

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF UKRAINE  
DONETSK STATE UNIVERSITY

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ  
ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА**

Межведомственный сборник научных работ

Вып. 4

**ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ОХОРОНИ ПРИРОДИ  
ТЕХНОГЕННОГО РЕГІОНУ**

Міжвідомчий збірник наукових праць

Вип. 4

**PROBLEMS OF ECOLOGY AND NATURE PROTECTION  
OF TECHNOGEN REGION**

The interdepartmental collection of scientific works

Iss. 4

Донецк ДонНУ 2004

**Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону:** Міжвідомчий збірник наукових праць / Відп. ред. С.В. Беспалова. – Донецьк: ДонНУ, 2004. – Вип. 4. – 267 с.

Статті збірника охоплюють широке коло питань екологічної, флористичної, фауністичної, біофізичної і фізіологічної спрямованості. У збірник увійшли статті викладачів, наукових співробітників та аспірантів різних вузів і науково-дослідних організацій України і Росії.

Збірник призначений для екологів, ботаніків, зоологів, фізіологів рослин, людини і тварин, біофізиків, фахівців з охорони природи, а також для викладачів і студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів.

**Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона:** Межведомственный сборник научных работ / Отв. ред. С.В. Беспалова. – Донецк: ДонНУ, 2004. – Вып. 4. – 267 с.

Статьи сборника охватывают широкий круг вопросов экологической, флористической, фаунистической, биофизической и физиологической направленности. В сборник вошли статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов различных вузов и научно-исследовательских организаций Украины и России.

Сборник предназначен для экологов, ботаников, зоологов, физиологов растений, человека и животных, биофизиков, специалистов по охране природы, а также для преподавателей и студентов биологических факультетов высших учебных заведений.

**Problems of ecology and nature protection of technogen region:** The interdepartmental collection of scientific works / Editor-in-Chief S.V. Bespalova. – Donetsk: DonNU, 2004. – Iss. 4. – 267 p.

Clauses of the collection cover a wide circle of questions ecological, floristic, faunistic, biophysical and physiological orientation. Collection included clauses of the teachers, scientific employees both post-graduate students of various high schools and research organizations of Ukraine and Russia.

The collection is intended for the ecologists, botanists, zoologists, physiologists of plants, man and animal, biophysics, experts in nature protection, and also for the teachers and students of biological faculties of higher educational institutions.

ББК ЕО\*806.4 + ЕО\*889 (437 УКР 5,5)

Рецензенти: А.К. Поляков, д-р біол. наук, проф.

А.В. Колганов, д-р біол. наук, проф.

Затверджено до друку Вченою радою Донецького національного університету

#### Редакційна колегія

**С.В. Беспалова**, проф., д-р фіз.-мат. наук (відп. редактор); **А.С. Алемасова**, проф. д-р. хім. наук; **М.І. Бойко**, проф., д-р біол. наук; **О.З. Глухов**, проф., д-р біол. наук; **О.З. Злотін**, проф., д-р біол. наук; **О.Г. Калінкін**, проф., д-р мед. наук; **В.А. Максимович**, проф., д-р мед. наук; **В.М. Остапко**, проф., д-р біол. наук; **В.А. Романенко**, проф., д-р біол. наук; **В.І. Соколев**, проф., д-р біол. наук; **В.Н. Сокрут**, проф. д-р мед. наук; **І.І. Солдак**, проф., д-р мед. наук; **М.Н. Сухомлин**, д-р біол. наук; **З.В. Усова**, проф., д-р біол. наук; **В.М. Шаталов**, проф., д-р фіз.-мат. наук, **А.Д. Штірц**, канд. біол. наук (відп. секретар); **М.М. Ярошенко**, проф., д-р біол. наук.

#### Editorial Board

S.V. Bespalova (Editor-in-Chief), A.S. Alemasova, M.I. Bojko, A.Z. Gluhov, A.Z. Zlotin, O.G. Kalinkin, V.A. Maximovich, V.M. Ostapko, V.A. Romanenko, V.I. Sobolev, V.N. Sokrut, I.I. Soldak, M.N. Suchomlin, Z.V. Usova, V.M. Shatalov, A.D. Shtirts (Managin Editor), N.N. Yaroshenko.

Видання збірника дозволено ВАК України: Бюлетень ВАК України, 2000. – № 6. – С. 11.

© Донецький національний університет

© Обкладинка М.В. Максимовича

Комп'ютерна верстка: А.Д. Штірц

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
-------------	---

### ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ

<b>Беспалова С.В.</b> Біотехнології до нормалізації екології (програма створення комплексу) .....	10
<b>Коршиков І.І., Гнатів П.С.</b> Концептуальні питання адаптації деревних рослин до умов природного й антропогенно зміненого середовища .....	22

### ФЛОРА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА РОСЛИННОГО СВІТУ

<b>Блощук А.В., Сметана М.Г.</b> Уточнення до структурної організації рудеральних рослинних угруповань Криворіжжя .....	41
<b>Ібатуліна Ю.В.</b> Вікова структура ценопопуляцій деяких степових видів в антропогенно трансформованих фітоценозах .....	47
<b>Ковальчук Н.П.</b> Особливості феноритміки деревних рослин м. Луцька .....	55
<b>Наумов С.Ю.</b> Формування листків <i>Carum carvi</i> L. на другому році вегетації .....	62
<b>Прилипка В.В.</b> Флористична структура рослинного покриву ландшафтно-техногенних систем Криворізького гірничо-металургійного комбінату та коксохімічного виробництва .....	67
<b>Сафонов А.І.</b> Метод тестування забруднення техногенних ґрунтів нікелем .....	74
<b>Чоха О.В.</b> Синтаксономія рослинності газонів м. Києва. Класи <i>Chenopodietea</i> та <i>Artemisietea vulgaris</i> .....	81

### ФАУНА, ЕКОЛОГІЯ Й ОХОРОНА ТВАРИННОГО СВІТУ

<b>Вовк М.В.</b> Роль колоніальних поселень чапель у формуванні комплексів NPK у ґрунтових покривах Дніпровсько-Орільського природного заповідника .....	97
<b>Головатюк А.І., Лапін Є.І.</b> Еколого-фауністична структура турунів (Coleoptera, Carabidae) балкової системи в підзоні типчаково-ковилових степів .....	103
<b>Кульбачко Ю.Л.</b> Еколого-фауністична характеристика наземних черевоногих молюсків природних пристінних лісів р. Самара в умовах степового Придніпров'я ....	111
<b>Мацюра О.В.</b> Досвід радарного визначення кількісних показників нічної міграції птахів .....	118
<b>Рева М.В.</b> Систематичні зауваження та синонімія <i>Schoenbaueria pusilla</i> (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae) .....	123
<b>Сумароков О.М.</b> Матеріали до видового складу фауни жорстокрилих (Insecta: Coleoptera) Дніпропетровської області .....	131
<b>Штірц Ю.О.</b> Циклічна динаміка топічної структури орнітокомплексів міста Донецька .....	143
<b>Ярошенко М.М.</b> Панцирні кліщі ділянки, що відведена під промислове добування гіпсу (Донецька область) .....	151

### ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН, МІКОЛОГІЯ

<b>Бессонова В.П., Яковлєва-Носарь С.О.</b> Стан асиміляційного апарату і нетто-фотосинтез віргінільних деревних рослин за умов пріоритетного забруднення хлористими сполуками .....	157
--	-----

<b>Клименко О.Е., Клименко Н.І., Лацко Т.А.</b> Зміна елементів антиоксидантної системи персика як тест-фактор кислотного стресу .....	<b>163</b>
<b>Кудінова О.В., Цибульник Л.В.</b> Фітотоксична активність штамів <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. ....	<b>169</b>
<b>Сметана О.М., Маркевич О.І.</b> Мікроморфологічні особливості чорноземів лісопокрашених, зумовлені впливом шламосховищ Кривбасу .....	<b>176</b>
<b>Федотов О.В.</b> Активність пероксидаз істівних лікарських базидіоміцетів у залежності від температури культивування та місцезростання .....	<b>183</b>
<b>Шелест З.М., Левицька О.К., Тарнопільський П.Б.</b> Особливості розвитку сосни звичайної на відвалах розкривних порід Стрижівського вуглерозрізу .....	<b>189</b>

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ БІОФІЗИКИ І ФІЗІОЛОГІЇ**

<b>Білобров В.М.</b> Хвороби і старіння. Погляд ззовні .....	<b>196</b>
<b>Грищенко С.В., Солдак І.І., Шамрай В.А., Нагорний І.М.</b> Сучасні закономірності формування патології серед дорослого населення Донецької області .....	<b>205</b>
<b>Максимович В.О., Максимович М.В.</b> Психогенна антентропія .....	<b>214</b>
<b>Доценко О.І., Перельструз С.В.</b> Вивчення впливу низькочастотної вібрації на процес зв'язування альбуміну з іонами плюмбуму .....	<b>221</b>
<b>Говта М.В.</b> Стан психофізіологічних чинників студентів, які мешкають у Донецької області (оцінка та корекція) .....	<b>226</b>
<b>Білобров В.М., Богдан Н.М, Елізаров О.О., Хомутова К.В., Блінкова Т.С., Лінник Н.В., Малигін М.С.</b> Проблема гомеостазу. 1. Специфічні та неспецифічні взаємодії в розчинах .....	<b>235</b>
<b>Антонік І.П., Антонік В.І.</b> Особливості стажових функціональних змін в організмі робочих залізорудних шахт .....	<b>246</b>
<b>Балакірєва Г.О., Кузнєцов К.І.</b> Оцінка дослідницького поведження експериментальних тварин у тесті "відкрите поле" на тлі емоційного стресу різної етіології .....	<b>252</b>
<b>Москалець Т.В., Соболєв В.І.</b> Вплив тироїдектомії на енергетику тетанічного ізометричного м'язового скорочення у білих щурів (дослідження <i>in situ</i> ) .....	<b>260</b>
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ</b> .....	<b>266</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>9</b>
<b>ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ</b>	
<b>Беспалова С.В.</b> Биотехнологии для нормализации экологии (программа создания комплекса) .....	<b>10</b>
<b>Коршиков И.И., Гнатив П.С.</b> Концептуальные вопросы адаптации древесных растений к условиям природной и антропогенно измененной среды .....	<b>22</b>
<b>ФЛОРА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА</b>	
<b>Блощук А.В., Сметана Н.Г.</b> Уточнение к структурной организации рудеральных растительных сообществ Криворожья .....	<b>41</b>
<b>Ибатулина Ю.В.</b> Возрастная структура ценопопуляций некоторых степных видов в антропогенно трансформированных фитоценозах .....	<b>47</b>
<b>Ковальчук Н.П.</b> Особенности феноритмики древесных растений г. Луцка .....	<b>55</b>
<b>Наумов С.Ю.</b> Формирование листьев <i>Carum carvi</i> L. на втором году вегетации .....	<b>62</b>
<b>Прилипко В.В.</b> Флористическая структура растительных сообществ ландшафтно-техногенных систем Криворожского горно-металлургического комбината и коксохимического производства .....	<b>67</b>
<b>Сафонов А.И.</b> Метод тестирования загрязнения техногенных почвогрунтов никелем .....	<b>74</b>
<b>Чоха О.В.</b> Синтаксономия растительности газонов г. Киева. Классы <i>Chenopodietea</i> та <i>Artemisietea vulgaris</i> .....	<b>81</b>
<b>ФАУНА, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ЖИВОТНОГО МИРА</b>	
<b>Вовк М.В.</b> Роль колониальных поселений цапель в формировании комплексов НРК в почвенных покровах Днепровско-Орельского природного заповедника .....	<b>97</b>
<b>Головатюк А.И., Лапин Е.И.</b> Эколого-фаунистическая структура журилиц (Coleoptera, Carabidae) балочной системы в подзоне типчаково-ковыльных степей .....	<b>103</b>
<b>Кульбачко Ю.Л.</b> Эколого-фаунистическая характеристика наземных брюхоногих моллюсков естественных пристенных лесов р. Самара и искусственных древесных насаждений в условиях степного Приднепровья .....	<b>111</b>
<b>Мацюра А.В.</b> Опыт радарного определения количественных показателей ночной миграции птиц .....	<b>118</b>
<b>Рева М.В.</b> Систематические замечания и синонимия <i>Schoenbaueria pusilla</i> (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae) .....	<b>123</b>
<b>Сумароков А.М.</b> Материалы к видовому составу фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Днепропетровской области .....	<b>131</b>
<b>Штирц Ю.А.</b> Циклическая динамика топической структуры орнитокомплексов города Донецка .....	<b>143</b>
<b>Ярошенко Н.Н.</b> Панцирные клещи участка, отводимого под промышленную добычу гипса (Донецкая область) .....	<b>151</b>

## ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКОЛОГИЯ

<b>Бессонова В.П., Яковлева-Носарь С.О.</b> Состояние ассимиляционного аппарата и нетто-фотосинтез виргинильных древесных растений в условиях приоритетного загрязнения хлористыми соединениями .....	157
<b>Клименко О.Е., Клименко Н.И., Лацко Т.А.</b> Изменение элементов антиоксидантной системы персика как тест-фактор кислотного стресса .....	163
<b>Кудинова О.В., Цыбульник Л.В.</b> Фитотоксическая активность штаммов <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. ....	169
<b>Сметана А.М., Маркевич О.И.</b> Микроморфологические особенности черноземов лесоулучшенных, находящихся под воздействием шламоохранилищ Кривбасса .....	176
<b>Федотов О.В.</b> Активность пероксидаз съедобных лекарственных базидиомицетов в зависимости от температуры культивирования и места роста .....	183
<b>Шелест З.М., Левицкая Е.К., Тарнопольский П.Б.</b> Особенности развития сосны обыкновенной на отвалах раскрывных пород Стрижевского углераза .....	189

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ

<b>Билобров В.М.</b> Болезни и старение. Взгляд извне .....	196
<b>Грищенко С.В., Солдак И.И., Шамрай В.А., Нагорный И.М.</b> Современные закономерности формирования патологии среди взрослого населения Донецкой области .....	205
<b>Максимович В.А., Максимович М.В.</b> Психогенная антиэнтропия .....	214
<b>Доценко О.И., Перельструз С.В.</b> Изучение влияния низкочастотной вибрации на процесс связывания альбумина с ионами свинца .....	221
<b>Говта Н.В.</b> Состояние психофизиологических показателей студентов, проживающих в Донецкой области (оценка и коррекция) .....	226
<b>Билобров В.М., Богдан Н.М., Елизаров А.О., Хомутова Е.В., Блинкова Т.С., Линник Н.В., Малыгин М.С.</b> Проблема гомеостаза. 1. Специфические и неспецифические взаимодействия в растворах .....	235
<b>Антоник И.П., Антоник В.И.</b> Особенности стажевых функциональных изменений в организме рабочих железорудных шахт .....	246
<b>Балакирева Г.А., Кузнєцов К.И.</b> Оценка исследовательского поведения экспериментальных животных в тесте "открытое поле" на фоне эмоционального стресса различной этиологии .....	252
<b>Москалец Т.В., Соболев В.И.</b> Влияние тиройдэктомии на энергетику тетанического изометрического мышечного сокращения у белых крыс (исследование <i>in situ</i> ) .....	260
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</b> .....	266

## CONTENTS

INTRODUCTION .....	9
--------------------	---

### FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF ECOLOGY

<b>Bespalova S.V.</b> Biotechnologies for normalization of ecology (the program of creation of a complex) .....	10
<b>Korshikov I.I., Gnativ P.S.</b> Conceptual questions of arboreal plants adaptation to the conditions of anthropogenically changed environment .....	22

### FLORA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE PLANT LIFE

<b>Bloschuk A.V., Smetana M.G.</b> Specifications to structural organization of weed-association of the Krivoy Rog region .....	41
<b>Ibatulina Ju.V.</b> Age structure of some steppe species cenopopulations in anthropogenically transformed phytosenoses .....	47
<b>Kovalchuk N.P.</b> Features of phenorythmics trees in the city of Lutsk .....	55
<b>Naumov S.Yu.</b> The leaves formation of <i>Carum carvi</i> L. under the second year of vegetation .....	62
<b>Prylypko V.V.</b> Floristical structure of vegetation coenoces landscape-technogenic systems of the Kryviy Rih metallurgical combine and koksochime production .....	67
<b>Safonov A.I.</b> The method of testing of technogenical soil contamination with nickel .....	74
<b>Choha O.V.</b> Syntaxonomy of Kyiv grass plots vegetation. <i>Chenopodieta</i> and <i>Artemisietea vulgaris</i> Classes .....	81

### FAUNA, ECOLOGY AND PROTECTION OF THE ANIMAL KINGDOM

<b>Vovk M.V.</b> The role of colonial settlements of gray herons in creation of NPK-complexes in top-soil of Dnieper-Orelsk natural reserve .....	97
<b>Golovatyuk A.I., Lapin E.I.</b> The ecology and faunistic structure of the ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in the system of beams .....	103
<b>Kulbachko Yu.L.</b> Ecological and faunistic characteristic of terrestrial gastropods in natural and artificial forests of the Samara-river watershed slope in the steppe Dnieper region .....	111
<b>Matsyura A.V.</b> The radar estimation of quantitative characteristics of the night bird migration .....	118
<b>Reva M.V.</b> Systematics notes and synonymy of the <i>Schoenbaueria pusilla</i> (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae) .....	123
<b>Sumarokov A.M.</b> Materials for the fauna beetles (Insecta: Coleoptera) of the Dnjepropetrovsk region .....	131
<b>Shtirts Yu.A.</b> The cyclic dynamics of topical structure of ornithocomplexes of the city of Donetsk .....	143
<b>Yaroshenko N.N.</b> Oribatid mites of a site assigned under industrial extraction of a gypsum (Donetsk region) .....	151

## PHYSIOLOGY AND ECOLOGY OF THE PLANT, MYCOLOGY

<b>Bessonova V.P., Yakovleva-Nosar' S.O.</b> The state of assimilation apparatus and net-photosynthesis of virgin arboreal plants on conditions of priority contamination by combinations of chlorine .....	157
<b>Klymenko O.E., Klymenko M.I., Latsko T.A.</b> Changes of peach antioxidant system elements as a test-factor of acid stress .....	163
<b>Kudinova O.V., Cibulnik L.V.</b> Phytoxic activity of <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. strains .....	169
<b>Smetana O.M., Markevych O.I.</b> Micromorphological features of the forest-improved chornozem soils, conditioned by influencing of the Kryvbass silt-stores .....	176
<b>Fedotov O.V.</b> Activity peroxides edible Basidiomycetes depending on temperature and place of growth .....	183
<b>Shelest Z.M., Levitska O.K., Tarnopilsky P.B.</b> Development of <i>Pinus sylvestris</i> on reclaimed lands of the coal open-pit in Stryzhivka .....	189

## FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS OF BIOPHYSICS AND PHYSIOLOGY

<b>Bilobrov V.M.</b> Diseases and ageing. A view from the outside .....	196
<b>Grishchenko S.V., Soldak I.I., Shamrai V.A., Nagornyi I.M.</b> Current regularities of formation of pathologies among adult population in Donetsk region .....	205
<b>Maksimovich V.A., Maksimovich M.V.</b> Psihogennaya antientropiya .....	214
<b>Dotsenko O.I., Perelstrooz S.V.</b> The study of the influence of low-frequency vibration on process of binding albumin with plumbum ions .....	221
<b>Govta N.V.</b> The state of psychophysiological showing of students, resident in Donetsk region (estimations, amendment) .....	226
<b>Bilobrov V.M., Jelisarov A.O., Bogdan N.M., Khomutova E.V., Blinkova T.S., Linnik N.V., Malygin M.S.</b> Problem of homeostasis. 1. Specific and nonspecific interactions in solutions .....	235
<b>Antonik I.P., Antonik V.I.</b> Peculiarities of the length of service functional changes in the organism of the worker in the iron – ore mines .....	246
<b>Balakireva G.A., Kuznetsov K.I.</b> Estimation of research behaviour of experimental animals in the test "the open field" on a fone emotional stress of different etiology .....	252
<b>Moskalets T.V., Sobolev V.I.</b> Influence of hypothyroidism on energy of isometric muscle contraction of white rats (research of <i>in situ</i> ) .....	260
<b>RULES FOR AUTHORS</b> .....	266



## ВВЕДЕНИЕ

Любое дело начинается с проекта: "вначале было слово", то есть проект. Не может быть исключение и дело сохранения биосферы. К сожалению, у человечества такого проекта до сих пор нет. Четко и однозначно не определены даже объект и предмет научных исследований в этом направлении, а значит отсутствует должное приложение практических сил.

Сами термины "природоохрана" и "экология" многозначны, дву- и многосмысленны. Уникальные края, каньоны, скалы тоже природа, их тоже нужно охранять человеку от человека. Но они ли в экологии главное, существенное?

