюк в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України успішно захистив дисертацію на тему: «Реакция растений на водный и температурный стрессы и способы ее регуляции» й отримав науковий ступінь доктора біологічних наук зі спеціальності «Фізіологія рослин». У 2000 р. його обрано член-кореспондентом НАН України по Відділенню загальної біології і присвоєно вчене звання професора зі спеціальності «Фізіологія рослин».

Із 2005 р. Іван Панасович – професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття і за сумісництвом – директор ННЦ біотехнологій, біотехсервісу та біоенергоконверсій Національного аграрного університету. З 2007 р. – директор Навчально-наукового інституту охорони природи і біотехнологій й одночасно професор кафедри фізіології рослин, екології та біомоніторингу Національного університету біоресурсів і природокористування України.

І. П. Григорюк постійно впроваджує в навчальний процес найновітніші методи досліджень і на належному науково-методичному рівні викладає нормативні курси «Фізіологія рослин» і «Біотехнологія» студентам Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Він – один із фундаторів наукової школи в Україні з вивчення регуляторних систем водообміну, фізіологічних і молекулярно-біологічних механізмів стійкості та адаптації культурних рослин до стресових факторів середовища. Ним уперше отримано фундаментальні дані щодо ступеня рухливості та міцності зв'язку молекул води з адсорбційними центрами в зернівках і меристематичних тканинах сортів ярої та озимої пшениці. Визначальне місце у науковій діяльності І. П. Григорюка займають дослідження зі створення теоретичних основ оптимізації водного та поживного режимів та науково-практичних рекомендацій щодо отримання високих урожаїв кормових культур на торф'яних ґрунтах Західного Полісся України. Проведено системні дослідження вологозберігальних технологій і систем живлення рослин для отримання екологічно чистої продукції в умовах Півдня України.

Особливу науково-практичну значущість становлять розроблені ученим рекомендації стосовно поліпшення стану, догляду та підвищення ступеня приживлюваності та стійкості саджанців деревних рослин до стресових факторів середовища, що дозволило знизити собівартість у зеленому будівництві Києва на 25–30 %. Під керівництвом і за безпосередньої участі Івана Панасовича показано вплив глобальних змін клімату на фітосанітарний стан агроценозів, чисельність, ареали поширення та шкідливість найпоширеніших комах-фітофагів у посівах озимої пшениці Лісостепової зони України.

Отримані Іваном Панасовичем наукові результати щодо використання фрагментів-кандидатів на роль маркера стійкості видів і гібридів гіркокаштана до каштанової мінуючої молі мають методологічну та теоретичну значущість для вивчення перебігу фундаментальних процесів у фізіології рослин.

Серед найважливіших завдань сьогодення є вирішення проблем, пов'язаних із біоенергоконверсією. Беззаперечно актуальним, зокрема, є визначення перспективних джерел рослинних ресурсів для виробництва біопалива в Україні, яке, по-перше, крім низької собівартості під час згорання не дає чаду і тим самим не забруднює довкілля, а

по-друге, збільшує моторесурс двигуна. При цьому слід наголосити, що І. П. Григорюком із колегами створено технології спалювання деревних відходів і соломи, анаеробної переробки сільськогосподарських і побутових органічних відходів на біогаз і органічні добрива, технології виробництва рідких біопалив для двигунів внутрішнього згорання на основі біоетанолу та рослинних олій, які відповідають рівню кращих світових стандартів. Дані розробки не тільки актуальні, а і своєчасні, оскільки вичерпним природним ресурсам на зміну поступово приходить альтернативне пальне.

Іван Панасович постійно підвищує свій науковий рівень. У 2007 р. проходив стажування у біотехнологічних лабораторіях Академії ветеринарних наук і брав участь у створенні Китайсько-Українського центру оцінки й застосування генетичних ресурсів домашніх птахів у Інституті тваринництва та ветеринарії Аграрної академії наук провінції Чжезцян (м. Гауньджоу) КНР.

Член-кореспондент НАН України І. П. Григорюк – автор і співавтор понад 600 наукових, науково-навчально-методичних і науково-популярних праць, із них 10 монографій, 3 книги, 2 методичні та один навчальний посібники, 2 тлумачні словники, 360 статей (32 із них – у зарубіжних виданнях), 45 науково-методичних і практичних рекомендацій і вказівок, більшу частину яких упроваджено у виробництво. Ним отримано 20 авторських свідоцтв і патентів на винаходи, здійснено наукове керівництво 3 докторськими та 5 кандидатськими дисертаціями. Наразі він керує підготовкою 4 аспірантів, а також дипломними роботами магістрів зі спеціальності «Біотехнологія».