Сутью – первостепенным для познания ученым и для результативной деятельности практиков, является биота. Ею именуют взаимосвязанную и взаимодействующую совокупность живых представителей планеты Земля. Именно ее морфо-функциональное состояние, ее здоровье изучает общая экология: экология (о). В общей экологии в XX столетии актуализировался один красносемафорный раздел, связанный с неуклонным ухудшением среды обитания, нарастанием в нем вредных и опасных факторов (ВОФ). В англоязычных публикациях этот особый раздел именуется *environmental sciences*. В славянской литературе соответствующего термина не предложено. Поэтому для дифференцировки понятий и выделения теории взаимодействия биоты и ее представителей с ВОФ предлагаем называть специальной экологией: экологией (с).

И общая экология, и специальная экология являются биологическими научными дисциплинами, но, как например, гигиена в медицине используют методологию, конкретные методы и средства других наук: физики, химии, инженерии и т.п.

Наиболее трудные, назовем так, конкурентно-антагонистические отношения сложились между экологией (с) и социальной экономикой. Человечество лишь декларативно поверхностно осознало опасность ухудшения экологии и не готово хоть чем-то пожертвовать за счет "общества потребления". Люди еще не поняли, что экологический сдвиг заболеваемости и их неизбежный финиш сокращает почти каждому человеку срок потребления, а, в конце концов, вообще некому будет потреблять. Потребители исчезнут.

Существующие и мыслимые физико-технические средства принципиально не способны в полном объеме даже продиагностировать все возможные варианты состояния лишь одной составляющей биосферы – среды обитания. Что касается другой, главенствующей составляющей биосферы – биоты, включающей человека, то техника бессильна дать полноценное представление о происходящих в ней изменениях биологических закономерностей, о ее жизнеспособности. Это понятно. Разнообразие неблагоприятных экологических факторов по номенклатуре, уровням, дозам, сочетаниям, взаимодействиям между собой и биотой столь велико, что лишь такой "аппарат", как организм особи, популяции, биоценоза, в целом биоты, способен объективно отразить силу вредоносных коктейлей.

Вот почему в Донецком национальном университете подготовлена широкая научная Программа "Разработка комплекса инновационных биологических способов диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния Донбасса". Ее содержание публикуется в данном сборнике.

Читателям, которые посчитают возможным обойтись без научных общебиологических и общеэкологических обоснований, советуем не терять время и сразу перейти к интересующему их разделу. При надобности, всегда можно будет вернуться к тому или иному тексту. Ведь многие читают газеты, журналы и даже книги с конца, с середины и в какой угодно последовательности.

Ответственный редактор сборника  
С.В. Беспалова

УДК 575.31/.7

**С.В. Беспалова**  
**БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИИ**  
**(ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА)**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса 46*

**Беспалова С.В. Биотехнологии для нормализации экологии (программа создания комплекса).** – Представлена программа "Создание комплекса биологических способов диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния Донбасса" и перспективы ее выполнения.

*Ключевые слова:* экология, биотехнология, вредные факторы, биота.

**Введение**

Территория Донбасса техногенно трансформирована под влиянием интенсивного развития промышленности (угольной, металлургической, химической), транспорта, сельского хозяйства, высокой степени урбанизации. С этим связано загрязнение окружающей среды и ухудшения главной части биосферы – биоты, то есть живого мира.

С каждым годом обостряется экологическая обстановка в Донбассе, Украине и мире. В университете была смоделирована сложившаяся ситуация [1, 2]. Ни одного благоприятного прогноза не получилось. Лучший сценарий – замедление приближения катастрофы обитания. Худший – цепная экологическая реакция с внезапным концом. Особенно иллюстративна ситуация в Донбассе и Украине.

Таблица 1

**Роль неблагоприятной экологии в ухудшении жизнеспособности населения Украины за период 1989-2001 гг.**

№ п/п		Для населения Украины в целом 51,6 млн. чел (1989 г.)	Для населения Донецкой обл. 5,3 млн. чел. (1989 г.)	Для населения Волынской, Закарпатской, Ровенской областей и А.Р. Крым $\Sigma = 5,5$ млн. чел.
1.	Изменение средней продолжительности жизни $\Delta \bar{\tau}$ , лет	-3	-4,6	Достоверных изменений произошло
2.	Изменение периода полураспада популяции $\Delta T$ , %	-4,1	-6,3	
3.	Изменение численности населения $\Delta N$ , %	-8,1	-9,4	
4.	Индекс распада популяции $I_R = (\Delta T \cdot \Delta N) \cdot 10^{-1}$ , усл. ед.	3,3	5,9	

Как видно, снизилась средняя продолжительность жизни населения Украины, ускорился период полураспада популяции, сократилась численность населения, ослабела жизнеспособность (витальность), то есть устойчивость к вредным факторам среды.

Аналогичной направленности негативные процессы по данным Донецкого национального университета произошли за указанные 10 лет в различных популяциях растительного и животного мира Донбасса. Кроме того, сократилось их разнообразие в биоценозах.

Проведение эффективных мероприятий по диагностике и улучшению биоты затруднено отсутствием комплекса простых способов диагностики, профилактики и восстановления. Существующие инженерно-технические способы трудоемкие и дорогостоящие, они не позволяют проследить динамику техногенного воздействия на среду. Но главное – они направлены на контроль состояния среды, то есть почвы, воздуха, воды, но не живого мира. Этих недостатков лишены биологические методы, цель которых контролировать, защищать и восстанавливать главный объект экологии – биоту. Для достижения этой цели можно использовать различную чувствительность организмов и параметров их биологического состояния к вредным воздействиям. Нужно лишь выявить те из них, которые могут сигнализировать о неблагоприятных изменениях в наиболее ранние сроки, противодействовать вредному влиянию, восстанавливать нормальное состояние среды.

До сих пор в мире разрабатывается лишь **одно научное и практическое направление** – контроль и нормализация среды обитания: водной, воздушной, почвенной. Да и это в ограниченных масштабах. Не для всей биосферной среды и не для всей биоты, а для отдельной совместно проживающей группы организмов, называемой биоценозом, и для ограниченного пространства (*topos*) называемого биотопом. В лучшем случае создаются резервации – заповедники, заказники, охранные зоны и т.д. Но в любом случае – локальном или глобальном, регулирующие воздействия направлены на среду обитания и лишь через нее на живые организмы. По этим направлениям созданы структуры, например, Государственное управление экологии и природных ресурсов, Институт технической экологии и др.

Но возможно **другое**, не менее важное и сильное **направление**. Оно в мире не только зачато, но и рождается. Это **новое научно-практическое направление** предусматривает использование собственных биологических потенций живого. Эволюционно заложенных в него адаптационно-защитных механизмов саморегуляции, включая совершеннейшие устройства авто и гетероконтроля, самоизменения и саморазвития, индивидуального и симбиотического кооперативного самосбережения.

Нами сделано обобщение этих механизмов, что представлено на рис. 1, иллюстрирующий адаптацию биоты к измененной внешней среде [3].

Ряд переменных здесь могут иметь различные количественные меры. Так, украинская школа проф. Я.П. Дидука обосновала меру определения устойчивости биоценозов. Одним из интегральных показателей устойчивости предложено отношение скоростей накопления азота к его распаду. Показано, что экстремальные условия приводят к превышению распада азотистой органики, в ответ активируются биологические механизмы, противодействующие этому процессу. Известный принцип Ле-Шателье-Брауна.

Схема дана для начального представления о сложности биологической перестройки биоты. Конечно, в ней не все учтено. Представляется, что теоретическую сложность адаптации биоты в определенной мере удастся раскрыть к концу выполнения Программы.

Рассмотрим общую схему влияния человека на окружающую среду. На рис. 2 представлены основные звенья системы поддержания экоблагополучия. Система составлена по канонической кибернетической схеме (окружающая среда – отражена красным цветом, а биота – зеленым).

В экологии центральным целевым объектом, подлежащим регулированию, является биота. Она представляет взаимосвязанную и взаимодействующую между собой всю совокупность живых представителей биосферы (в отличие от другой части биосферы – среды обитания). Именно в окружающей внешней среде первично накапливаются вредные факторы, которые являются возмущающими воздействиями для биоты.

На схеме представлены также два важнейших надсистемных звена. *Первое* звено отражает мотивацию, попросту желание что-либо менять. Если у хозяйки нет желания убирать квартиру, то она будет грязной. Если у общества нет желания убирать *oikos* (экос) –

то есть свою жилую среду, то она превратится в мусорную свалку. Мотивация – это единственный побудитель действий.

*Второе* надсистемное звено – это вся совокупность нормативов, то есть международных конвенций, государственных законов, подзаконных актов, требований и т.п. Именно это звено диктует, каким должна быть биосфера. Эталоны из этого звена поступают в компаратор, сравнитель, в котором сопоставляются требуемые и фактические уровни. Последние поступают от мониторинга текущего состояния биосферы. В настоящее время мониторинг ведется силами различных научно-практических учреждений. Однако мониторинг представляет лишь часть этой схемы. Для поддержания биологического равновесия необходимы, как видно, и другие составляющие процесса управления – профилактика и восстановление.

Однако, в настоящее время отсутствует комплексное решение этой биологической проблемы. В Украине, насколько нам известно, подобная комплексная проблема вообще не ставилась. Лишь, в некоторых научных центрах Украины, в том числе, в Донецке ведутся отдельные исследования в этом направлении.

С целью объединения этих усилий и привлечения других заинтересованных сторон биологический факультет совместно с Ботаническим садом НАНУ разработали комплексную научную Программу по созданию новых биоэкологических технологий.

### *Диагностика*

В мире ежегодно производится около 30 тыс. видов химических веществ в количестве более 1 тонны в год каждое. Среди них – огромное количество ксенобиотиков техногенного происхождения. При этом, как правило, эти суперэкоксиканты присутствуют в окружающей среде в ничтожно малых количествах. Все это сильно затрудняет и, по сути, делает нереальным отслеживание каждого из этих веществ инженерно-техническими методами.

Необходимы более чувствительные и селективные методы индикации. Такими возможностями обладают биологические методы, которые к тому же и дешевле.

В настоящее время на Западе и в России интенсивно развивается новое направление – биосенсорный анализ химических соединений. Основным функциональным элементом сенсора (анализирующего и распознающего элемента) является биорецептор (ферменты, клетки, антитела, микроорганизмы и др.), реакция которого регистрируется преобразователем.

Высокая специфичность обусловлена строгим структурным соответствием биорецептора и анализируемого вещества (фермент-субстрат, рецептор-медиатор, и т.д.). Именно это качество живой природы позволяет создавать биосенсоры, обладающие высокой чувствительностью и селективностью, что открывает возможность создания надежных систем экологического мониторинга.

Использование биосенсоров в экологии (высокая специфичность, мгновенность реакции, дешевизна и др.) выводит мониторинг на качественно иной небывалый уровень.

Природным биосенсором является живой организм – непревзойденный универсальный, интегральный и высокочувствительный ранний индикатор загрязненности среды, в которой он живет.

Представители отделов низших и высших растений, а также грибы, животные, человек чутко реагируют на качественный состав и концентрацию химических элементов в почве, воздухе и воде. Реакция может выражаться как в изменении морфологических и анатомических особенностей, так и в протекании физиологических (у человека психоэмоциональных) процессов и биологических циклов развития.

Вредные факторы влияют на продолжительность жизни человека, заболеваемость, вызывают расстройства здоровья, т.е. пограничные состояния между здоровьем и болезнью.

Исследования сотрудников кафедры физиологии и биофизики, показали, что наиболее ранними симптомами являются психофизиологические расстройства, которые возникают еще до заболеваний [3-6].

Разрабатываются технологии ранней диагностики психоэмоционального состояния и технология повышения психофизиологической устойчивости к вредным факторам. Технология основана на применении компьютерных методов тренировки и коррекции нарушенных функций [7-9].

Фитоиндикационные методы широко используются в системе мониторинга, значительно отличаясь от других, особенно инструментальных, невысокой стоимостью, относительной простотой интерпретации, достоверностью оценки загрязнения окружающей среды. Фитоиндикация может проводиться на разных уровнях организации растений: от клетки до сообществ. Метод фитоиндикации показывает, с одной стороны, уровень загрязнения, накопленного в течение ряда лет на данной местности. С другой стороны, используя анатомические срезы, мы можем отслеживать динамику загрязненности через небольшие интервалы времени - дни или недели в течение вегетационного периода.

Учеными кафедры ботаники и экологии и ДБС выявлены растения, которые могут служить индикаторами определенных металлов [9-11].

Разработан метод оценки содержания вредных металлов. Он основан на том, что избыток металлов в окружающей среде вызывает различного рода повреждения в структуре растений. Вид и интенсивность этих повреждений сведены в индикационные шкалы, которые позволяют оценить степень загрязненности. Совмещение этих шкал на карте Донецкой области дает возможность выявить наиболее загрязненные территории разными металлами. У нас имеется компьютерная реализация этого метода, которая готова к практическому внедрению [12-15].

В целях фитоиндикации могут быть использованы исследования по **тератогенезу** растений в условиях загрязнённой среды. **Тератогенез** – это нарушение нормального развития растений, появление уродливых форм.

Установлено, что частота и спектр тератоморф в популяциях растений различны при одних и тех же условиях у представителей разных семейств и родов, различны эти показатели в разных экотопах и при разных антропогенных воздействиях, зависят от их интенсивности [16-18].

Массовый тератогенез может изменять направленность эволюционного процесса, приводить к нарушению генетической устойчивости экосистем и к исчезновению видов.

Установлено, что индикаторными видами могут служить повсеместно распространённые коровяки восточный и мучнистый, у которых отмечено более 170 вариантов строения аномальных цветков, а также – шалфей сухостепной и др.

Состав и частота аномальных форм в популяциях отдельных видов или комплекса видов могут указывать на определённые типы и степень загрязнений.

Как показали исследования, информативными могут быть тераты таких видов, как одуванчик лекарственный, цикорий обыкновенный, бодяк щетинистый, ромашка непахучая и другие. Особенно ценными для практики могут быть признаки терат, устанавливаемые в ранний период онтогенеза.

Чувствительными индикаторами загрязнений окружающей среды являются также позвоночные и беспозвоночные животные. Задачей зоологического мониторинга является выявление тех живых организмов или оптимального набора организмов, которые суммируют воздействие всех действующих факторов на территории Донбасса.

Учеными кафедры зоологии изучаются особенности структуры населения разных групп насекомых и позвоночных животных в природных и антропогенно-нарушенных ценозах [19-20].

При этом способом оценки степени регрессии экосистем является выявление видового богатства и разнообразия, спектра жизненных форм и экологических групп, структуры

доминирования, динамики плотности популяций, пространственного распределения и других факторов [21-23].

Показано, что биоиндикаторами тяжелых металлов, фенолов и кислот могут являться популяции некоторых видов позвоночных (среди них представители рыб, земноводных, птиц), реагирующих достоверной изменчивостью пластических признаков и появлением активного мутагенеза, в том числе с выраженной патологией [12]. Например, индикаторами многократного превышения ПДК солей и гидроксидов железа (отходы металлургического производства) в зоне Донецких и Макеевских очистных сооружений является глубокое изменение окраски серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) и некоторых птиц (*Delichon urbica* L., *Charadrius dubius* Scop.), соответствующей цветовой гамме соединений указанного типоморфного элемента.

### **Профилактика**

В качестве профилактических мер можно привести разработку кафедры физиологии растений по биологическому способу борьбы с болезнями хвойных пород – корневыми гнилями.

Корневая гниль, вызываемая грибом корневой губкой (*Heterobasidion annosum*), приносит огромный материальный ущерб, снижает продуктивность древостоев, вызывает их преждевременный распад, массовое размножение энтомовредителей, увеличивает пожарную опасность, удорожает стоимость лесовозобновления и т.п. После развития патогенных грибов в древесине образуются споры, которые разносят заражение на большую площадь.

В настоящее время для борьбы с корневыми гнилями применяют агротехнические, лесохозяйственные, химические методы. Однако, наиболее перспективными (экологически безвредными и радикальными) являются биологические, позволяющие сбалансировать экологическую обстановку в хвойных монокультурах при наличии экологических стрессоров и в условиях интенсивного ведения сельского хозяйства.

На кафедре физиологии растений развивается метод, основанный на использовании активных грибов-антагонистов, которые подавляют рост или уничтожают патогенный вид. Такие грибы найдены среди микобиоты, произрастающей на территории Донецкой области [24-25].

На их основе разрабатывается технология получения биопрепаратов и способы внесения их в очаги поражения леса корневой губкой [26-27].

### **Восстановление**

В Донецкой области порядка 70% эрозированных земель, то есть с разрушенным плодородным слоем. В результате промышленной деятельности предприятий разрушено около 24 тыс. га сельхозугодий.

Наиболее эффективным способом восстановления земель по опыту многих стран (Германии, Швейцарии, Голландии, Англии, США, скандинавских стран и др.) является применение биодинамического земледелия (органического экологически чистого земледелия без применения химических средств). Продукты, выращенные хозяйствами, работающими на принципах биодинамики, имеют специальную международную маркировку и пользуются огромным спросом.

Биодинамическое земледелие предполагает использование почвообразующих животных и микроорганизмов: бактерий, дождевых червей, насекомых и их личинок и др.

На кафедре зоологии изучается роль почвенных беспозвоночных животных – жуков, панцирных клещей, коллембол и др. в качестве почвообразователей.

Роль их – уникальна. Участвуя в круговороте веществ, они обогащают почву азотом, фосфором, калием, перерабатывают компост – огромное количество органической биомассы растений, бактерий и животных – на высокоэффективное гумусное удобрение. Такое удобрение восстанавливает естественное плодородие почвы и гарантирует большую прибавку урожая.

В работах Донецкого ботсада НАНУ проблема восстановления экосистем Донбасса разрабатывается в следующих направлениях [28-30]:

– Технология восстановления степных фитоценозов – аналогов природных, которая позволяет ускорить этот процесс в 5-10 раз. В основе технологии лежит определенная последовательность посева различных видов растений, подавляющая конкуренцию со стороны сорняков

– Работы по улучшению нарушенных природных кормовых угодий в засушливых условиях степной зоны позволяют моделировать травосмеси для восстановления пастбищ. Эта технология предотвращает деградацию почвы и растительности, повышает качество и продуктивность животноводства.

– Многолетние исследования генетического состава популяций хвойных пород на Украине показали, что в искусственных насаждениях сосны обыкновенной и крымской, не происходит значительного обеднения генофонда под влиянием токсичных выбросов, но меняется генетическая структура популяций, что может существенно отразиться на их жизнеспособности в череде поколений. В основе предлагаемой технологии лежит подбор семенного материала с генетически заданной способностью к адаптации в загрязненной среде.

– Сотрудники ботсада подобрали более 100 видов растений для фиторекультивации терриконов. В настоящее время разрабатывается дешевая и оперативная методика выбора определенной группы растений, способных произрастать в конкретных условиях на заданном отвале.

Для многих терриконов Донбасса разработаны проекты озеленения.

Таким образом, видится широкий спектр способов и технологий, которые успешно могут быть применены в Донбассе.

На рис. 3 представлены ожидаемые инновационные технологии. Если удастся найти хотя бы по одному способу в каждой градации и создать на этой основе по одной технологии, то, как видно, уже будет 84 инновационных технологий.

В связи с изложенным, в Донецком национальном университете подготовлена научная Программа "Разработка комплекса инновационных биологических способов диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния Донбасса".

Цель Программы – создание комплекса высокоэффективных биологических технологий для контроля, восстановления и дальнейшего поддержания экоблагополучия техногенно трансформированных регионов Украины.

В результате выполнения Программы будет создана комплексная биологическая технология контроля, восстановления и профилактики, основанная на охранных способностях и устройствах, использующих биологические свойства высших и низших растений, грибов, животных, микроорганизмов.

Все зарубежные разработки узко направлены или на биоиндикацию или на восстановление какой-то одной составляющей среды. Комплексность предлагаемой Программы состоит в использовании биологических сил разнообразных представителей всего живого мира. При этом Программа интегрирует в единой комплексной технологии контроль, восстановление и поддержание всех компонентов биосферы – и биоту и среду во всех ее видах (воду, воздух, почву).

Таким образом, предстоит сложный и дорогостоящий путь создания эффективной **комплексной технологии** диагностики, профилактики, восстановления и поддержания экоблагополучия в техногенно трансформированных регионах Украины. Убеждены, что эта технология станет высоко рентабельной, а, учитывая бесценность жизни человека и всей биоты, уникальной.

Программа предусматривает шесть этапов.

**Первый этап.** Разработка (на основе мирового опыта и исследований украинских ученых) биологической технологии **контроля** биосферы техногенно трансформированных регионов.

**Второй этап.** Разработка биологической технологии **восстановления** биосферы техногенно трансформированных регионов.

**Третий этап.** Разработка биологической технологии **профилактики** биосферы техногенно трансформированных регионов.

**Четвертый этап.** Создание **комплексной биологической технологии**, объединяющей способы контроля, восстановления и профилактики экологического состояния.

**Пятый этап.** Разработка требований к **биостанциям для практического применения** комплексной биологической технологии.

**Шестой этап.** Разработка **информационно-программного обеспечения** контроля и управления комплексом биологических способов диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния Донбасса.

Выполнять Программу будут помимо Донецкого национального университета и Донецкого ботанического сада, институты Донецкого научного центра НАН и МОН Украины, Институт медико-экологических проблем, Донецкий государственный медицинский университет им. Горького, Донецкий областной противоопухолевый центр АМНУ и др.

Многие научные учреждения других областей Украины, узнав о готовящейся Программе, обратились к нам с пожеланием участия в ее выполнении.

### ***Разделы Программы***

1. Разработка биологической технологии **контроля** биосферы техногенно трансформированных регионов.

1.1. Разработка комплекса биологических способов диагностики экологического состояния с помощью **высших и низших растений**.

1.2. Разработка комплекса биологических способов диагностики экологического состояния с помощью **грибов и микроорганизмов**.

1.3. Разработка комплекса биологических способов диагностики экологического состояния с помощью **животных**.

1.4. Разработка комплекса биологических способов диагностики биосферы путем **контроля здоровья населения**.

2. Разработка биологической технологии **восстановления** биосферы техногенно трансформированных регионов.

2.1. Разработка комплекса биологических способов восстановления экологического состояния с помощью **высших и низших растений**.

2.2. Разработка комплекса биологических способов восстановления экологического состояния с помощью **грибов и микроорганизмов**.

2.3. Разработка комплекса биологических способов восстановления экологического состояния с помощью **животных**.

2.4. Разработка комплекса **медико-биологических** способов реабилитации **здоровья населения**.

3. Разработка биологической технологии **профилактики** биосферы техногенно трансформированных регионов.

3.1. Разработка комплекса биологических способов профилактики экологического состояния с помощью **высших и низших растений**.

3.2. Разработка комплекса биологических способов профилактики экологического состояния с помощью **грибов и микроорганизмов**.

3.3. Разработка комплекса биологических способов профилактики экологического состояния с помощью **животных**.

3.4. Разработка комплекса биологических способов профилактики **заболеваемости жителей** Донбасса.



4. Создание **комплексной биологической технологии**, объединяющей способы контроля, восстановления и профилактики экологического состояния.

5. Разработка **стандартов работы биостанций по практическому применению** комплексной биологической технологии.

6. Разработка **информационно-программного обеспечения** контроля и управления комплексом биологических способов диагностики, профилактики и восстановления экологического состояния Донбасса.

С 2005 года в рамках комплексной госбюджетной темы биологическим факультетом ДонНУ совместно ДБС НАНУ "Разработка способов биоиндикации экологического состояния Донбасса" решается первая фундаментальная и прикладная задача вышеуказанной Программы – создание способов диагностики.

Этапами этого раздела Программы являются:

1. На основе исследований ДонНУ и мирового опыта подготовить комплекс биоиндикационных показателей для контроля экологии Донбасса.

1.1. Выявить в **растительном** мире набор биоиндикационных показателей для контроля экологии Донбасса.

1.2. Выявить в мире **грибов и микроорганизмов** набор биоиндикационных показателей для контроля экологии Донбасса.

1.3. Выявить в **животном** мире набор биоиндикационных показателей для контроля экологии Донбасса.

1.3.1. Выявить набор биоиндикационных показателей с использованием наземных и водных животных для контроля экологических условий в регионе Донбасса.

1.3.2. Выявить набор биоиндикационных показателей на основе насекомых (Simuliidae, Culicidae) для контроля экологии Донбасса.

1.4. Выявить набор биоиндикационных показателей вредного влияния экологии Донбасса на человека.

2. Разработать технологию применения комплекса биоиндикационных показателей для контроля экологии Донбасса

2.1. Разработать технологию применения набора биоиндикационных показателей на основе **растений** для контроля экологии Донбасса.

2.2. Разработать технологию применения набора биоиндикационных показателей на основе **грибов и микроорганизмов** для контроля экологии Донбасса.

2.3. Разработать технологию применения набора биоиндикационных показателей на основе **животных** для контроля экологии Донбасса.

2.4. Разработать технологию применения набора биоиндикационных показателей вредного влияния экологии Донбасса на **человека**.

2.5. Интегрировать наборы биоиндикационных показателей (на основе растений, животных и др.) в единый **комплекс**, необходимый и достаточный для контроля экологии Донбасса.

В соответствии с результатами первого этапа Программы и дальнейшим развитием мировой науки будут скорректированы цели и содержание последующих этапов.

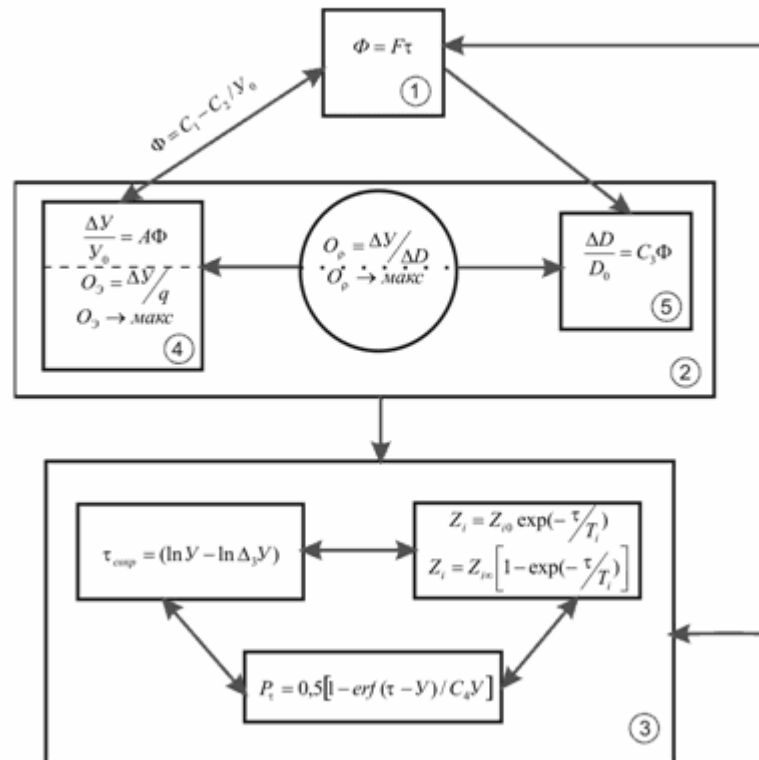


Рис. 1. Алгоритм перестройки биоценоза в сложных экологических условиях

1 – вредные воздействия; 2 – биоценоз; 3 – результат перестройки биоценоза (результат взаимодействия 2 с 1); 4-5 – биомеханизмы приспособления и жизнедеятельности.

$\Phi, F, \tau$  - соответственно доза, уровень и время действия вредных факторов среды;

$Y, Y_0, \Delta Y, \Delta_3 Y$  - соответственно устойчивость биоценоза, ее исходный уровень, величина изменения, требуемое значение для данных условий;

$A$  - мера адаптивности биоценоза;

$D_0, \Delta D$  - соответственно мера уровней жизнедеятельности в нормальных условиях и при вредных воздействиях;

$O_3, O_p$  - внутрисистемные (энергетические) и межсистемные критерии оптимизации;

$q$  - энергетические затраты на изменение устойчивости;

$Z_i$  - величина  $i$ -ой атрибутивной характеристики биоценоза в процессе восстановления до оптимального уровня  $Z_{i0}$  или стабилизации на новом уровне  $Z_{i\infty}$ ;

$T_i$  - постоянные времени переходных процессов;

$P_\tau$  - вероятность отсутствия отказов (летальных исходов) в биоценозе;

$C_i$  - параметры системы

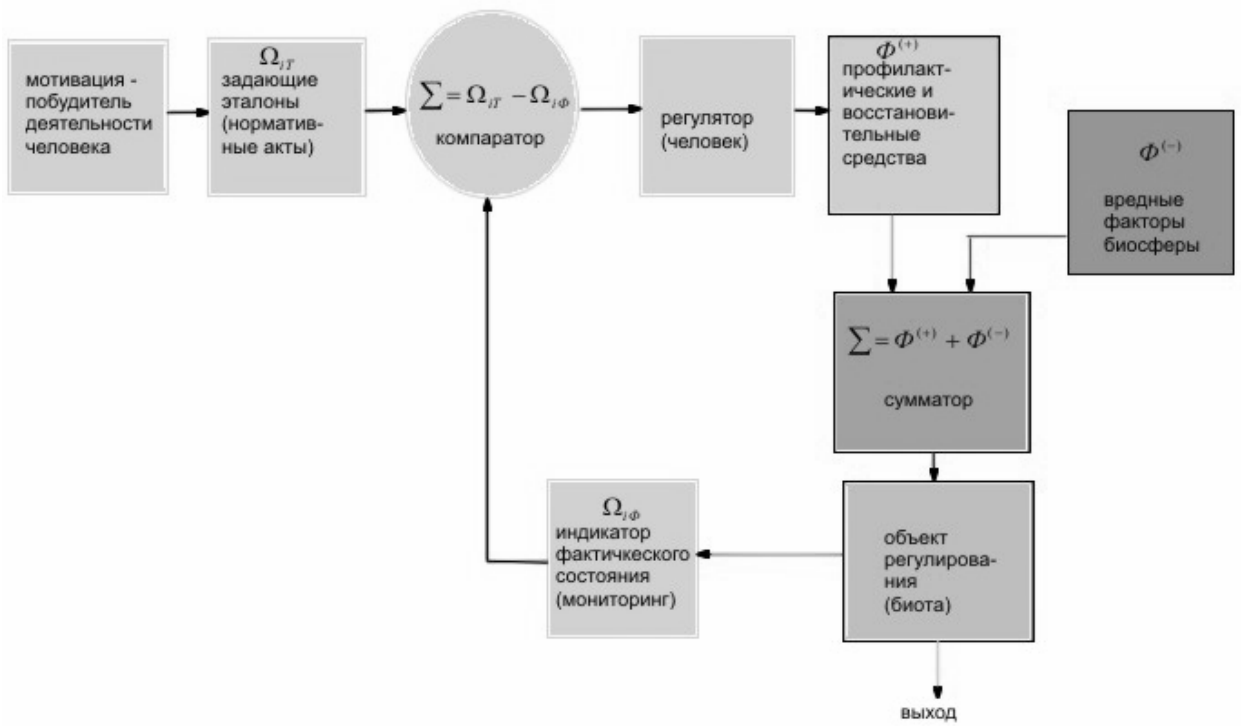


Рис. 2. Схема поддержания экоблагополучия

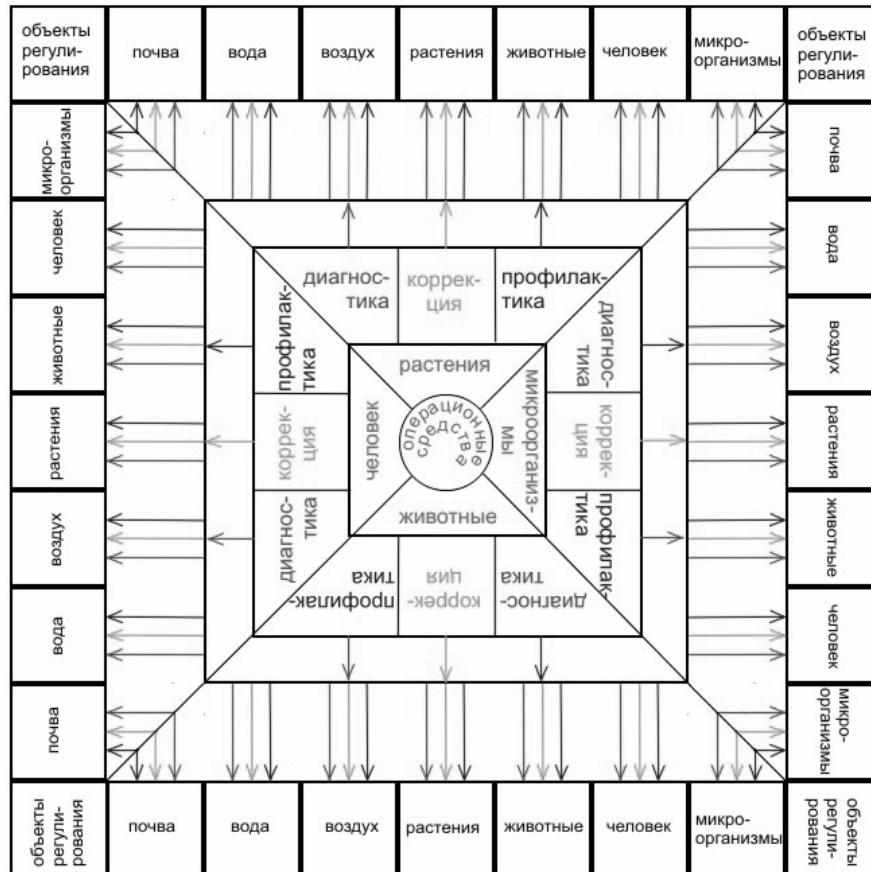


Рис. 3. Ожидаемые инновационные биотехнологии

## Список литературы

1. Беспалова С.В., Максимович В.А. Интегральная экология // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2002. – Вып. 2. – С. 11-15.
2. Беспалова С.В., Максимович В.А. Биологическая экология: Моделирование жизнеспособности биотических организаций // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2003. – Вып. 3. – С. 11-18.
3. Максимович В.А., Беспалова С.В. Математическое моделирование в медицинской биофизике. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 202 с.
4. Мухин В.А., Максимович В.А., Беспалова С.В. Медицинская психофизика. – Донецк: ДонНУ, 2001. – 152 с.
5. Максимович В.А., Говта Н.В. Влияние экологических условий жизни на психофизиологическое состояние и успеваемость студентов // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ. – Донецк: ДонНУ, 2003. – Вып. 3. – С. 221-225.
6. Романенко В.А., Филенков В.И., Перехрест А.Н. Понятие "нормы" физического развития с позиций биологии // Мат. науч.-практ. конф. – Донецк, 2002. – С. 196-197.
7. Романенко В.А. Определение структуры и значимости физического состояния горноспасателей различного возраста и квалификации // Физиология человека. – 1990. – Т. 16, № 4. – С. 135-139.
8. Романенко В.А. Закономерности трансформации физиологического обеспечения профессиональной деятельности на различных этапах // Сб. науч. труд. Всеукр. науч.-практ. конф. – Луганск: СНУ, 2000. – С. 14.
9. Романенко В.А. и др. Методика коррекции негативных психических состояний у подростков // Мат. науч.-метод. конф. – Донецк: ИИИ, 2003. – С. 83-86.
10. Пат. 53375 А UA, МКИ 7 A01G7/00. Спосіб визначення мутагенного ефекту важких металів: Деклараційний патент на винахід. – О.З. Глухов, Н.А. Хижняк, А.І. Сафонов. – № 2002053834; Заявл. 10.05.02; Опубл. 15.01.03. – Бюл. № 1. – 3 с.
11. Сафонов А.І. Фітоіндикація забруднення важкими металами антропогенно трансформованого середовища Донбасу: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Дніпропетровськ, 2004. – 21 с.
12. Сафонов А.І. Специфика локализации некоторых металлов в почвах северных промышленных узлов Донецкой области // Проблемы экологии. – 2003. – № 1. – С. 36-47.
13. Пат. 6648 А UA, МКИ 7 A01G7/00. Спосіб проведення фітоіндикаційного моніторингу антропогенно трансформованого середовища: Деклараційний патент на корисну модель. – А.І. Сафонов. – № 20041008609; Заявл. 22.10.04, Опубл. 16.05.05. – Бюл. № 5. – 7 с.
14. Пат. 5845 А UA, МКИ 7 A01G7/00. Спосіб фітоіндикаційної оцінки токсичності ґрунтів антропогенно трансформованих екотопів: Деклараційний патент на корисну модель. – А.І. Сафонов. – № 20040907413; Заявл. 10.09.04, Опубл. 15.03.05. – Бюл. № 3. – 8 с.
15. Пат. 10899 А UA, МКИ 7 A01G7/00. Спосіб тестування забруднення ґрунтів кадмієм: Деклараційний патент на корисну модель. – А.І. Сафонов. – № 20041008603; Заявл. 22.10.04, Опубл. 15.12.05. – Бюл. № 12. – 12 с.
16. Глухов А.З., Хархота А.И., Назаренко А.С., Лиханов А.Ф. Тератогенез растений на юго-востоке Украины. – Донецк: Норд-пресс, 2005. – 179 с.
17. Назаренко А.С. Опыт создания классификационной схемы тератоморф растений юго-востока Украины // Промышленная ботаника. – 2002. – Вып. 2. – С. 34-38.

18. Назаренко Г.С. Тератоморфи рослин в умовах антропогенно трансформованого середовища на південному сході України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05. – Ялта, 2004. – 20 с.
19. Номоконов Л.И., Тараненко Л.И. О взаимосвязи и сопряженности компонентов биогеоценозов в пойме Нижнего Дона // Известия АН СССР. Сер. Биол. – М., 1976. – № 5. – 7 с.
20. Мартынов В.В., Прокопенко Е.В. Многолетняя и сезонная динамика герпетобионтных членистоногих в урболандшафтах степенной зоны Украины (на примере парков г. Донецка) // Тез. доп. VI з'їзду Укр. ентомол. тов.-ва (м. Біла церква, 8–11 вересня 2003 р.). – Ніжин, 2003. – С. 67-68.
21. Тараненко Л.И. К вопросу о роли птиц на очистных сооружениях Донбасса // Вестник Днепропетровского ун-та. Сер. Биология и Экология. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1993. – Вып. 1. – С. 137-138.
22. Прокопенко Е.В., Кульбачко Ю.Л. Особенности накопления тяжелых металлов представителями различных групп беспозвоночных подстилки на рекультивированных терриконах Донецького горнодобывающего комплекса // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський нац. ун-т, 2002. – С.120-124.
23. Маслодудова Е.Н., Рязанцева А.Е. Фауна аэротенков Донецких очистных сооружений // Межвед. сб. науч. работ "Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона". – Донецк: ДонНУ, 2004. – Вып. 3. – С. 113-122.
24. Негруцкий С.Ф. Корневая губка. – М.: Агропромиздат, 1986. – 196 с.
25. Бойко М.І. Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. і перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів: Автореф. дис. .... д-ра біол. наук: 03.00.12 і 03.00.24 / Київський ун-т ім. Тараса Шевченка. – К., 1996. – 51 с.
26. Пат. 32942 А України, МКВ А 01N 63/00. Штам соматичних структур макроміцета *Peniophora gigantea* (Fr.) Mass. для біологічної боротьби з кореневою губкою хвойних порід: Пат. 32942 А України, МКВ А 01N 63/00. / М.І. Бойко, С.І. Демченко, О.В. Федотов, М.М. Сухомлин (Україна). – № 98084370; Заявл. 11.08.98; Опубл. 16.02.2001, Бюл. № 1. – 2 с.
27. Фильчаков Л.П. Эколого-физиологические особенности гриба *Hirschioporus abietinus* (Dicks. ex Fr.) Donk. и пути его использования для биологической борьбы с корневой губкой: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. – Донецк, 1984. – 209 с.
28. Промышленная ботаника. Сб. науч. тр. – Донецк: ТОВ "Лебідь", 2001. – 167 с., 2002. – 197 с., 2003. – 200 с., 2004. – 274 с., 2005. – 274 с.
29. Відновлення порушених природних екосистем. Мат. I-II Міжнар. наук. конф. – Донецьк, ДБС НАНУ: ТОВ "Лебідь", 2002. – 452 с., 2005. – 406 с.
30. Збереження біорізноманітності на південному сході України. Мат. наук.-практ. конф. – Донецьк, ДБС НАНУ: ТОВ "Лебідь", 2004. – 174 с.

**Беспалова С.В. Біотехнології до нормалізації екології (програма створення комплексу).** – Представлено програму "Створення комплексу біологічних способів діагностики, профілактики і відновлення екологічного стану Донбасу" і перспективи її виконання.

*Ключові слова:* екологія, біотехнологія, шкідливі фактори, біота.

**Bespalova S.V. Biotechnologies for normalization of ecology (the program of creation of a complex).** – The program "Creation of a complex of biological ways of diagnostics, prevention and restoration of an ecological condition of Donbass" and prospects of its fulfillment is submitted.

*Key words:* ecology, biotechnology, harmful factors, biothe.

**І.І. Коршиков<sup>1</sup>, П.С. Гнатів<sup>2</sup>**

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПИТАННЯ АДАПТАЦІЇ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ДО УМОВ ПРИРОДНОГО Й АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНОГО СЕРЕДОВИЩА**

<sup>1</sup>*Донецький ботанічний сад НАН України; 83059, м. Донецьк, пр. Ілліча, 110,  
e-mail: herb@herb.dn.ua;*

<sup>2</sup>*Інститут екології Карпат НАН України; 79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4*

**Коршиков І.І., Гнатів П.С. Концептуальні питання адаптації деревних рослин до умов природного й антропогенно зміненого середовища.** – В аналітичному огляді розглянуті теоретичні питання адаптації деревних рослин до умов природного середовища, що змінюється, а також у зв'язку з її техногенним забрудненням. Аргументована необхідність різнобічного комплексного вивчення змін від субклітинного до популяційного рівнів для механізмів з'ясування адаптації рослин до наростаючого техногенного тиску.