Серед наукової громади широкою популярністю користуються монографії І. П. Григорюка (у співавторстві): Водный режим растений в связи с действием факторов среды. – К. : Наук. думка, 1983. – 200 с.; Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. – К. : Наук. думка, 1989. – 224 с.; Ріст пшениці і кукурудзи в умовах посухи та його регуляція. – К. : Наук. світ, 2002. – 118 с.; Біоенергетичні основи стійкості озимої пшениці до посухи. – К. : Наук. світ, 2004. – 202 с.; Біологія каштанів. – К. : Логос, 2004. – 380 с.; Фізіологічні основи регуляції посухостійкості картоплі. – Хмельницький – Київ: Вид-во Сергія Пантюка, 2004. – 236 с.; Фізіологічні особливості сортів озимої пшениці за різного водозабезпечення та живлення. – Ужгород: Р. Повч, 2005. – 172 с.; Автоколивальний характер водообміну рослин. – К. : Логос, 2006. – 148 с.; Новітні технології біоенергоконверсії. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с., науково-популярна книга «Каштан – історичний символ Києва». – К. : ПоліграфКонсалтинг, 2006. – 212 с., Словник найуживаніших термінів з екології, біотехнології і біоенергетики. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2009. – 294 с.; Геоботаніка: Тлумачний словник. Навчальний посібник. – К. : Фітосоціоцентр, 2010. – 420 с.; Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. – К. : ПоліграфКонсалтинг, 2011. – 215 с. За науковою редакцією ученого опубліковано понад 40 праць.

І. П. Григорюк вміло поєднує науково-педагогічну працю із громадською діяльністю та громадським життям. Натепер Іван Панасович – заступник голови спеціалізованої вченої ради Д 26.004.15 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій Національного університету біоресурсів і природокористування України за спеціальностями «Біотехнологія» та «Екологія», член спеціалізованої вченої ради Д 74.844.02 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій Уманського національного університету садівництва Міністерства аграрної політики та продовольства України за спеціальностями «Фізіологія рослин» і «Мікробіологія», член постійно діючої робочої групи з питань біобезпеки при використанні генетично модифікованих організмів у системі АПК України, член навчально-методичної комісії з напрямів

«Екологія» та «Біотехнологія» НПП аграрних вищих навчальних закладів Міністерства аграрної політики та продовольства України, член Координаційної ради Міністерства охорони навколишнього природного середовища з питань забезпечення Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням у країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці, член експертної Ради з біологічних наук ВАК України, член ученої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України та Наукового центру екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, голова редакційної ради секції «Біологія, біотехнологія і екологія» збірника наукових праць «Науковий вісник НУБіП України» і наукового журналу «Біоресурси і природокористування», член редколегії фахових наукових журналів «Продовольча індустрія АПК», «Наукові обрії», «Физиология и биохимия культурных растений», «Науковий вісник Чернівецького університету. Серія Біологія (Біологічні системи)», «Біоресурси і природокористування», член товариства фізіологів рослин Росії та член громадської організації «Земляцтво буковинців у м. Києві «Буковина».

Нагороджений бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1987), нагрудним знаком «Петро Могила» (2007) МОН України, Почесною грамотою Президії НАН України та Центрального комітету профспілки працівників НАН України (2001), Почесною грамотою Міністерства охорони навколишнього природного середовища України (2005), Почесною грамотою за особливі заслуги перед Національним аграрним університетом (2006), трудовою відзнакою «Знак пошани» (2008) Міністерства аграрної політики України. Лауреат премії ім. М. Г. Холодного АН УРСР (1991) і премії президентів НАН України, НАН Білорусії, АН Молдови (2002). Має нагороду Ярослава Мудрого АН ВШ України в галузі науки і техніки (2007). Дійсний член (академік) Української екологічної академії наук (1999). Із 2007 року – академік Академії наук Вищої школи України по Відділенню біології, хімії та медицини.

За вагомий особистий внесок у вирішення екологічних проблем, розвиток природоохоронної справи та збереження навколишнього природного середовища Указом Президента України від 5 червня 2009 року І. П. Григорюку присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України». «Відмінник аграрної освіти і науки» Міністерства аграрної політики України (2010). Ученого нагороджено Золотою медаллю XXII Міжнародної виставки «Агро-2010» (2010).

Щиро вітаємо Івана Панасовича Григорюка зі славним 70-річчям від дня народження і 45-річчям наукової, науково-організаційної, педагогічної та громадської діяльності, зичимо йому міцного здоров’я, довгих років життя та нових успіхів у справі підготовки наукових кадрів.