*Ключові слова:* еволюція, адаптація, деревні рослини, природні екологічні фактори, техногенно забруднене середовище.

Адаптація як пристосування будь-якого організму до умов середовища у науковій літературі має численні визначення з різним розумінням її сутності, глибини та масштабності. Явища адаптації як форми й адаптації як функції, на нашу думку, досі не мають завершеного теоретичного обґрунтування через певні суперечності у розвитку загальної теорії еволюції і біології загалом унаслідок історичних причин. Водночас лише у небагатьох авторів [48, 65] знаходимо акцент на пристосуваннях рослин як предметі дослідження в екології. Тому зосередимося на з'ясуванні змісту адаптації деревних рослин, адже шляхи й можливості пристосування різноманітних живих організмів від одноклітинного, аж до людського, дуже різні. При цьому не можемо ігнорувати матеріальну й еволюційну єдність неживої і живої природи [6, 83, 137], еволюційну і структурно-функціональну спорідненість живих організмів [54, 109], що зумовлюють універсальність законів адаптації як природного явища й скеровують її в упорядковане русло послідовних процесів.

У традиційному трактуванні адаптація рослин – це пристосування до змінених умов існування, включаючи короткочасні реакції-відповіді та генетично закріплені еволюційні зміни [22, 23]. За Н.Ф. Реймерсом [68], адаптація – це комплекс особливостей, що забезпечує виду, групі, популяції конкурентноздатність та стійкість до дії абіотичних факторів середовища. Згодом автор [69] подає своє трактування адаптації в екологічному розумінні як сукупності реакцій живої системи, котрі підтримують її функціональну стійкість за зміни умов середовища навколо неї.

Загалом вважається [54, 95, 96, 109], що характер змін організму, зумовлених факторами зовнішнього середовища, є масовим, тобто визначеним для виду загалом у рамках норми реакції, тому І.І. Шмальгаузен назвав їх "визначеними" змінами, або модифікаціями [96]. Він оперував поняттям "освоєний" фактор середовища. Наслідком освоєння, або опанування фактора середовища є вироблення захисних реакцій організму проти шкідливих впливів і використання сприятливих [25]. В обох випадках ці реакції можуть бути легко- і швидкозмінними фізіологічними зворотними процесами, або ж повільно відновними морфологічними адаптаціями. Здатність до модифікаційних адаптацій – цілком спадкова, хоча самі модифікації, на думку авторів, ніяким чином не передаються. Вся сутність і цінність адаптивних модифікацій до змінних факторів середовища – у їх оборотності, тобто якщо б цього не було, то не було б індивідуального пристосування [10, 96]. Такі пристосування виникають у відповідь на зміни середовища, але за відновлення його стану в організмі відбуваються необхідні біохімічні зміни, що призводить до стабілізації функцій на попередньому рівні. Сьогодні така адаптація визначається як компенсаторна. Отже, кожна успадкована модифікація ліквідувала б свою адаптивну цінність для наступного покоління, що потрапляє в інші умови, а не ті, які зумовили розвиток цієї модифікації.

Численні модифікації організмів досі не є науково класифіковані, тому А. Ліма-де-Фаріа [137] пропонує упорядкувати їх. Зокрема, модифікації, спричинені середовищем життя, можна об'єднати у шість груп: 1) зв'язані з середовищем (геотропізм, геліотропізм тощо); 2) незв'язані з середовищем (механізм фотосинтезу ніяк не залежить від середовища); 3) зв'язані з організацією генотипу (добавка хімічних речовин у поживне середовище спричиняє ампліфікацію генів у рослинних клітинах); 4) незв'язані з організацією генотипу (фізичні й хімічні фактори зумовлюють мутації різних типів, проте зв'язку між їхніми типами не виявлено, але вже встановлено, що мутування – процес впорядкований [101, 103]); 5) не призводять до перманентної модифікації генотипу (фенотипічні модифікації будови організму і його функцій здебільшого не передаються потомству через статеве розмноження); 6) зумовлюють модифікацію генотипу (немає цілковитої розмежованості між сомою і клітинами зародкової лінії, що дозволяє генноінженерійними маніпуляціями вводити чужі гени в клітини зародкової лінії) [52, 83, 119].

Водночас В. Грант диференціює адаптації на загальні й спеціальні [21]. Розмірковуючи над роллю модифікацій в еволюції, В. Грант [20] слушно визнає, що вони істотно стримують селективний процес несприятливих умов зовнішнього середовища, а К. Уоддінгтон [83] акцентує, що пристосування ще не мають належного наукового трактування в теорії еволюції.

Вважають, що організм має багато варіантів генетичних програм для розвитку фенотипу [1, 39, 55, 83]. Трансформація генома зумовлює нові морфогенетичні шляхи [39], виникає змінений тип онтогенезу, що може виявитися ефективнішим. Ізоляція і дрейф генів теж є рушіями еволюції (відповідно адаптації) [10], а поліплоїдія – стрибкоподібний спосіб виникнення видів. В. Грант [20, 21] наголошує, що спадкові ознаки організмів, котрі відповідають тій чи іншій особливості звичного для них середовища життя, надаючи їм переваги для існування в ньому, є пристосувальними (адаптивними), а відбір – це шлях до адаптації. Автор стверджує, що адаптивні ознаки є виключно прерогативою певної кількості генів та їх комбінацій, а інші є побічними ефектами, а також констатує єдність процесу середовище- і генетико-детермінованих проявів ознак та "нормування" генотипом розвитку фенотипу. Ряд відомих вчених [1, 54, 79, 96, 110] під адаптаціями розуміли виключно спеціалізовані генетично детерміновані пристосування, що забезпечують нормальний розвиток рослин в умовах середовища, яке змінюється.

А. Ліма-де-Фаріа [137] запропонував своє трактування сутності, причин і наслідків адаптації та адаптогенезу загалом. Автор цитує Г.Р. Тейлора [155], котрий до загадкових факторів еволюції зараховував наявність адаптацій. Серед них А. Ліма-де-Фаріа [137] виділяє конвергенцію, що за його уявленнями розглядається як результат жорсткої організованості хромосом і клітин, котрі прямують своїми власними еволюційними шляхами, до певної міри незалежно від середовища. Як приклад наводиться замкнутий цикл метаболізму ДНК, РНК і білків [131, 157] у розвитку онкогенних вірусів, де як тільки клітина опиняється у колі послідовних хімічних каналів, вона змушена повторювати один і той самий цикл незалежно від середовища, в якому вона перебуває. Інший приклад – консерватизм, адже в природі поряд зі стрімко еволюціонуючими поширені організми, які не змінювалися мільйони років, зокрема, серед деревних видів – *Ginkgo biloba* L. Це пояснюється внутрішньою консервативною упорядкованістю, котра спрямовує автоеволюцію.

Тепер визнано фенотиповий прояв мінливості ядерного й органельного геномів [56, 156, 159] і відмежовано її від дійсно генних мутацій. Тобто хромосомний апарат у змінному середовищі свого функціонування також пристосовується, на що звертав увагу А. Ліма-де-Фаріа [137]. Фенотипова мінливість клітин, зумовлена мінливістю позаядерного генома, характеризується більшою частотою виникнення і комплексністю змін [52, 56, 143, 156, 159]. Під впливом зовнішніх факторів часто виникає неспадкова зміна фенотипу – фенокопія, що за своїм виявом подібна до спадкових генетичних змін – мутацій.

Достеменно відомо, що генетична програма організму (закодована в ДНК) реалізується у формі послідовного синтезу в ході розвитку особини щоразу нових біоактивних молекул, зокрема, і диференційовано для клітин певних тканин. Геном – це лише повний набір "рецептів" для синтезу білків [83], проте значно важливішою є сукупність цих білків – протеом. Саме сукупність білків організму, що синтезують його клітини в ході епігенезу [83], визначає відмінності між ними й формує ознаки даного фенотипу. Маючи однаковий геном, клітини (навіть однотипні) містять різні білки і це зумовлює їх більшу чи меншу життєздатність відносно своїх "сусідів". Отже, не геном, а протеом є морфо-функціональною основою життя організму, тобто значення має не стільки генетична інформація, як епігенетичний варіант її втілення – фенотип. Проте практично нічого не відомо яким чином цей процес пов'язаний з адаптивним гісто- й морфогенезом [40, 83, 84]. Хоча доведеною є залежність, коли хімічний склад організму (органа) на кожному етапі онтогенезу (морфогенезу) є строго відповідним до цього етапу, причинного пояснення такому зв'язку досі немає [36, 39, 108, 153].

Незрозумілою залишається залежність генотипу від середовища [1, 41], бо численні сучасні генетичні дослідження дають приклади антитетичності його змін. Відомі зміни, котрі й пов'язані й не пов'язані з самим генотипом, як і такі, котрі й пов'язані і не пов'язані із середовищем. Також певні зміни генотипу перманентно модифікують своє середовище, а інші – ні. Історичне насичення атмосфери  $O_2$  й збіднення  $CO_2$  у кам'яновугільний період [102] радикально змінило розвиток біоти Землі, а перші рослини протерозою і палеозою сприяли очищенню атмосфери Землі від токсичних газів [61]. Це яскраві приклади потужного впливу нових генотипів, що на той час, вірогідно, були вкрай не пристосованими до того природного середовища, але згодом, вийшовши з під його контролю завдяки внутрішньо детермінованим адаптаціям, докорінно змінили його.

А. Ліма-де-Фарія [137] пропонує враховувати чотири базових положення, щоб як слід розуміти взаємодії організму і середовища: 1) організми збудовані з хімічних сполук, що є в середовищі, тому розвиваються шляхом їх еволюції (таке походження організмів створило імпринт, котрий зумовив їх велику подібність до середовища); 2) незалежність від середовища – самодостатність; 3) протидія середовищу (рН-буфери, термо- і теплорегуляція); 4) вплив середовища (фізичні й хімічні інформаційні сигнали до перебудови організму). А. Ліма-де-Фарія [137] вважає, що "...організм є результатом множини окремих і автономних еволюцій, що протікають з різними швидкостями, тобто має місце симбіотична еволюція." Проте пануючою є думка, що всі молекулярні процеси в організмі відрегульовані відбором і доведені до оптимального режиму взаємодії та інтеграції. П. Хочачка [89] вважає, що в ході обміну речовин послідовно еволюційно формувалися все нові й нові шляхи використання хімічного й фізичного середовища, що давали змогу живому організму набувати таких механізмів адаптації, які сприяли подальшому прогресу. Найсучасніші дослідження дають інформацію про те, що існує ряд окремих еволюційних каналів, які визначають фізико-хімічні параметри, закладені в організації кожного рівня [83, 108, 137]. Це частково параметри фізичного, хімічного і мінерального імпринтів. Приклади автономних еволюцій є в межах кожного організму.

Пластичність структур і функцій та подальше вироблення їх пристосувальних змін розглядають як основну стратегію життя рослин. У такому визначенні поєднується і результат, і процес. Вважається, що адаптивність – це висока пластичність, постадаптація – це пристосованість до тих умов, котрі мали місце у попередні етапи еволюції, преадаптація – онтогенетична здатність до пристосування, що ніколи раніше не була задіяна в ході еволюції [41, 46]. У звичних умовах – це, на перший погляд, не потрібні, або й дещо шкідливі ознаки, що не елімінуються природним добром, але у нових чи різко змінених умовах можуть мати пристосувальну користь. Преадаптацією як факт виникнення структури чи функції до того, як вона стає потрібною вельми важко пояснити [83]. Отже часто непотріба стає рушієм адаптації, а нерозгадані внутрішні процеси в організмі, хоча, вірогідно, й пов'язані із



зовнішнім середовищем. Попри це переадаптації часто тісно корелюють між собою, тому мають важливе значення для діагностики стійкості організму [41, 46].

Е. Піанка [65] стверджує, що адаптація – це відповідність між організмом і його навколишнім середовищем (сумою всіх фізичних і біотичних факторів, що мають вплив на нього). Адаптаційний комплекс (або коадаптації) – це сума адаптацій (фізіологічної, морфологічної, поведінкової тощо), яка визначає екологічну нішу виду. Здатність організму витримувати коливання в оточуючому середовищі відповідно до своєї генетичної конституції та використовувати його фактори для свого існування й розвитку пояснюється екологічною потенцією [50], або адаптивним потенціалом [30]. Вони визначаються генетичною нормою реакції щодо кожного фактора середовища [30, 50, 54, 96]. Е. Ліберт [50] вважає, що організм адаптується шляхом модифікації в рамках успадкованої норми реакції. Норма реакції характеризується певним положенням та діапазоном на шкалі інтенсивності даного фактора – екологічної валентності. Екологічна потенція охоплює діапазон від нижнього мінімуму до верхнього максимуму з оптимумом по середині. У песимумах здатність реагувати спадає до мінімуму, а за ним настає абсолютне гальмування реакції, що можуть призвести до незворотних пошкоджень організму. Ширина екологічної потенції в евріпотентних видів велика, а у стенопотентних – мала. Види бувають оліго-, мезо- і поліпотентними. Межі екологічної потенції можуть зсуватися унаслідок модифікацій (фізіологічної акліматизації, або акліматизації) [65, 50], тобто індивідуального пристосування, або звикання, а також у результаті генетичного пристосування. Проте повна реалізація адаптивного потенціалу за А.А. Жученком [30] передбачає, поряд з індивідуальними пристосувальними модифікаціями, продовження поколінь та еволюцію організму, виду, популяції. Адаптація є індивідуальна постнатальна, є видова, генетично закріплена, і є популяційна. Адаптацію рослин трактують як процес пристосування до різноманітних умов оточуючого середовища, який забезпечує багатство їх життєвих форм. Адаптивні ознаки лягли в основу класифікації життєвих форм. Під фізіологічною складовою адаптації розуміється сукупність фізіологічних особливостей, що зумовлюють зрівноваження організму з постійними або зміненими умовами середовища.

Отже, сучасне домінуюче уявлення у біології полягає в тому, що адаптація – стан здебільшого екзодетермінований, – стан оптимальний, тобто оптимізований відбором [30, 50, 65]. Звично вважається, що цілісний організм й еволюціонує як одне ціле. Тому Г. Сельє у ході дослідження організму людини [8, 74, 23] запропонував поняття загального адаптаційного синдрому, де адаптація, за його теорією, є лише певним етапом взаємодії організму і середовища. Згодом Д.М. Гродзинський [23] роз'яснює, що для рослинних організмів порівняно короткочасна, але достатньо сильна зміна параметрів середовища спричиняє первинну стрес-реакцію, згодом – адаптацію, третя фаза – виснаження ресурсів надійності й загибель. Адаптація трактується як здатність організму зберігати достатній рівень функціонування в зміненому середовищі шляхом регулювання внутрішніх процесів.

Та все ж С. Голд і Р. Левонтін [123-125, 135] звертають увагу на перебільшення ролі адаптації у сучасній теорії еволюції. А. Ліма-де-Фарія [137] взагалі вважає адаптацію станом здебільшого внутрішнім, а організм і середовище – єдністю двох динамічних систем. Р. Том [80] резюмує, що морфогенез триває не лише у боротьбі між організмами, видами, а й у будь-якій точці самого організму. В. Грант вважає, що антропоцентрична оцінка змін, як адаптивних, так і не адаптивних не є об'єктивною [20]. У підсумку бачимо, що розуміння суті й значення адаптації організму в середовищі істотно змінювалося – від абсолютизації її ролі у подоланні впливу середовища до повного нехтування значенням пристосувальних модифікацій за абсолютизації ролі генів. Тому трактування суті адаптації рослин до зовнішніх умов існування до тепер залишається дискусійним [41, 42].

Важливість розуміння суті адаптації живих організмів до умов сучасного навколишнього середовища, що активно антропогенно змінюються, підкреслюється у кожній серйозній праці з теорії еволюції [114, 115]. Водночас дотепер біологи не можуть дійти згоди, щоб дати вичерпне визначення суті взаємодії організму і середовища –

адаптації. Чому виникають адаптації? Яке значення фенотипічної мінливості для еволюції, оскільки раніше вона ігнорувалася [83]?

Повертаючись до витоків філогенезу й узагальнюючи сучасні дослідження, можна виділити чотири еволюційні причинно-наслідкові явища взаємодії живих організмів із середовищем: 1) рослини будували себе із тих же елементів, з котрих збудоване навколишнє природне середовище; 2) у ході розвитку залежність організму від середовища послаблювалася (адаптованість зростала); 3) розвинулася така здатність до протистояння середовищу, яка стабілізувала клітинну організацію; 4) і нарешті рослини отримали змогу спрямовано адаптуватися до середовища, набуваючи здатності оцінювати якісно та кількісно зміни своїх внутрішніх параметрів за допомогою фізико-хімічних рецепторів і здійснювати відповідні корекції.

Нині пануюча синтетична теорія еволюції трактує адаптацію, як процес еволюційної зміни, за допомогою якої організм отримує все більше і більше вдалий шлях розв'язання виникаючих перед ним проблем [135]. Зміна не буває "кращою" чи "вигіднішою", вона лише призводить до стану, відмінного від попереднього [137]. Те, що в одному випадку забезпечує більшу відповідність із середовищем, в іншому – створює протилежну ситуацію. Автоеволюція різних рівнів створює стан на рівні організму завжди далекий від оптимального і завершеного. На думку А. Ліма-де-Фарія [137], існує взаємодія між автоеволюціями середовища й автоеволюціями організму й результати цієї взаємодії мають антитетичний характер. За одних обставин має місце конфронтація, за інших – координація. Координація створює ілюзію існування мети адаптації. Проте ніщо в природі немає мети, стверджує автор [137].

Узагальнюючи дослідження тривалого періоду [20, 54, 65, 83], не знаходимо прикладів спонтанного виникнення й закріплення нових видів, чи форм під впливом зовнішнього середовища, але адаптації (акліматизації), міграції, коливання чисельності організмів і цілих популяцій спостерігаємо постійно. Водночас іншими дослідженнями встановлено, що й адаптивна дивергенція не є обов'язковою для утворення нових видів. Це доведено експериментами [118, 134, 143, 153] з поліплоїдними представниками родів грестиці, бавовни і кларкії. Зроблено висновки, що видоутворення у багатьох однорічних рослин відбувається до того, як вони набувають чітких ознак адаптації, у них не просліджується адаптивної дивергенції. На думку Л. Готліб [121, 122], види з самого виникнення не в змозі вийти за межі певного "репертуару" фенотипічного поліморфізму, що властивий їхніми предкам.

Е. Піанка поділяє поняття оптимальної композиції або адаптивного комплексу [65], що вважається унікальною властивістю конкретного організму і називається коадаптивним комплексом фізіологічних, екологічних і етологічних особливостей. За А.А. Жученком [30] – це адаптивний потенціал. Його визнання повинно підтверджувати положення про адаптацію як інтегрований процес. І дійсно уявна мета пристосування організмів у природі видається єдиною, але здійснюється по-різному. Зокрема В. Лархер [48] наводить приклади, коли одноклітинний автотрофний організм водорості за мінімально сприятливих умов фотосинтетичної продукції негайно реалізує здатність до розмноження і нарощування чисельності популяції і загальної біомаси організмів. Однорічні трав'яні рослини скеровують усі процеси на забезпечення повного циклу генеративних функцій впродовж року. У багаторічників формуються запаси ресурсів для того, щоб у наступний сприятливий сезон дати стартовий поштовх до формування й дозрівання плодів і насіння.

У деревних видів тактика адаптації є більш складною, але менш залежною від короткочасних критичних періодів у ході вегетації і триває відповідно до сезонних кліматичних циклів у місцях зростання [11, 59, 102, 117, 142, 151, 154]. На початкових етапах онтогенезу пластичні речовини йдуть на розбудову й зміцнення організму рослини, нарощування адаптаційного потенціалу. Із року в рік дерево нарощує внутрішній міжсезонний резерв асимілянтів, одночасно зменшуючи свою залежність від зовнішніх умов. Особливо це актуально для новоінтродукованих видів [34], або тих, що культивуються

у несприятливих для них умовах. Згодом маса фотосинтезуючих органів може зменшуватися до 5-1%, наприклад, у старих дерев, що зумовлює потребу високопродуктивної "роботи", щоб забезпечувати мінімальну потребу у вуглеводах [43, 48].

У листяних дерев, що переважають у лісостеповій зоні України, від початку розпускання листя приблизно третина запасних речовин використовується для розбудови асимілюючих поверхонь, котрі дуже швидко починають продукувати свою частку внеску в спільний баланс, чим допомагають формуванню листків і пагонів нового приросту. Після сформування продукуючої листкової маси вони забезпечують дерево асимілянтами. Як правило, потік вуглеводів скеровується у квітки й ростучі плоди, решта – у камбій, а надлишки – в зачатки бруньок і місця відкладення крохмалю в коріннях і корі. Квіткові бруньки започатковуються у міру можливості із невикористаних залишків матеріалу [11, 102, 117, 142, 151].

За несприятливих умов (зокрема дисбалансу азоту й зольних елементів) плодоношення й загальний ріст дерева, як дещо антагоністичні процеси, гостро конкурують між собою і за дефіциту асимілянтів закладаються головно вегетативні, а не репродуктивні бруньки для наступного року. Живлення й плодоношення зумовлюють певний приріст деревини й частоту цвітіння дерева. Затрати асимілянтів на репродукцію значні: у сосен для цього потрібно 5-15%, у бука – 20% і більше, а у яблуні до 35% річного нетто-продукту фотосинтезу [43, 48, 77, 89]. У різних деревних видів, залежно від умов їх природного зростання, виробилися інші ритми нагромадження й використання цього унікального космогенного енергетичного і пластичного матеріалу – первинних рослинних вуглеводів [4, 5, 78].

Дерева й кущі належать до К-типу стратегії. Для них пріоритетними є сприятливі абіотичні умови й непорушене середовище життя [57]. Проте розгляд типів реагування на стресори і зачислення деревних рослин до морфологічного типу, а патієнтів (ксерофітів, суккулентів, лишайників тощо) відповідно до фізіолого-біохімічного типу є надто поверховим і не обґрунтованим. Якщо 8-рослини поширені й витривалі в абіотично несприятливих екоотопах, то це, перш за все, завдяки надійній морфо-анатомічній адаптації (в деяких випадках – аж до перебудови форми тіла), в основі якої лежить еволюційний результат фізіолого-біохімічних адаптацій, закріплених генетично в вигляді певної норми реакції. В той же час К-стратегі (віоленти) – дерева й кущі, особливо листопадні помірної зони, якраз морфологічно є вразливішими до дії стресорів, а виживають завдяки великій пластичності нормальних внутрішніх фізіолого-біохімічних реакцій, а також значному резерву метаболітів, що циркулюють у рослинах під впливом екзо- та ендодетермінованих адаптивних потреб. Тому робимо висновок, що саме така "нераціональна", але спрямована на максимальне перехоплення сонячного світла й води, морфологічна будова й витончена функціональна пластичність у сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах реалізує стратегію віолентів – резервування енергетичних метаболітів і зумовлює панування дерев у рослинному покриві помірної зони.

Узагальнюючи вищенаведене вважаємо, що стратегія адаптації рослин до умов життя полягає у спроможності будь-якою ціною синтезувати достатній обсяг пластичних метаболітів, щоб забезпечити утворення максимально можливої кількості життєздатного насіння й потомства. Проте шлях досягнення цього результату в деревних рослин своєрідний.

Трав'яні рослини протиставляють негативному впливові середовища велику чисельність особин (чи то у стадії насінини, чи в дорослій стадії) і, на відміну від деревних, масову кількість варіантів індивідуального пристосування, в т.ч. генетичного [7, 114, 116] (поліплоїдія, апоміксис [100]). Така експансія чисельності впродовж лише річного циклу розвитку ("концентрований удар") [65] надає трав'яним рослинам переваги в освоєнні малопридатних екоотопів і порушених ландшафтів, агроєкосистем, урбогенно забруднених територій, токсичних гірничих відвалів тощо [41, 100, 116]. Деревні рослини у сформованому віці краще протистоять несприятливим факторам завдяки більш складній

морфологічній конструкції і гнучкій організації метаболізму великого обсягу пластичних речовин, що забезпечує йому значну буферність щодо уникнення коливальних і спорадичних зовнішніх впливів.

Умови навколишнього середовища, що динамічно змінюються, але дають мінімальне відновлення поколінь виду, є рушіями місцевого внутрішньовидового формоутворюючого процесу [47, 60, 93, 120]: виникнення в межах виду нових географічних чи екологічних рас, форм, різновидів, екотипів, піввидів, підвидів тощо [22, 32, 94, 158]. Це не торкається конституції генотипу, але реалізується у численних пристосувальних ознаках [54, 95]. Екологічні умови спричиняють конвергентні модифікації навіть у систематично віддалених таксонів, що об'єднані в групи біоморф (екоморф, життєвих форм). Велика різноманітність деревних порід у природі виникла завдяки різним умовам зовнішнього середовища [66, 91, 93].

Екоморфа – цілісна система взаємозумовлених еколого-морфологічних адаптацій, котрі визначають загальну конструкцію тіла організму в умовах конкретного біотопу. Екоморфа фанерофітів, що представляють здебільшого великі (кілька десятків метрів) дерева й кущі [26, 87], надає їм певні переваги щодо пристосувань у швидкозмінних (нестабільних) екотопах, дозволяє панувати у рослинному покриві від тропічних до тундрових широт і значно потужніше впливати на екологічне середовище. У них велика інерційність фізіологічних процесів [43], більша захищеність протоплазми від несприятливих зовнішніх впливів, хоч і відносно менша продуктивність фотосинтезу на одиницю маси організму [43, 48].

У помірних широтах листяні дерева переходять у стан зимового спокою, запасуючи у коренях і стовбурах крохмаль, жири, поживні елементи, дегідратуючи камбіальні й інші живі тканини для протистояння морозам [48]. Вони мають складніший і стійкіший як ендо-, так і екзодетермінований механізм гормонального регулювання фенологіки шляхом балансування інгібіторів і стимуляторів росту й розвитку (гібереліни / абсцизова кислота), котрий застосовують також для протистояння токсичному ураженню (скидання листя) [46, 150]. Фітогормони дерев узгоджують генетичні програми видів з тиском зовнішніх факторів [43].

Будова листка, за відомою гіпотезою [48, 65, 111], підпорядкована потребі максимальної асиміляції вуглекислого газу на одиницю витраченої на це води. Великі листки для одних і тих же видів властиві у теплих і вологих, дрібні – в холодніших або жаркіших і сонячних місцезростаннях. Мезофітні листки інтенсивніше фотосинтезують і транспірують, тому більше втрачають води, а ксерофітні – не можуть цього робити навіть за її надлишком, але спроможні підтягувати малодоступну воду із сухого ґрунту [160].

З одного боку це може визначатися генетичними особливостями, що максимально обмежують взаємодію органів рослин з навколишнім середовищем і супроводжуватися можливим зниженням інтенсивності використання ними зовнішніх ресурсів. Такі зміни потребують економії наявних внутрішніх ресурсів організму, що зумовлює, як правило, перерозподіл пластичних речовин між органами, надземною і підземною частинами рослини і, в кінцевому результаті, навіть зменшення його загальної маси. Зниження темпів річного приросту, мінімізація розмірів надземної частини рослин, карликовість, ксерофітизація асиміляційних органів відзначені в багатьох видів рослин техногенних екотопів [42]. З іншого боку, нові зовнішні умови існування можуть стимулювати у схильних до модифікацій організмів чи їх угруповань, екотипів, різновидів, і навіть видів активізацію метаболічних процесів, використання поживних речовин, морфогенезу, генеративних функцій, (акліматизація, натуралізація, інвазія) [41]. Але описані й численні факти несподіваних, так би мовити, невмотивованих морфогенезів: цільнокраї листки суниці лісової, а можна навести ще численні садові форми: дуба буколистого, бука дуболистого, вільхи зеленої розсіченолистої і бука звичайного розсіченолистої [26, 128] тощо.

На рівні організму механізм адаптації окремих органів інтегрується, взаємно підсилюючись їх взаємодією. Одночасно спрацьовує конкуренція між органами за

фізіологічно активні речовини й елементи живлення [43, 48]. За несприятливих умов різко прискорюється старіння, некротизація й опадання частини листків (нерідко відмирання цілих гілок), що віддають поживні й пластичні речовини новим молодим листкам і генеративним органам, які забезпечують виживання організмів.

У ході онтогенезу й старіння клітини, навіть за ідеальних умов, нагромаджуються продукти "метаболических помилок", що з плином часу сягають критичної маси [141]. Внутрішнє середовище у клітинах поступово якісно змінюється за такими показниками, як рН, насиченістю мінеральними речовинами і т.ін., що погіршує умови білкового метаболізму, зумовлює реутилізацію його продуктів в інші й спричиняє відмирання найбільш ослаблених клітин та органів.

Організм однорічної трав'яної рослини, як і всі її клітини, впродовж стислого періоду нагромаджують у собі проникаючі зовні ксенобіотики і помилки внутрішнього метаболізму. Зі зміною якості внутрішнього середовища клітини часто передчасно запускаються ферментні й гормональні механізми, які контролюють біологічний годинник організму. Багаторічні, зокрема деревні рослини, можуть звільнитися від частини цього шкідливого баласту, скидаючи листя й гілки. Деякі дослідники описували повне скидання листя деревами під впливом хімічних викидів в атмосферу, а згодом їх відростання подібно до саванних дерев [46].

Дослідження, що велись тривалий час, підтверджують тісний зв'язок між анатомо-морфологічною будовою і стійкістю фотосинтезуючого листового апарату дерев до різноманітних антропогенних чинників. Проте зміна динаміки та змісту внутрішніх процесів у рослині, характеру й темпу біосинтезу [23, 94, 158], а також потоки в пластичних речовинах, які змінюють субклітинну кількісно-якісну структуру органів і згодом забезпечують анатомічну та морфологічну перебудову всього організму [3, 9, 66], досі не мають належного наукового пояснення. Крім того, як зауважує І.І. Коршиков [41], фізіолого-біохімічні механізми адаптаціогенезу, що забезпечують формування зміненої архітекτονіки органів рослин техногенних екотопів, досі маловивчені.

Дж. Тейлор [155] визнає, що ортогенез, конвергенція, преадаптація, адаптація, консерватизм – явища, що суперечать припущенню випадковості й безладу в еволюції. Тому абсолютизація екзодетермінованості пристосувальних рішень та їх стабілізація добром сьогодні втрачають популярність, оскільки не вдалося отримати адаптацію шляхом довготривалої цілеспрямованої селекції. Але Дж. Стеббінс, Ф. Айала [153], як і всі прихильники пануючої теорії еволюції, притримуються догми про те, що живі організми перебувають цілком під владою середовища, в якому живуть. Проте не можна не визнати, що в ході тієї ж еволюції вони набували і в подальшому очевидно будуть набувати все більшої здатності протидіяти його впливу. Адже відомо, що рослини тривалий час можуть підтримувати свій внутрішній хімічний склад відповідно до індивідуальних потреб, а тварини – температуру тіла тощо [83].

В ході еволюції організмам вдалося відпрацювати все більш витончені механізми протистояння нівелюючому тиску зовнішнього середовища, яке діє тими ж фізико-хімічними факторами на клітину, що становлять основу її організації. Іншими словами, природа руйнує тими ж засобами і методами, якими й будує. Особливою проблемою є трактування того факту, що жива клітина на перекір другому закону термодинаміки [97] каналізує свою енергію на утворення на наступному щаблі все більш складних структур замість того, щоб шляхом найменшого опору прямувати до ентропії, тобто до зменшення складності, впорядкованості, організованості тощо.

Адаптація, на нашу думку, це виключно внутрішній стан особини: внутрішня структура і виконувана нею робота з удосконалення самоорганізації і саморозбудови організму для результативної протидії оточуючому його мінливому середовищу. Модифікаційна адаптація органів, як наприклад, листків дерев, це по суті структурно-функціональна оперативна перебудова в межах норми реакції в конкретному середовищі,

яка забезпечує їхню максимально можливу ситуативну продуктивність у створенні пластичних та енергетичних ресурсів для реалізації життєвої стратегії даного фенотипу.

Цілком унікальним є теперішнє антропогенне (в т. ч. артеприродне [68]) середовище, яке є не завжди сприятливим, а інколи й небезпечним, як для рослин, тварин, так і для біоти й людини загалом. Тому розкриття генезису природного екологічного перетворення є основою для розуміння універсальних механізмів пристосування рослин у нових умовах. Антропогенне середовище сьогодні є значно більшим за охопленням фізичним простором ніж навколишнє середовище людини, бо людина вже вийшла за межі навіть глобальної екосистеми – біосфери. За потужністю антропогенні чинники значно перевищують екосистеми, а інколи й ландшафтні та біомні. Сьогодні вони загрожують навіть біосфері.

Для визначення можливостей реалізації адаптивного потенціалу рослин до умов антропогенно трансформованого середовища потрібно їх класифікувати за характером та результатом впливу на природні екосистеми. Особливо глибока і доволі масштабна трансформація природних екосистем відбувається на урбанізованих територіях, до яких відносять райони, які не тільки підпадають під адміністративні кордони міста, а райони з високою питомою чисельністю населення та індустріальним характером виробництва. До міських агломерацій зараховують території з населенням більше 1 тис. чоловік на 1 км<sup>2</sup>. На великих урботехногенних територіях природний рослинний покрив, як правило, повністю замінюється, в кращому випадку, культурфітоценозами санітарно-захисних промзон та зелених зон міст і сіл (штучні придорожні, садові, паркові насадження, трансформовані лісопарки тощо) [2, 130]. Менш руйнівним, але всезростаючим є рекреаційне навантаження на екосистеми, яке переважно зумовлює руйнування природної будови детриту й поверхні ґрунтів, а також збіднення видового різноманіття біоти та помітне поверхнєве засмічення територій [71, 92].

Урботехногенез супроводжується часто докорінним перетворенням ґрунтового покриву, зокрема в районах масової забудови. Ґрунти у цих випадках трансформовані в діапазоні від легкого ступеня забруднення до повного їх поховання, або переміщення в просторі й руйнування на гірничопромислових територіях [49, 58, 72], у деяких місцях – з перетворенням у техносубстрат [13, 14, 49]. Інколи можна віднайти приклади вдалого конструювання техноґрунтів під зелені зони на промислових і забудованих територіях [14].

Напрями й ступені трансформації структури гетеротрофного блоку є подібними і в автотрофному блоці, хоча і не так очевидно впливають на загальну будову екосистем. Але значна антропогенна зміна видового складу хребетних і безхребетних тварин, мікробного населення істотно змінює функціональні можливості рослинного компонента і ґрунту [16, 18, 127, 149].

Отже, спільними рисами для більшості напрямів антропогенної трансформації будови екосистем є: зміна й заміна видового складу рослинної, тваринної і мікробіоти, руйнація чи реконструкція просторової будови, втручання в генезис і розвиток ґрунтів (аж до їх конструювання), реконструкція ландшафтів, розташування будівель, водойм, комунікацій, викиди поллютантів, відходів тощо, котрі істотно спотворюють їхню природну структуру. Крайній ступінь такої перебудови спостерігаємо в умовах урботехногенезу – на територіях великих міст та урбопромислових агломерацій.

Зміна рослинності, її видового чи біоморфного складу, руйнує цілісність і саморегуляцію різноступеневих систем, міжекосистемні зв'язки, внутрішню і зовнішню середовищеві роль [15, 81, 112, 113, 133, 138]. З різним рівнем ослабленості останньої відповідно дерегулюється мікро- й мезоклімат, склад атмосфери [99, 107, 104, 111, 148 ], а також пов'язані з цими функціями гідротермічний режим ґрунту та його стійкість до ерозії [27]. Дезорганізація екосистеми супроводжується порушенням сталої структури і роботи мікронаселення ґрунту [18, 90, 149], що традиційно зумовлює спад родючості та переорієнтацію ґрунтотворних процесів у руйнівні [64, 67, 70, 92]. Доцільно акцентувати, що на позбавлених рослинного покриву промислових й інших територіях невикористана

сонячна енергія, крім іншого, значно посилює токсичну дію техногенних забруднювачів повітря й ґрунту [24, 45, 61].

Порушення продукційної роботи і кругообігу мінеральних речовин, унаслідок трансформації екосистем, має найбільш глибокі й непоправні наслідки [37, 38, 140, 145]: зменшується продукування кисню [126], органіки ґрунту [140], водяної пари [147], мобілізованого азоту [146, 149], фітонцидів [75], а згодом – їжі для фауни і т.ін., а також обсяги зв'язування вуглекислого газу й інших речовин [99, 107, 111, 114].

Ослаблення, дегресія або знищення автотрофного блоку, дестабілізація рослинної консорції гальмує або й зовсім припиняє малий кругообіг речовин у середовищі, займаному екосистемою [37, 92]. У промислових зонах з слабким насадженням, де викиди поллютантів у повітря й обсяги їх надходження у ґрунт великі, сповільнення біогеохімічного кругообігу зменшує активність біотичного зв'язування ксенобіотиків [19, 33, 152]. Структурна руйнація екосистем, що позначається на всіх біогеохімічних циклах, зумовлює недонадходження у ґрунт органіки й енергії, призупинення надходження або повернення біогенних елементів живлення рослин [12, 136]. Порушення кругообігу речовин зумовлює призупинення ґрунтоутворного процесу зі збагаченням ґрунту продуктами вивітрювання літосфери або зрівноваженого його функціонування [12, 35].

Ослаблення згаданих вище функцій екосистем загалом значно зменшує їх потенційну біотичну ємність або буферність щодо екзогенних проникнень, особливо техногенних ксенобіотиків [152].

Обсяги води, що циркулюють в екосистемах зони достатнього зволоження є величезними [27, 44]. Проте добре відомо, що урбаністичні, гірничопромислові й транспортні впливи на кругообіг води є вкрай негативними [2, 62]. Навколишнє екологічне середовище на подібних територіях практично не має буферної ємності щодо водних потоків локальних кругообігів. Атмосфера й ґрунт, навіть материнська порода тут періодично пересушуються або перезвожуються, набуваючи вкрай несприятливих для біоти властивостей [2, 13, 132]. Крім того, нерегульовані водостоки змивають і концентрують техногенні й агрогенні поллютанти, сміття в місцях локалізації води, вмивають частину їх у глибинні пласти ґрунту і навіть літосфери, у підземні ґрунтові води [129].

Усі компоненти в екосистемах структурно і функціонально взаємопов'язані, а процеси взаємозумовлені. Антропогенне збурення в них супроводжується ланцюговими змінами в блоках і процесах, або й глибокою структурно-функціональною перебудовою самих екосистем [16, 63, 106, 112, 138, 144]. Саме це зумовлює різного ступеня зміни тих чи інших параметрів природного середовища [2, 16, 70, 105, 161] і визначає перспективи пристосування рослин у ньому. Проте до цього часу не розроблена методологія кадастрування техногенних, селітебних й інших ландшафтів, порушеного техногенними впливами ґрунтового покриву [76]. На сьогодні це гальмує напрацювання теоретичних основ планування робіт з фітомеліорації зруйнованих ландшафтів, реставрації природних екосистем.

У районах стійкого забруднення, на значних територіях північноамериканського континенту, відзначене погіршення стану лісових екосистем [75]; ознаки пошкодження лісів у Центральній Європі через забруднення середовища виявлено на площах більше 1 млн. га. Вчені Європи дали цьому явищу визначення як "нова хвороба ослаблення лісів" [139].

Поява зовнішніх ознак ослаблення свідчить про глибокі внутрішні якісні зміни, що пов'язані з необоротністю процесів життєдіяльності і які, як правило, неможливо вже виправити шляхом агротехнічних заходів.

Антропогенні й природні чинники, як правило, діють на зелені об'єкти комплексно, тому реакції рослинних організмів на молекулярному й клітинному рівнях проявляються у непередбачуваних формах, які досі не вдається повною мірою змоделювати в лабораторних експериментах. На урбанізованих територіях з посиленням техногенним і рекреаційним навантаженням формуються специфічні неприродні умови адаптації дерев. Проте багато ключових питань адаптаціогенезу як і раніше залишаються дискусійними [30, 54, 89, 96].

Стратегія адаптації рослин, особливо деревних, до умов антропогенного середовища, зокрема, промислового забруднення у техногенно порушених чи новостворених екосистемах, залишається сьогодні серед питань, що потребують глибших досліджень і теоретичних узагальнень [42], особливо з огляду на певний прогрес у баченні еволюційного процесу в природі [137] та усвідомлення потреби збереження біотичного різноманіття [17].

Концентрування промислових виробництв на обмежених територіях біля джерел сировини й енергії, постійне нарощування їх виробничих потужностей часто призводить до злиття локальних емісійних зон і формування стійких регіональних полів забруднення. За рівнем впливу на живі організми у локальних масштабах аеротехногенне забруднення досягає величини значущого компонента середовища. Найбільш жорсткий тиск цього фактора, що лімітує виживання багатьох видів рослин, характерний для техногенних екотопів, які формуються в зоні впливу великих промислових виробництв і в основних зонах розсіювання їх емісій, а також на відвалах гірничорудних кар'єрів з високим вмістом токсичних елементів у породі. Для рослин небезпечні як високі, так і помірно токсичні концентрації поллютантів, що також можуть викликати пригнічення, пошкодження і навіть загибель видів-едифікаторів лісових екосистем.