Надійшла до редколегії 12.05.2011

ЗМІСТ

Байбуз А. Л., Кукушкин О. В., Зиненко А. И. Таксономический статус степной гадюки Правобережной Украины 3
Бець Т. Ю., Баштанник О. М. Електрична провідність техноземів як показник екологічних властивостей агробіогеоценозу 13
Вакерич М. М., Ніколайчук В. І., Денчиля-Сакаль Г. М., Гасинець Я. С., Ткач О. П. Протекторний ефект хлориду натрію при адаптації рослин вівса посівного до надлишку сульфату купруму 19
Василів О. М., Гнатуш С. О., Білий О. І., Гетьман В. Б. Вплив солей феруму та мангану на ріст і світлорозсіювальні властивості бактерій *Desulfuromonas acetoxidans* 25
Веремеев В. Н. Почвенная мезофауна в условиях динамики продуктивности растительности пойменных лугов юго-востока Беларуси 34
Грицай З. В., Денисенко О. Г. Насіннєва продуктивність деревних рослин в умовах забруднення довкілля викидами металургійного підприємства 40
Зайцева І. О. Активність окислювальних процесів інтродукованих рослин за дії низьких загартовувальних температур 45
Качинська В. В., Наумович Г. О. Епіфітні лишайники як компонент консорцій *Ulmus laevis* і *Populus nigra* в умовах промислових ділянок гірничо-металургійного комплексу Кривбасу 55
Коломійчук В. П. Рослинність Бердянського військового полігону (Запорізька обл.) та її динаміка 61
Коновалова Т. М. Трехмерная структура почвы в области пороя слепыша (*Spalax microphthalmus*) 71
Кочет В. М., Христов О. О., Марченкова Ю. А., Бондарев Д. Л. Ретроспективний огляд формування іхтіокомплексу р. Оріль 76
Лісовець О. І., Браїлко В. А. Біолого-екологічна характеристика трав'яного покриву липо-ясеневої діброви центральної заплави р. Самара 86
Мороз К. О., Лигун А. В., Бригадиренко В. В. Сезонна динаміка підстилкової мезофауни антропогенно трансформованих екосистем м. Дніпродзержинськ 93
Моцний М. П., Боцьва Н. П., Єліна О. В., Уланова Є. А. Вплив фотостимуляції на біоелектричну реакцію листя кукурудзи 103
Никифорова О. А. Вплив стрес-факторів на функціональний стан еритроцитів крові щурів 109
Русев І. Т., Закусило В. М., Винник В. Д. Динаміка чисельності та добової активності кровосисних комарів у підвалах та під'їздах багатоповерхових будинків м. Одеса 114
Старовойтова М. Ю. Перспективи створення гідрологічних заказників у середній течії р. Сула 120
Терещенко В. Г., Иванчев В. П., Сарычев В. С., Иванчева Е. Ю., Сарычева О. В., Терещенко Л. И. Промысловые и непромысловые виды рыб рек Липецкой области 126
Філімоніхіна О. Г., Лихолат Ю. В. Стійкість рослин підтоплюваних територій в умовах посухи у м. Кіровоград 132
Гассо В. Я. Характеристика популяцій звичайного вужа лісових біогеоценозів Присамар'я .. 136
Пахомов О. Є., Лихолат Ю. В., Бригадиренко В. В. Григорюк Іван Панасович – учений, наставник, педагог 143
ЗМІСТ 147

ВІСНИК ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Біологія. Екологія

Заснований у 1993 р.

Випуск 19, том 2

Українською, російською та англійською мовами

Свідоцтво державної реєстрації серія КВ № 7898 від 17.09.2003 р.

Редактор В. Д. Маловик
Технічний редактор В. А. Усенко
Коректор В. Д. Маловик
Оригінал-макет виготовив В. В. Бригадиренко

Підписано до друку 25.10.2011. Формат 70×108 $^{1}/_{16}$. Папір друкарський. Друк плоский. Ум. друк. арк. 13,0. Ум. фарбовідб. 13,0. Обл.-вид. арк. 13,2. Тираж 100 пр. Вид. № 1568. Замовлення №

Свідоцтво державної реєстрації № ДК – 289 від 21.12.2000 р.

Видавництво Дніпропетровського університету,
пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010
Друкарня ДНУ, вул. Наукова, 5, м. Дніпропетровськ, 49050

УДК 57+574.581
ББК 28

Друкується за рішенням вченої ради
Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара
згідно з планом видань на 2011 рік

Редакційна колегія:

д-р біол. наук, проф. О. Є. Пахомов (відп. редактор); канд. біол. наук, доц. В. В. Бригадиренко (відп. секретар); чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук, проф. А. П. Травлєєв; д-р біол. наук, проф. Н. А. Білова; д-р біол. наук, проф. О. М. Вінниченко; д-р біол. наук, проф. А. І. Вінніков; канд. біол. наук, доц. В. Я. Гассо; д-р біол. наук, проф. Ю. І. Грицан; д-р біол. наук, проф. А. І. Дворецький; д-р біол. наук, проф. Л. Г. Долгова; д-р біол. наук, проф. В. М. Зверковський; канд. біол. наук, ст. н. с. А. Ф. Кулик; д-р біол. наук, проф. В. П. Ляшенко; д-р біол. наук, проф. Ю. В. Лихолат; канд. біол. наук, проф. О. Б. Мурзін; д-р біол. наук, проф. Л. П. Мицик; д-р біол. наук, проф. Г. О. Ушакова; канд. с.-г. наук, доц. О. В. Федоненко; д-р біол. наук, проф. Н. М. Цвєткова; д-р біол. наук, проф. Н. І. Штеменко; д-р біол. наук, проф. О. О. Шугуров.

© Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, 2011