Техногенне забруднення, що діє в локальних масштабах на рослини як лімітуючий фактор середовища, має низку специфічних екологічних особливостей. Головна відмінність фактора забрудненості оточуючого середовища від кліматичних і едафічних факторів полягає у тому, що рослини, як і інші живі організми, не потребують його впливу, але, оскільки вони є відкритими системами, вимушені взаємодіяти з поллютантами. На відміну від ресурсних абіотичних факторів, стресовий вплив яких при гіперпесимальних і гіпероптимальних рівнях є нетривалим, емісії промислових виробництв можуть негативно впливати на рослини протягом всього онтогенезу. До того ж рослинам доводиться взаємодіяти з дуже широким спектром хімічних речовин, найчастіше – з синтетичними ксенобіотиками, аналоги яких, як правило, рідко зустрічаються у природі.

Техногенне забруднення оточуючого середовища різними хімічними речовинами, очевидно, є для рослини не стільки якісно новим, скільки кількісно значущим фактором, тобто таким, що суттєво перевищує можливості механізмів стійкості. Надходження в надземні органи рослин токсичних речовин як за обсягом, так і за часом дії значно перевищує поглинання рослинами непотрібних речовин природного походження. Токсичними залежно від концентрації можуть бути будь-які речовини, у тому числі і життєво необхідні, як, наприклад, аміак. Адаптація рослин до впливу поллютантів можлива, очевидно, лише у вузькому діапазоні концентрацій та за певних умов зовнішнього середовища, коли природно-кліматичні фактори не створюють додаткових стресових ситуацій для рослин. Адаптація рослин до нових умов техногенно забрудненого середовища, очевидно, можлива за рахунок модифікаційної і генотипічної мінливості.

Вивчення захисно-приспосувальних механізмів, спрямованих на збереження цілісності онтогенезу рослин в умовах забруднених територій важливо як з теоретичної, так і з практичної точок зору в зв'язку з необхідністю збереження видової різноманітності ценозів, складання довгочасних прогнозів їх розвитку та продуктивності, а також визначення їх здатності до самовідновлення. Оскільки факторам зовнішнього середовища відводиться роль індукторів або тригерів [55], каналізуючих видоспецифічні фенотипічні модифікації в межах генотипічної норми [51], важливо знати також як впливає аеротехногенно забруднене середовище на реалізацію адаптивної норми рослин.

Фенотипічні модифікації рослин за екстремальних умов техногенних екотопів, напевне, можуть бути двоякого походження: пов'язані з підвищенням функціональної значущості захисних механізмів цілої рослини і окремих її органів, а також пов'язані з підвищенням ефективності використання ресурсних факторів середовища. "Вимушеною платою" за адаптацію до цих умов можуть бути зменшення біомаси та скорочення тривалості життя деревних рослин [46]. Поліваріантність реалізації онтогенезу рослин [28, 73], яка можлива тільки в перший період домінування ростових процесів [88], залишається не вивченою навіть



у найбільш цінних лісових порід та видів-едифікаторів лісових екосистем, що зазнають впливу емісій промислових виробництв протягом тривалого часу. Тривалий незавершений ріст деревних рослин [85] сприяє постійному збільшенню поверхні зіткнення чутливих асиміляційних органів їх з забрудненим середовищем. Вірогідно, адаптивні зміни у деревних рослин в ході онтогенезу направлені на зменшення ступеня контактності надземних органів з забрудненою атмосферою. Це досягається за рахунок формування малооб'ємних, щільно зімкнених, слабо продувасьмих крон, очевидно, внаслідок збільшення метамерної мінливості та регенераційної здатності вегетативних органів і є проявленням розмірної і структурної поліваріантності онтогенезу, що реалізується через активацію та концентрацію в просторі меристем.

Однією з біологічних особливостей деревних рослин є те, що протягом всього життя вони не тільки ростуть, але водночас, і відмирають [88]. Баланс росту і відмирання багато у чому визначає хід онтогенезу рослин в екстремальних умовах техногенних екотопів. У чутливих видів цей баланс може бути зміщеним у бік відмирання, що призводить до формування нехарактерних для виду змінених біоморф. Поліваріантність темпів розвитку, яка реалізується через прискорений, нормальний і уповільнений розвиток, вторинний спокій, реверсії в більш молодий стан внаслідок омолодження [29], чергування і повторювання цих динамічних класів, очевидно, можливі і в ході індивідуального розвитку рослин в умовах техногенних екотопів. Як прояв ритмологічної поліваріантності онтогенезу [31] слід розглядати зрушення фенотипічного стану у деяких видів рослин, які сприяють уникненню критичних періодів і завершенню інтенсивних ростових процесів у більш сприятливі періоди вегетації, які Ю.З. Кулагін [45] розглядав як прояв "фенотипічної форми димостійкості". Передчасне скидання пошкодженого газми листя і повторне його поновлення протягом одного вегетаційного періоду, вірогідно, можна розглядати як окремий прояв загальної властивості рослин – квантованості й автономності росту в метамерній організації пагона [53].

Якщо фенотипічні зміни рослин в екстремальних умовах техногенних екотопів до певної міри описані, то взаємозв'язок їх з фізіолого-біохімічними змінами, які відбуваються при цьому, практично не досліджені. А це один з основних ключів для розуміння інтегрованості адаптивних реакцій рослин в умовах неоекотопів.

Формування адаптивного потенціалу вищих рослин здійснюється на різних ієрархічних рівнях організації біоти. Безперечно, що дослідження механізмів адаптації лише на молекулярному, субклітинному, клітинному, тканинному та органному рівнях не дозволяє детально розкрити специфіку реалізації та формування адаптивного потенціалу на рівні всього рослинного організму, популяції та біогеоценозу в умовах забрудненого середовища. В основу досліджень повинен бути покладений структурно-системний аналіз адаптивного потенціалу, головна домінанта якого належить пізнанню генетичної природи взаємозв'язку та ієрархії адаптивних реакцій рослин. Це досить складне завдання, але без розуміння генетичної природи адаптивних реакцій рослин буде важко розв'язати одну з важливіших проблем збереження та відтворення лісів у районах випадання кислотних опадів та розсіювання емісій великих промислових виробництв.

### Список літератури

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. – М.: Наука, 1989. – 328 с.
2. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні / За ред. М.А. Голубця. – К.: Наук. думка, 1994. – 170 с.
3. Базилевская Н.А., Мауринь А.М. Интродукция растений: Экологические и физиологические основы. – Рига, 1986. – 108 с.
4. Безсонова В.П., Грицай З.В. Накопичення запасних речовин у насінні *Acer platanoides* L. та *A. negundo* L. під впливом промислових викидів // Укр. ботан. журн. – 1998. – Т. 55. – № 3. – С. 289.

5. *Безсонова В.П., Юсипіва Г.І.* Вплив діоксиду сірки і важких металів на метаболізм неструктурних вуглеводів у коренях сіянців деревних рослин // Укр. ботан. журн. – 1998. – Т. 55. – № 4. – С. 389-397.
6. *Берг Л.С.* Избранные труды. – М.: Наука, 1977. – С. 82-94.
7. *Биоиндикация* загрязнения наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 346 с.
8. *Браун А.Д., Моженок Т.П.* Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы. – Л.: Наука, 1987. – 230 с.
9. *Влияние* загрязнений воздуха на растительность / С. Бёртиту, Х. Эндерляин, Ф. Энгманн и др. / Под. ред. Х.-Г. Деслера. – М.: Лесн. пром., 1981. – 184 с.
10. *Воронцов Н.Н.* Синтетическая теория эволюции: ее источники, основные постулаты и нерешенные проблемы // Журн. Всесозн. хим. о-ва. – 1980. – Т. 25. – № 3. – С. 295-314.
11. *Генкель П.А.* Адаптация растений к экстремальным условиям окружающей среды // Физиология растений. – 1978. – № 25. – Вып. 5. – С. 889-902.
12. *Геохимия* окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 334 с.
13. *Гнатів П.С.* Екологічні проблеми інтродукції деревних рослин у техногенному середовищі Львова // Екологічний збірник НТШ. – Львів: Наукове товариство ім. Шевченка. – 2001. – № 7. – С. 237-248.
14. *Гнатів П.С., Артемовська Д.В.* Морфологічна та геохімічна трансформація ґрунтів зеленої зони Львова // Наук. вісник УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 12.4. – С. 109-118.
15. *Голубець М.А., Царик Й.В.* Стійкість і стабільність – важливі ознаки живих систем // Ойкумена. – 1992. – № 1. – С. 21-26.
16. *Голубець М.А.* Екосистемологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
17. *Голубець М.А.* Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження. – Львів: Ліга-Прес, 2003. – 33 с.
18. *Горленко С.В.* О микофлоре городских зеленых насаждений // Интродукция растений и охрана природы. – Минск, 1969. – С. 94-203.
19. *Горышина Т.К.* Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 204 с.
20. *Грант В.* Эволюционный процесс: Критическое обозрение эволюционной теории: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 488 с.
21. *Грант В.* Эволюция организмов. – М.: Мир, 1980. – С. 192-211.
22. *Гродзинский А.М.* Селекция и отбор в интродукции растений // Тез. Всесоюзн. конф. "Биологические закономерности изменчивости и физиология приспособления интродуцированных растений". – Черновцы: ЧГУ, 1977. – С. 40.
23. *Гродзинский Д.М.* Надёжность растительных систем. – К.: Наук. думка, 1983. – 368 с.
24. *Гудериан Р.* Загрязнение воздушной среды: Пер. с англ. Н.С. Гельман. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
25. *Деверолл Б.Дж.* Защитные механизмы растений. – М.: Колос, 1980. – С. 10–16.
26. *Деревья и кустарники* декоративных городских насаждений Полесья и Лесостепи УССР / Под ред. И.А. Кохна. – К.: Наук. думка, 1979. – 236 с.
27. *Дубравы* лесостепи в биогеоценологическом освещении / Под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.
28. *Жукова Л.А.* Онтогенез и циклы воспроизведения растений // Журн. общ. биологии. – 1983. – 44, №3. – С. 361-374.
29. *Жукова Л.А.* Поливариантность луговых растений // Жизненные формы в экологии и систематике растений. – М.: МГПИ, 1986. – С. 104-114.
30. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 767 с.

31. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комарова А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерк популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 184 с.
32. Илькун Г.М. Методы повышения устойчивости растений к атмосферным загрязнителям // Зеленое строительство в степной зоне УССР. – К.: Наук. думка, 1970. – С. 154-161.
33. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений – К.: Наук думка, 1971. – 146 с.
34. Івченко А.І., Гнатів П.С., Мельник А.С., Ган Т.В. Акліматизація деревних інтродуцентів у Ботанічному саду УкрДЛТУ // Наук. вісник. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – Вип. 99. – С. 39-44.
35. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 438 с.
36. Кальвин М. Химическая эволюция. – М.: Мир, 1971. – 238 с.
37. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
38. Колчинский Э.И. Эволюция биосферы: Историко-критические очерки исследований в СССР. – Л.: Наука, 1990. – 236 с.
39. Корочкин Л.И. Генетика развития и некоторые молекулярные моменты эволюции // Молекулярная генетика и биофизика. – 1984. – Вып. 9. – С. 75-82.
40. Корочкин Л.И. Проблемы эволюции и книга А. Лима-де-Фариа (Предисловие редактора перевода) / А. Лима-де-Фариа. Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – С.378-408.
41. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. – К.: Наук. думка, 1996. – 238 с.
42. Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции (на примере сосны крымской). – Донецк: "Лебедь", 2002. – 328 с.
43. Крамер П.Д., Козловський Т.Т. Физиология древесных растений. – М.: Лесн. пром., 1983. – 461 с.
44. Крок Б.О., Гнатів П.С., Гринчак М.М. Ресурси природних вод північно-східного макросхилу Українських Карпат та його екологічний стан // Матер. Міжнар. конф. "Ресурси природних вод Карпатського регіону". – Львів: ЛЦНТЕІ, 2002. – С. 43-46.
45. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 124 с.
46. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрология и прогнозирование. – М.: Наука, 1985. – 116 с.
47. Латин П.И., Калуцкий К.К., Калуцкая О.Н. Интродукция лесных пород. – М.: Лесн. пром., 1979. – С. 18-224.
48. Лархер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978. – 384 с.
49. Лебедева Н.Н., Тонконогов В.Д., Шишов Л.А. и др. Антропогенно преобразованные почвы: эволюция и систематика // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 351-358.
50. Либерт Э. Основы общей биологии. – М.: Мир, 1982. – С. 336-376.
51. Лодкина М.М. Черты морфологической эволюции растений, обусловленные спецификой их онтогенеза // Журн. общ. биологии. – 1983. – 44, № 2. – С. 239-253.
52. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. – М.: Наука, 2000. – 359 с.
53. Магомедмирзаев М.М. Введение в количественную морфогенетику. – М.: Наука, 1990. – 226 с.
54. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. – М.: Мир, 1974. – 460 с.
55. Медников Б.М. Проблема видообразования и адаптивные нормы // Журн. общ. биологии. – 1987. – 48, № 1. – С. 15-26.
56. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Левенко Б.О. Основы біотехнології рослин. – К.: Ей-Бі-Сі, 2000. – 248 с.

57. *Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
58. *Мірзак О.В.* Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі міста Дніпропетровська): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / ДДУ. – Дніпропетровськ, 2002. – 20 с.
59. *Молчанов А.Г.* Экофизиологическое изучение продуктивности древостоев. – М.: Наука, 1983. – 136 с.
60. *Некрасов В.И.* Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. – М.: Наука, 1980. – 101 с.
61. *Николаевский В.С.* Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
62. *Новик Э.А.* Город и природопользование. – Л.: Наука, 1984. – 144 с.
63. *Одум Ю.* Экология. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с. ; Т. 2. – 376 с.
64. *Орлов Д.С.* Химия почв. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.
65. *Пианка Э.* Эволюционная экология. – М.: Мир, 1981. – С. 52-84.
66. *Плотникова Л.С.* Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
67. *Почвоведение* / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 31-39.
68. *Реймерс Н.Д.* Природопользование. – М.: Мысль, 1990. – 648 с.
69. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
70. *Розанов А.Б., Розанов Б.Г.* Экологические последствия антропогенных изменений почв // Итоги науки и техники: Почвоведение и агрохимия. – М.: ВИНТИ, 1990. – Том 7. – 156 с.
71. *Росин Л.П.* Проблемы рекреационного природопользования // Докл. на VIII ежегодн. чтении памяти акад. В.И. Сукачева "Проблемы антропогенной динамики биогеоценозов". – М.: Наука, 1990. – С. 53–64.
72. *Рудько Г., Бондаренко М.* Техногенна еколічна безпека територій соляних і сірчаных родовищ Львівщини // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник НТШ. – Львів. – 2001. – Т. 7. – С. 68-74.
73. *Сабинин Д.А.* Физиология развития растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 196 с.
74. *Селье Г.* Стресс без дистресса. – М.: Прогресс, 1982. – 125 с.
75. *Смит У.Х.* Лес и атмосфера. Взаимодействие между лесными экосистемами и примесями атмосферного воздуха. – М.: Прогресс, 1985. – 429 с.
76. *Созінов О.О.* Еколого-агрохімічна паспортизація полів та зелених ділянок. – К.: Агр. наука, 1996. – 38 с.
77. *Судачкова Н.Е.* Метаболизм хвойных и формирование древесины. – Новосибирск: Наука Сиб. отд., 1977. – 230 с.
78. *Тимирязев К. А.* Жизнь растения. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 120-121.
79. *Тимофеев-Ресовський Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В.* Краткий очерк теории эволюции. – М.: Наука, 1977. – 301 с.
80. *Том Р.* Динамическая теория морфогенеза // На пути к теоретической биологии: Пер. с англ. С.Г. Васецкого. – М.: Мир, 1970. – С.145-157.
81. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1989. – 327 с.
82. *Україна.* Агроекологічна оцінка ґрунтів / Карта, М. 1 : 3 000 000. – Автори В.А. Барановський, П.Г. Шищенко. – К.: ВКФ ТС ЗС України, 2002.
83. *Уоддингтон К.Х.* Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. – Пер. с англ. С.Г. Васецкого. – М.: Мир, 1970. – С. 11-38.
84. *Уоддингтон К.Х.* Теоретическая биология и молекулярная биология // На пути к теоретической биологии: Пер. с англ. С.Г. Васецкого. – М.: Мир, 1970. – С.101-105.

85. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций // Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. – М.: Наука, 1977. – С. 8-20.
86. Физиология сосны обыкновенной / Сост. Н.Е. Судачкова, Г.Н. Гирс, С.Г. Прокушкин и др. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1990. – 248 с.
87. Харитонович Ф.Н. Биология и экология древесных пород. – М.: Лесн. пром., 1968. – 304 с.
88. Хохряков А.П., Мазуренко М.Т. Базальные и медиальные девиации в эволюции жизненных форм высших растений // Журн. общ. биологии. – 1991. – 52, № 1. – С. 45–53.
89. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. – М.: Мир, 1977. – 398 с.
90. Царик И.В. Разложение растительных остатков как показатель стабильности биогеоценозов // Разложение растительных остатков в почве. – М.: Наука, 1985. – С. 68-74.
91. Чаховский А.А. Эколого-биологические основы интродукции древесных растений (покрытосеменные) в Белоруссии. – Минск.: Наука и техника, 1991. – 224 с.
92. Чорнобай Ю.М. Трансформація рослинного детриту в екосистемах. – Львів: Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
93. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 278 с.
94. Шлык Г.Н. Интродукция и акклиматизация растений. – М.: Наука, 1963. – 488 с.
95. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1946. – 396 с.
96. Шмальгаузен И.И. Проблемы дарвинизма. – Л.: Наука, 1969. – 493 с.
97. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе: Пер. с англ. Ю.Г. Рудого. – М.: Мир, 1987. – С. 160-179.
98. Anderson J.P.E., Domsh K.H. Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils // Soil sci. – 1980. – 130. – № 1. – P. 211-216.
99. Azzaz F.A. The response of natural ecosystems to the rising global CO<sub>2</sub> levels // Annual Review of Ecology and Systematics. – 1990. – 21. – P. 167-196.
100. Bachmann K. Introduction // Proceedings of the VII<sup>th</sup> Intern. IOPB Symp. “Plant Evolution in Man-made Habitats” – Amsterdam: Hugo de Vries Lab., 1999. – P. 7-9.
101. Bernardi G. Compositional constraints and genome evolution // J. Mol. Evol. – 1986. – 24. – P. 1-11.
102. Bidwell R.G.S. Plant Physiology. 2<sup>th</sup> edn. – New York: Macmillan, 1979. – 726 p.
103. Botstein D., Shorte D. Strategies and applications of in vitro mutagenesis // Science. – 1985. – 229. – P. 1193-1201.
104. Brasseur G. The Endangered Ozone Layer // Environment. – January / February 1987. – 29. – № 1. – P. 6.
105. Cloud R. The Biosphere // Scientific American. – 249. – September, 1983. – P. 176–189.
106. Constanza R., Norton B.G., Haskell B.D. Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management. – Covelo: CA: Island Press, 1992. – P. 7-11.
107. Detwiler R.P., Hall C.A.S. Tropical forests and the global carbon cycle // Science. – 1988. – 239. – P. 42-47.
108. Dickerson R.E. Chemical Evolution and the Origin of Life // Scientific American. – 239. – September 1978. – P. 70-86.
109. Dobzhansky Th. Genetics of the Evolutionary Process. – New York: Columbia University Press, 1970. – P. 17-18.
110. Doebley J. Genetics, development and plant evolution. Current opinion in Genetics and Development. – 1993. – P. 865-872.

111. *Eamus D., Jarvis P.G.* The direct effects of increase in the global atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on natural and commercial temperate trees and forests // *Advances in Ecological Research.* – 1989. – 19. – P. 1-55.
112. *Ehrlich E.R.* *The Machinery of Nature.* – New York: Simon & Schuster, 1986. – P. 7-9.
113. *Ehrlich P.R., Roughgarden J.* *The Science of Ecology.* – New York: Macmillan, 1987. – P. 77-109.
114. *Ernst W.H.O.* Bioavailability of heavy metals and decontamination of soils by plants // *Appl. Geochem.* – 1996. – 11. – P. 163-167.
115. *Ernst W.H.O.* Phytotoxicity of heavy metals // C. Rodrigucz–Barrueco (ed.) / *Fertilizers and Environment.* – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. – 1996. – P. 423-430.
116. *Ernst W.H.O.* Evolution of plants on soils anthropogenically contaminated by heavy metals // *Proceedings of the VII<sup>th</sup> Intern. IOPB Symp. "Plant Evolution in Man-made Habitats"* – Amsterdam: Hugo de Vries Lab., 1999. – P. 13-27.
117. *Filter A.N., Hay R.K.M.* *Environmental physiology of plants.* – London: Academic press, 1981. – P. 53-55.
118. *Findley Rowe.* Old-Growth Forests: Will We Save Our Own? // *National Geographic,* September 1990. – Vol. 178, № 3. – P. 106-136.
119. *Gasser C.S., Fraley R.T.* Genetically Engineering Plants for Crop Improvement // *Science.* – 244. – 16 June, 1989. – P. 1293-99.
120. *Gifford, E.M., Foster A.S.* *Morphology and Evolution of Vascular Plants.* 3<sup>rd</sup> ed. – New York: W.H. Freeman and Company, 1989. – P. 217-279.
121. *Gottlieb L.D.* Biochemical consequences of speciation in plants // *Molecular Evolution* (Ed. F.J. Ajala). – Sinauer, Sunderland MA, 1976. – P. 123-140.
122. *Gottlieb L.D.* Genetic differentiation, speciation and phylogeny in *Clarkia* (*Onagraceae*) // *Modern aspect of Species* (Ed. K. Iwatsuki, P.H. Raven and W.J. Bock). – Tokyo: University of Tokyo Press, 1986. – P. 145-160.
123. *Gould S.I., Lewontin R.C.* The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme // *Proc. Roy. Soc.* – London: ser. B, 1979. – 205. – P. 581-598.
124. *Gould S.I.* Is a new and general theory of evolution emerging? // *Paleobiology.* – 1980. – 6. – P. 119-130.
125. *Gould S.I.* Darwinism and the expansion of evolutionary theory // *Science.* – 1982. – 218. – P. 380-387.
126. *Govindjee W., Coleman, W.J.* How Plants Make Oxygen // *Sci. Amer.* – 1990. – 262. – P. 50-58.
127. *Ietswaart J.H., Griffioen W.A.J., Ernst W.H.O.* Seasonality of VAM infection in 3 populations of *Agrostis capillaris* (*Gramineae*) on soil with or without heavy metal enrichment // *Plant Soil.* – 1992. – 139. – P. 67-73.
128. *Jones E.W.* *Quercus L.* (Biological Flora of the British Isles) // *The Journal of Ecology.* – 1959. – Vol. 47. – № 1. – P. 169-222.
129. *Kang H., Freeman C., Lock M.A.* Trace Gas Emissions from a North Wales Fen – Role of Hydrochemistry and Soil Enzyme Activity // *Refereed papers from BIOGEMON "Biogeochemical Investigations at Watershed, Landscape, and Regional Scales".* – Dordrecht–Boston–London: Kluwer Academic Publishers, 1998. – P. 107-115.
130. *Karolewski M.A.* Specyfika i status ekologiczny miasta // *Wiadomości Ekologiczne.* – 1981. – 27, № 1. – S. 3-35.
131. *Kornberg A.* *DNA Replication.* – San Francisco: W.H. Freeman, 1980. – 724 p.
132. *Kozłowski T.T.* Plant Responses to Flooding of Soil. – *Bio-Science.* – 1984. – Vol. 34. – P. 162-167.
133. *Lewin R.* In Ecology, Change Brings Stability // *Science* 234. – 1986. – P. 1071-1073.
134. *Lewis H.* The origin of diploid neospecies in *Clarkia* // *Am. Nat.* – 1973. – 107. – P. 161-170.

135. *Lewontin R.C.* Adaptation // The Fossil Record and Evolution, Scientific American Library. – New York: W.H. Freeman, 1982. – P. 17-27.
136. *Likens G.E., Bormann F.H., Pierge R.S., Fisher D.W.* Nutrient–hydrologic cycle interaction in small forested watershed-ecosystems / Produktivity of Forest Ecosystems. – Paris: UNESCO, 1971. – P. 553-563.
137. *Lima-de-Faria A.* Evolution without Selection: Form and Function in Autoevolution. – Amsterdam: Elsevier, 1988. – 372 p. ([http // www.autoevolution.com.au](http://www.autoevolution.com.au)).
138. *May R.M.* Stability and Complexity in Model Ecosystems. – Princeton: Princeton University Press, 1973. – P. 16-22.
139. *McLaughlin S.* Effects of air pollution on forests // J. Air Pollut Contr. Assoc. – 1985. – 35. – P. 512-534.
140. *McNaughton S.J., Oesterheld M., Frank D.A, Williams K.J.* Ecosystem-level patterns of primary productivity and herbivory in terrestrial habitats // Nature. – 1989. – 341. – P. 142-144.
141. *McNeil P.* Cell Wounding and Healing // Amer. Sci. – 1991. – 79. – P. 222-235.
142. *Mooney H.A.* Plant Physiological Ecology Today // BioScience. – 1988. – Vol. 37. – P. 18-67.
143. *Morrison R.A., Evans D.A.* Haploid Plants from Tissue Culture: New Plant Varieties in a Shortened Time Frame // Biol. technology. – 6. – 1988. – P. 684-689.
144. *Naess A.* Deep Ecology and Ultimate Premises // Society and Nature – 1992. – 1. – № 2. – P. 108.
145. *O'Neill R., De Angelis D.* Comparative productivity and biomass relations of forest ecosystems / Dynamic properties of forest ecosystems. – Cambridge: Cambridge Un. Press, 1981. – P. 411-449.
146. *Orme-Johnson W.H.* Molecular Basis of Biological Nitrogen Fixation // Ann. Rev. Biophys. Biophys. Chem. – 1985. – 14. – P. 419-459.
147. *Pennisi E.* Water, Water Everywhere // Sci. News. – 1993. – 143. – P. 121-125.
148. *Postel S.* Altering the Earth's Chemistry: Assessing the Risks // Wash.: Worldwatch Paper. 71, 1986. – P. 9.
149. *Postgate J.R.* The Fundamentals of Nitrogen Fixation. – New York: Cambridge University Press, 1982. – P. 11-79.
150. *Rosenthal G.A.* Chemical Defenses of Higher Plants // Scientific American. – 254. – January, 1986. – P. 96.
151. *Salisbury F.B., Ross C.W.* Plant Physiology. Ed. 3. – Belmont: Wadsworth Publishing Co., Inc., 1985. – P. 229-311.
152. *Sandermann H.* Plant Metabolism of Xenobiotics // Trends Biochem. Sci. – 1992. – 17. – P. 82-84.
153. *Stebbins G., Ayala F.* The evolution of Darwinism // Sci. Am. – 1985. – 253 (1). – P. 54-64.
154. *Steponkus P.Z.* Encyclopedia of Plant Physiology. – 1981. – 12 A. – P. 371- 402.
155. *Taylor G.R.* The great Evolution Mystery. – London: Secker and Warburg, 1983. – 277 p.
156. *Timmis J.H., Ingle J.* Environmentally induced changes in rRNA gene redundancy // Nature New Biol. – 1973. – 244. – P. 235-236.
157. *Varmus H.* Reverse transcription // Sci. Am., 1987. – 257(3). – P. 48-54.
158. *Ville Claude A., Dethier Vincent G.* Biological principles and processes. – Philadelphia-London-Toronto: W.B. Saunders company, 1971. – P. 719-778.
159. *Weiss R.* Seekers of Ancestral Cell Debate New Data // Science News. – 16 January. 1988. – P. 36.
160. *Wiggins P.M.* Role of Water in Some Biological Processes // Microbiol. Rev. – 1990. – 54. – P. 432-449.

161. *Wilson E.O.* The Diversity of Life. – Cambridge: Harvard University Press, 1992. – P. 13–19.

**Коршиков И.И., Гнатив П.С. Концептуальные вопросы адаптации древесных растений к условиям природной и антропогенно измененной среды.** – В аналитическом обзоре рассмотрены теоретические вопросы адаптации древесных растений к условиям изменяющейся природной среды, а также в связи с ее техногенным загрязнением. Аргументирована необходимость разностороннего комплексного изучения изменений от субклеточного до популяционного уровня для выяснения механизмов адаптации растений к нарастающему техногенному прессу.

*Ключевые слова:* эволюция, адаптация, древесные растения, природные экологические факторы, техногенно загрязненная среда.

**Korshikov I.I., Gnativ P.S. Conceptual questions of arboreal plants adaptation to the conditions of anthropogenically changed environment.** – The article presents analytical survey considering theoretical problems of arboreal plants adaptation to the conditions of the changing environment as well as in terms of its technogenous pollution. The necessity of comprehensive study of changes from subcellular up to populational level is grounded for revealing mechanisms of plant adaptation to the increasing technogenous pressure.

*Key words:* evolution, adaptation, arboreal plants, natural ecological factors, technogenically polluted environment.



УДК 581.524 : 581.93

**А.В. Блошук, М.Г. Сметана**  
**УТОЧНЕННЯ ДО СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РУДЕРАЛЬНИХ РОСЛИННИХ**  
**УГРУПОВАНЬ КРИВОРІЖЖЯ**

**Блошук А.В., Сметана М.Г.** Уточнення до структурної організації рудеральних рослинних угруповань Криворіжжя. – Розглядається структурна організація рослинних угруповань відвалів Криворіжжя. Показано обумовленість структури угруповання завдяки ґрунтоутворюючим породам та кліматичним факторам.

*Ключові слова:* екологічна, біоморфологічна, географічна, еколого-ценотична структура, таксон, угруповання.

### **Вступ**

Відвали гірничо-збагачувальних комбінатів утворюють ланцюг, що простягається з півночі на південь понад 120 км. Кінцеві його ланки знаходяться у різних підзонах степової зони: північній та південній. У складі розкритих порід північної частини регіону переважають леси та червоно-бурі глини, а на півдні товщина лесового чохла суттєво зменшується і з'являються вапняки різного походження. Рудеральна рослинність відвалів привертала увагу дослідників з початку індустріального промислового освоєння родовищ Криворізького басейну [5]. Більш повно висвітлена структура таких рослинних угруповань для центральної та для північно-західної частин регіону [9]. Деякі аспекти для всього регіону були висвітлені в наших попередніх роботах [7, 8].

Метою даної роботи є деталізація вивчення структурної організації рудеральних рослинних угруповань у межах конкретних гірничо-видобувних комплексів.

### **Об'єкти і методики**

Об'єктами вивчення були рослинні угруповання відвалів таких кар'єрів: 1 – Петрово, що знаходиться біля смт. Петрово; 2 – Ганнівського; 3 – Першотравневого Північного ГЗ; 4 – кар'єр №1 ЦГЗ; 5 – Південного ГЗК та 6 – Інгулецький. На кожній ключовій виділялось декілька дослідних ділянок з урахуванням віку відвалів, експозиції, крутизни схилів та якості ґрунтоутворюючої породи. На кожній з них складено не менше ніж 120 повних геоботанічних описів за загальноприйнятими методиками. Загальна кількість описів 3126.

Фітоценози виділені згідно загальноприйнятих методик [6]. Екологічна, біоморфічна, еколого-ценотична та функціональна структури угруповань визначені згідно загальноприйнятих методик [1-4].

### **Результати та їх обговорення**

Більш простою, але об'єктивною є таксономічна структура рослинних угруповань (рис. 1). Найбільшою флористичною насиченістю відрізняються угруповання Першотравневих відвалів, що зумовлено наявністю ділянок, де рослинний покрив формувався понад сорок років. Різноманітність екологічних умов зумовлює зростання цього параметра. Деяке зменшення видового багатства в угрупованнях Ганнівського відвалу пов'язане з їх більшою молодістю. Найбільш бідними за видовим складом є угруповання відвалів "Петрово" та ЦГЗК. Вони мають близький склад ґрунтовірних порід та один тип їх складування. Незважаючи на велику різноманітність екологічних умов на Інгулецьких відвалах простежується невелике зростання кількості видів, що пов'язане з впливом вапняків, які приймають участь у формуванні схилів та берм і зумовлюють значною мірою фізіологічну сухість субстратів. Зміни кількості родин і родів мають ті ж самі закономірності. Основу екологічного спектра за наданням переваги певному середовищу життя в усіх угрупованнях складають аеропедофіти (рис. 2).

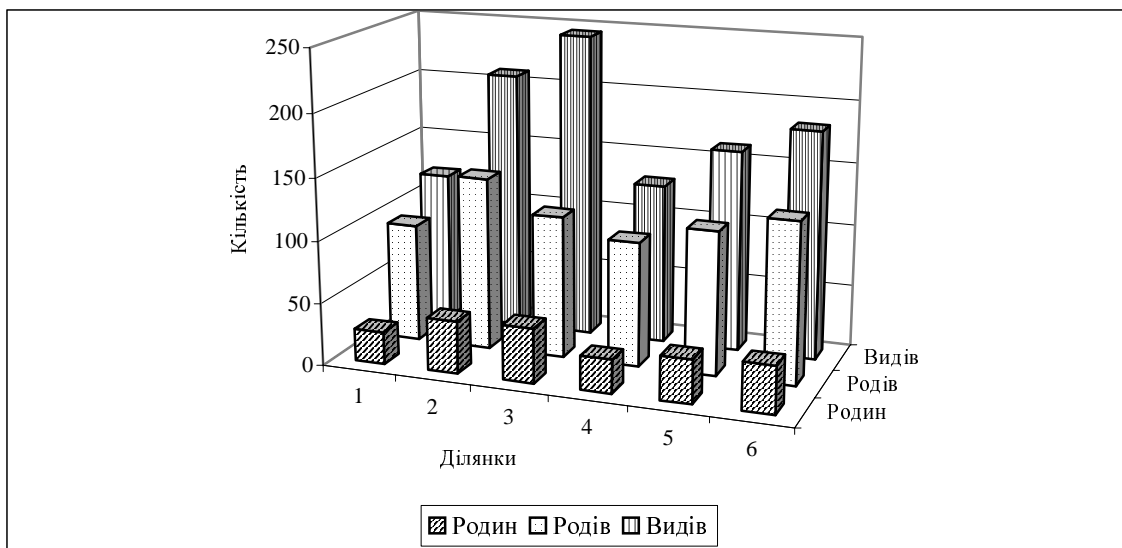


Рис. 1. Таксономічна структура рослинних угруповань відвалів  
Примітка. Назви ділянок у тексті

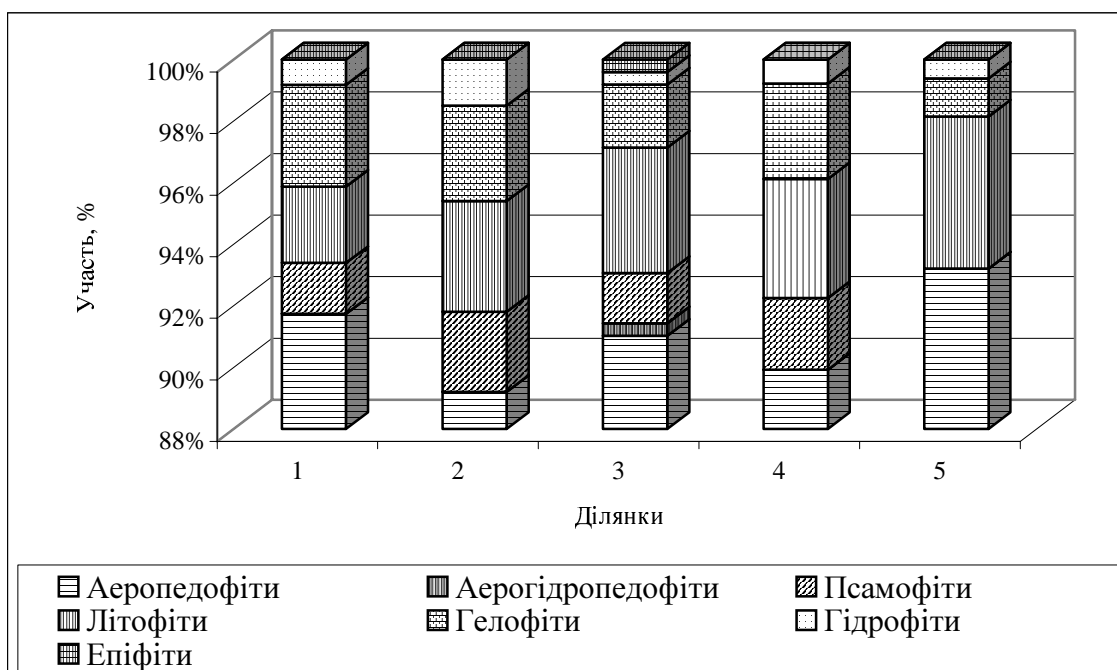


Рис. 2. Розподіл видів за наданням переваги певному середовищу життя  
Примітка. Назви ділянок у тексті

Частка літофітів дещо збільшується у південній частині регіону, які відрізняються якістю субстрату, тобто наявністю вапняків. Псамофіти зосереджені переважно у північній частині регіону. Наявність вологи є важливим параметром, який визначає структурну організацію рослинних угруповань. Так, переважання мезоксерофітів і ксеромезофітів в усіх угрупованнях зумовлено зональними факторами. Збільшена участь еумезофітів притаманна угрупованням відвалів Петрово і ЦГЗК. Мінімальна участь цієї групи відмічена у південних угрупованнях (табл. 1).

Таблиця 1

**Екологічний спектр рослинних угруповань за відношенням до рівня зволоження субстрату (участь, %)**

<b>Екологічна група</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Еуксерофіти	12,4	12,3	16,7	12,4	13,6	14,8
Мезоксерофіти	33,9	34,9	31,4	32,6	35,8	34,4
Ксеромезофіти	33,1	33,8	34,7	34,9	37,0	37,2
Еумезофіти	16,5	14,9	14,3	16,3	11,7	11,5
Гігромезофіти	1,7	1,1	1,6	0,8	0,6	1,1
Мезогідрофіти	0,8	1,5	0,8	1,6	0,6	0,5
Гідрофіти	1,7	1,5	0,4	1,6	0,6	0,5

*Примітка.* Назви ділянок у тексті.

Основу біоморфічного спектра (табл. 2) за загальним габітусом життя в усіх угрупованнях складають трав'янисті полікарпіки, але на відвалах Петрово їх участь дещо менша, ніж монокарпиків. В угрупованнях ЦГЗК ці дві групи мають однакові показники. Таким чином, угруповання цих двох ділянок мають специфічні риси, які характеризують конкретні екологічні умови. Значна участь деревних порід в угрупованнях відвалів ЦГЗК зумовлена бугристою відсипкою їх берм, де створюються локалітети, придатні для вселення цих видів. Вирівняні берми відвалів Петрово не сприяють прояву цього фактора, але спостерігається зростання участі монокарпиків переважно за рахунок однорічників. У цих же угрупованнях значно більша участь напіврезеточних видів в той час, як на інших ділянках переважають безрезеточні види. В усіх угрупованнях більшість видів мають стрижневу кореневу систему. Тенденція до зростання участі тих видів, що мають мичкувату кореневу систему, відмічено тільки на Ганнівському відвалі. Близько половини видів припадає на каудексові форми і лише в угрупованнях на відвалах рудника Петрово та ЦГЗК їх частка помітно зменшується і спостерігається тенденція до зростання участі тих видів, що не мають ніяких утворень. Гемікриптофіти є домінуючою групою у складі спектра за біологічними типами Раункієра. Досить значну роль відіграють геофіти та терофіти. Частка фанерофітів зростає лише на відвалах ЦГЗК, що зумовлено створенням локалітетів, які сприятливі для деревних порід унаслідок бугристої відсипки поверхонь берм.

Більшість видів літньозелені, частка літньозимовозелених не перевищує 30%, що характерно для степових умов. Важливим показником є вселення ефемерів. Найбільша їх участь відмічена в угрупованнях самої північної точки. Переважна більшість видів геміевритопні. Участь евритопних зростає лише у північній частині регіону, гемістенотипних – значно залежить від конструкції відвалів, яка може утворювати або не утворювати локалітети із специфічним зволоженням та рівнем засолення.

Як відомо, види різних таксонів поєднуються у специфічні групи за відношенням до певних екологічних факторів, тобто утворюють флороценотипи. Аналіз еколого-ценотичної структури рослинних угруповань відвалів (рис. 3) доводить, що найважливішу роль відіграють степовий та синантропний флороценотипи, а види специфічних флороценотипів (псамо-, петро-, галофільний) – мають незначну участь. Простежуються тенденції до збільшення участі у північній частині видів псамофільного флороценотипу, а у південній – галофільного.

**Біоморфічний спектр рослинних угруповань (участь, %)**

<b>Ознаки життєвої форми</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу						
Деревні рослини:	8,3	12,7	11,8	18,6	13,6	14,2
дерева	7,4	8,8	6,9	14,0	9,3	10,4
чагарники	0,8	3,9	4,9	4,7	4,3	3,8
Напівдеревні рослини:	2,5		4,9	2,3	2,5	4,4
напівчагарники	0,0	2,5	0,4	0,0	0,0	0,5
напівчагарнички	2,5	46,6	4,5	2,3	2,5	3,8
Трав'янисті полікарпіки	42,1	20,1	49,8	39,5	43,8	45,4
Монокарпіки	47,1	18,1	33,5	39,5	40,1	36,1
малорічники	22,3	-	16,3	23,3	24,1	19,7
однорічники	24,8	-	17,1	16,3	16,0	16,4
Структура надземних пагонів за розміщенням листків						
Безрозеточні	43,0	46,2	51,0	48,1	50,0	50,8
Напіврозеточні	52,9	49,7	44,5	45,7	43,8	43,2
Розеточні	4,1	4,1	4,5	6,2	6,2	6,0
За формою кореневих систем						
Стрижнева	71,9	69,7	72,7	72,1	76,5	76,5
Мочковата	27,3	29,2	26,5	27,9	22,8	23,5
Стрижневомочковата	0,8	0,6	0,4	-	0,6	-
Без кореня	-	0,5	0,4	-	0,0	-
За структурою підземних пагонів						
Каудексові	38,0	42,6	44,1	35,7	46,3	42,6
Короткокореневищні	16,5	15,4	14,7	14,7	13,6	13,1
Довгокореневищні	8,3	9,7	9,0	9,3	7,4	8,7
Бульбові	-	1	-	-	-	-
Бульбокореневищні	1,7	0,5	1,6	2,3	1,2	1,1
Бульбоцибулинні	0,8	30,3	0,4	0,8	0,6	0,5
Без утворень	34,7	0,5	30,2	37,2	30,9	33,9
За системою біологічних типів Раункієра						
Фанерофіти	8,3	11,3	10,6	17,1	13,0	13,7
Хамефіти	2,5	3,1	5,7	3,1	2,5	6,0
Гемікриптофіти	42,1	43,1	44,5	41,1	49,4	43,7
Геофіти	19,8	19,5	20,8	20,2	16,7	18,6
Гелофіти	0,8	1,5	0,4	0,8	0,6	0,5
Гідрофіти	0,8	0,5	0,4	0,8	0,6	0,5
Терофіти	25,6	21	17,6	17,1	17,3	16,9
За типом вегетації						
Літньозелені	62,0	65,2	65,7	69,8	63,0	66,1
Літньозимовозелені	29,8	28,7	29,4	26,4	30,9	29,0
Вічнозелені	1,7	5,6	1,2	-	-	1,1
Ефемери	6,6	0,5	3,3	3,9	6,2	3,3
Ефемероїди	-	-	0,4	-	-	0,5
За поширенням						
Еврітопні	31,4	23,6	24,1	27,1	22,8	24,0
Геміеврітопні	64,5	65,1	66,1	63,6	69,1	66,7
Гемістенотопні	4,1	10,8	7,8	9,3	8,0	9,3
Стенотопні	-	0,5	2,0	-	-	-

*Примітка.* Назви ділянок у тексті.

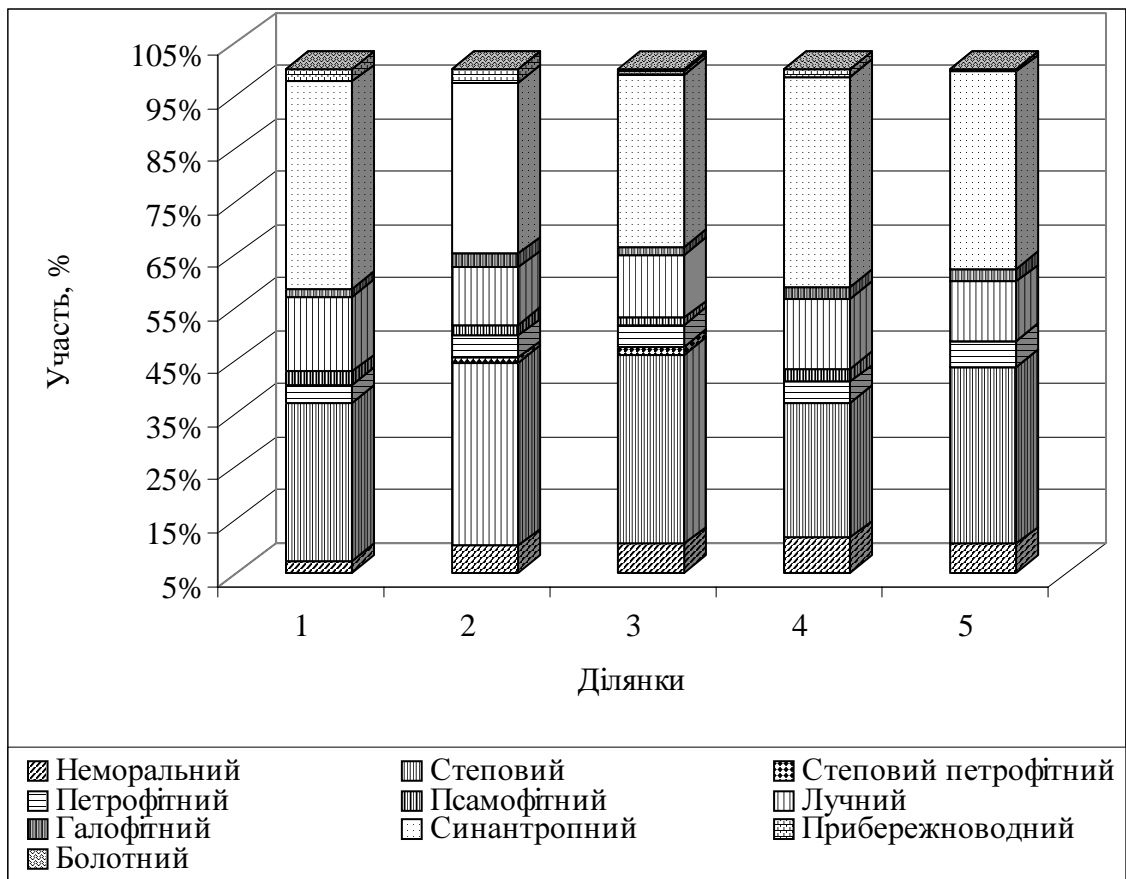


Рис. 3. Еколого-ценотична структура рослинних угруповань

Примітка. Назви ділянок у тексті

Слід зазначити невелику, але досить стабільну участь культивеного флороценоелемента та зменшення участі рудерального в угрупованнях Першотравневого рудника, які мають найбільший вік формування.

У географічному спектрі рослинних угруповань найбільшу роль відіграють палеарктичні, переважно, широко- та західнопалеарктичні види та ті, що належать до перехідних ареалів (рис. 4). Значна участь голарктичних та причорноморських видів. Група видів, які мають невелику участь, але стабільно відмічаються, належать до пльорирегіонального, центральноєвразійського, середземноморського та адвентивного географічних елементів. Простежуються тенденції збільшення участі видів, що належать до перехідних ареалів у південній частині регіону.

Як відомо, основу флористичного спектра складають 10-15 родин. У рудеральних угрупованнях 10 родин включають від 71,02 до 80,62%, а 15 – від 80,82 до 90,7%. Проте навіть самий порядок розташування перших п'яти з них свідчить, що спільною рисою є домінування в усіх угрупованнях видів родин Asteraceae та Poaceae. В угрупованнях на відвалах ЦГЗК та Петрово на третьому місці знаходяться види родини Brassicaceae, в той час як на Ганнівському та ІнГЗК – Rosaceae, на Першотравневому та Південному ГЗК – Fabaceae. Порядок розташування інших родин залежить від багатьох факторів.

### Висновки

Структурна організація рослинних угруповань відвалів Криворіжжя має багато спільних рис, не зважаючи на відмінності у якості субстрату та зміни кліматичних показників. Особливостями структурної організації рослинних угруповань північної частини регіону є збільшення участі псамофітів, видів, що займають більш зволожені локалітети. У південній частині регіону у складі угруповань появляються галофіти та дещо зростає участь видів, які належать до ксерофітних груп.

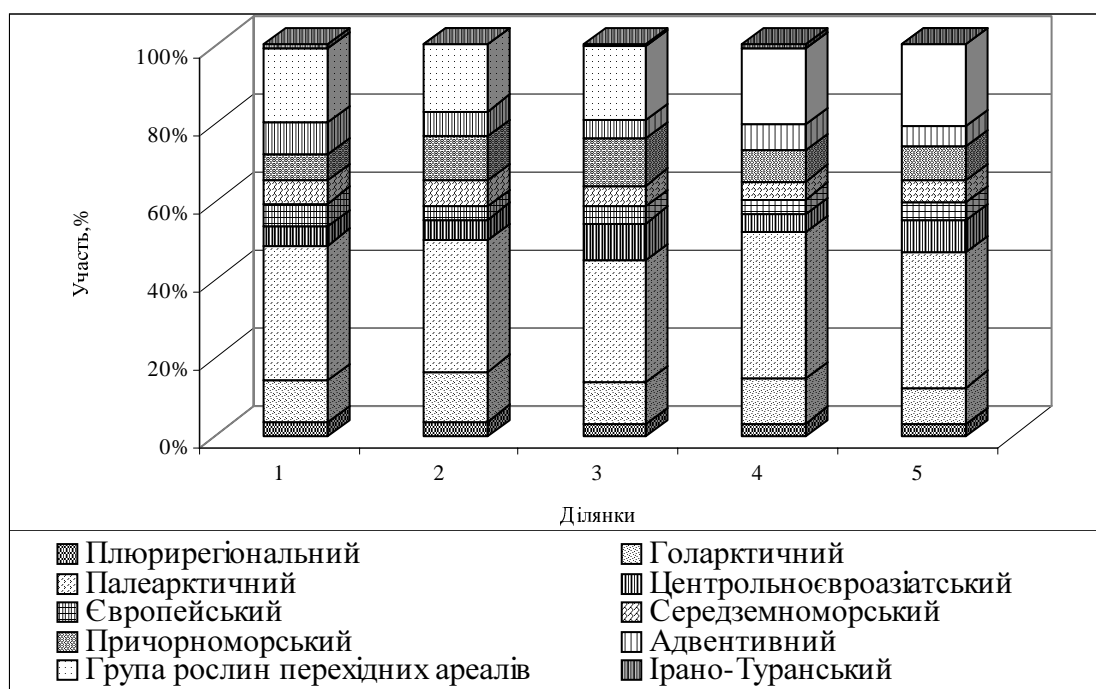


Рис. 4. Географічна структура рослинних угруповань

Примітка. Назви ділянок у тексті

### Список літератури

1. Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – К.: Наук. думка, 1991. – 169 с.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высш. шк., 1963. – 376 с.
4. Голубев В.Н. Принцип построения и содержание линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд-ние биол. – 1972. – 77, вып. 6. – С. 72-80.
5. Добровольский И.А. Влияние промышленных загрязнений среды на искусственные лесные посадки и степной растительный покров на юге Украины (Криворожье) // Реф. докл. и сообщ. IV Урал. Коордн. совещ. по проблеме "Растительность и промышленные загрязнения". – Свердловськ, 1969. – С. 86-89.
6. Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1972. – Т. 4. – 335 с.
7. Сметана М.Г. Синтаксономія степової та рудеральної рослинності Криворіжжя. – Кривий Ріг, 2000. – 150 с.
8. Сметана Н.Г., Мазур А.Е., Сметана А.Н. Рост и развитие сосны крымской на железорудных отвалах Кривбасса // Межвед. сб. науч. тр. "Интродукция и акклиматизация растений" – К., 1999. – Вып. 32. – С. 140-149.
9. Шанда В.І., Маленко Я.В. Теоретичні аспекти вивчення еколого-таксономічних спектрів (ЕТС) серійних угруповань // Мат. I Всеукр. конф. "Проблеми фундаментальної екології: структура угруповань". – Кривий Ріг, 1996. – Ч. I. – С. 28-30.

**Блощук А.В., Сметана Н.Г. Уточнение к структурной организации рудеральных растительных сообществ Криворожья.** – Рассмотрена структурная организация растительных сообществ отвалов Криворожья. Показана обусловленность структуры сообществ почвообразующими породами и климатическими факторами.

*Ключевые слова:* экологическая, биоморфическая, географическая, эколого-ценотическая структура, таксон, сообщество.

**Bloschuk A.V., Smetana M.G. Specifications to structural organization of weed-association of the Krivoy Rog region.** – The structural organization of plant associations of slag-heaps of the Krivoy Rog region has been examined. The conditionality of the associations structure by soil-forming dirt's and climatic factors has been demonstrated.

*Key words:* ecological, biological and morphological, geographical, ecological and coenotipical structure, taxon, association.

Ю.В. Ибатулина

## ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ СТЕПНЫХ ВИДОВ В АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110  
e-mail: herb@herb.dn.ua

**Ибатулина Ю.В. Возрастная структура ценопопуляций некоторых степных видов в антропогенно трансформированных фитоценозах.** – Исследована возрастная структура, плотность ценопопуляций некоторых степных видов в антропогенно трансформированных степных фитоценозах. Ценопопуляции изучаемых видов являются нормальными неполночленными, большинство из которых обладают разнообразным возрастным составом и высокой плотностью, что позволяет данным видам, в частности ценообразователю *Festuca valesiaca*, составляющего основу этих фитоценозов, занимать довольно прочное положение в них.

*Ключевые слова:* ценопопуляция, возрастное состояние, возрастной спектр.

### Введение

Ценоотические популяции видов растений составляющих фитоценоз, представляют собой сложные системы надорганизменного уровня, структура и свойства которых определяют их реакции на внешние воздействия. Вместе с этим, ценопопуляции являются элементами фитоценоза. В связи с этим поведение сообщества в целом зависит от свойства ценопопуляций [3]. К чутким индикаторам реакции ценопопуляций на внешние воздействия, в том числе антропогенные, относятся их возрастная структура и плотность. Они отражают организацию ценоотических популяций в пространстве и во времени, определяет их способность противостоять различным стрессовым факторам, а также перспективы развития в будущем. Это необходимо для организации эффективной охраны растений, для определения степени угрозы существования, причин сокращения численности, выявления реального состояния и устойчивости ценопопуляций. Возрастной спектр – один из наиболее важных параметров ценопопуляций, отражающий жизненное состояние вида в ценозе и степень его устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды и антропогенного влияния. От этой стороны структурной организации популяционной системы зависит способность к самоподдержанию, устойчивость фитоценозов [1, 2]. Эколого-биологические характеристики вида являются одними из важнейших показателей их современного состояния в разных условиях природной среды и антропогенного влияния.

Целью данной работы было изучить на основе исследования возрастной структуры и плотности состояние ценопопуляций некоторых степных видов в антропогенно трансформированных степных фитоценозах.

### Материал и методы

В качестве объектов исследования были выбраны виды, играющие разную фитоценоотическую роль и принадлежащие к различным жизненным формам: *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Koeleria sabuletorum* Czern. ex Klokov, *K. cristata* (L.) Pers., *Veronica incana* L., *V. sclerophylla* Dubovik, *V. spicata* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Pulsatilla nigricans* Störck, *Linum czerniaëvii* Klokov.

Изучение современного состояния растительности проводили в июле 2003 г. на выходах палеогеновых песков в урочище "Песковатый лес" в 3 км на север от г. Ясиноватая, по которой были опубликованы материалы по исследованию растительности А.И. Хархотой, Т.Т. Чуприной, С.М. Зиман в 1974 г. [9]. Степная растительность сохранилась в виде отдельных участков на крутых склонах и граничит с лесными насаждениями, полями, автодорогами, подвергается пастбищной нагрузке.

Исследования проводили на южном склоне балки (угол наклона 10–15<sup>0</sup>), где были изучены 5 ассоциаций, и юго-восточном более пологом склоне – 1 ассоциация, а именно: 1) *Festucetum (valesiaca) koeleriosum (sabuletori)*; 2) *Festucetum (valesiaca) potentillosum (schurii)*; 3) *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)*; 4) *Stipetum (capillatae)*

*festucosum (valesiaca)*; 5) *Festucetum (valesiaca) calamagrostietum (epigeioris)*; 6) *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)*.

Анализ по степени антропогенной трансформации растительности свидетельствует о том, что на южном склоне степной участок относится к слабо нарушенным. Здесь ещё значительна роль некоторых видов ковыля, в частности *Stipa capillata*, являющегося наиболее стойким к различным антропогенным воздействиям [6] (ассоциации 4 и 5), но *S. lessingiana* Trin. et Rupr. и *S. joannis* Čelak. практически исчезли из исследуемых ценозов. Ведущее место принадлежит главному эдификатору типчатников – *Festuca valesiaca* (проективное покрытие от 40% до 60%). Подобные фитоценозы ближе других степных сообществ стоят к коренным типчаково-ковыльным фитоценозам, но имеют дигратогенное происхождение и характеризуют начальные звенья дигрессии степной растительности. Как содоминанты произрастают *Koeleria sabuletorum*, *K. cristata*, *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Calamagrostis epigeios*, незначительна роль из-за малой численности *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Poa angustifolia* L., образующих сплошные заросли в сильно нарушенных экотопах. Как асектаторы первого ранга выступают *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Veronica incana*, *V. sclerophylla*, *V. spicata*, дающие аспект во время цветения. Были обнаружены в составе некоторых исследуемых фитоценозов такие охраняемые виды, как *Pulsatilla nigricans*, *Linum czerniaevii*. На более пологом склоне юго-восточной экспозиции на смытых песках ассоциация *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)* относится к более нарушенным ценозам, что подтверждает снижение роли степных эдификаторов (отсутствуют не только виды ковыля, но и *Festuca valesiaca*), из злаков произрастает только *Koeleria sabuletorum*, возросла роль разнотравья, в том числе и сорного.

Особенности поведения изучаемых видов в условиях юго-востока Украины в ценозах рассматривались на уровне ценопопуляций [5].

Возрастные группы растений выделяли по совокупности морфологических (качественных и количественных) признаков. При определении возрастных состояний, возрастной структуры использовали также работы по онтогенезу степных видов [1], общепринятые методики и индексацию возрастных состояний, предложенную А.А. Урановым: р1 – всходы, j – ювенильные особи, im – имматурные, v – виргинильные, g<sub>1</sub> – молодые генеративные, g<sub>2</sub> – зрелые генеративные, g<sub>3</sub> – старые генеративные, ss – субсенильные, s – сенильные. Типы возрастных спектров определяли в соответствии с методикой, разработанной А.А. Урановым, О.В. Смирновой, Л.Б. Заугольной (левосторонний, правосторонний, симметричный) [7, 8, 10, 11].

При проведении исследований использовали фитоценотическую счётную единицу, выделение которой основано на выборе в ценопопуляциях наиболее естественных единиц, которые можно считать единым центром воздействия на среду, т.е. элементарным источником фитогенного поля. Выбор счётной единицы зависел от того, к какой жизненной форме относился вид растения (особь, парциальный побег, парциальный куст) [3, 10].

Учёт численности и изучение возрастной структуры ценопопуляций проводили на двадцати учётных площадках размером 1 м<sup>2</sup>, в каждой ассоциации. Плотность определяли как численность, рассчитанную на единицу площади. Размер площадки выбирали исходя из размера объекта и уровня численности ценопопуляции. Необходимо стремиться к такому размеру, чтобы плотность растений в среднем, по возможности, была не ниже 3–4 особей на площадку. Использовали случайный способ заложения площадок [9]. Была применена доминантная классификация растительности [4].

### Результаты и обсуждение

Наблюдения показали, что ценопопуляции исследуемых видов, в первую очередь эдификаторов, особенно *Festuca valesiaca* составляющего устойчивую основу данных фитоценозов (кроме ассоциаций *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)* и *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)*) (рис. 1–6), занимают прочное положение в них.



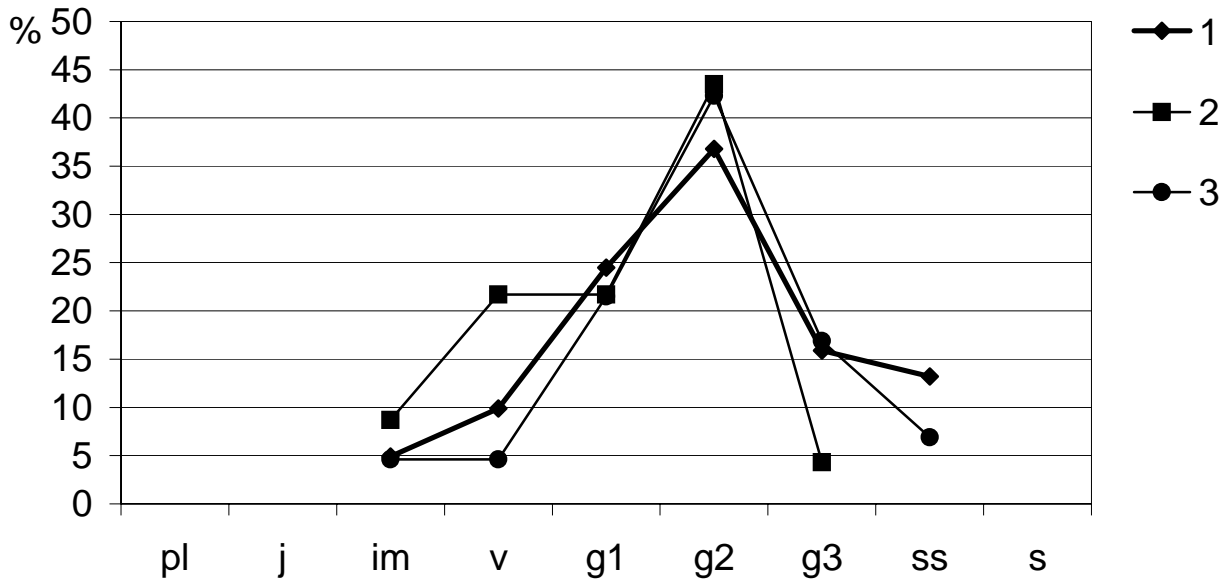


Рис. 1. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Festucetum (valesiaca) koeleriosum (sabuletori)*: 1 – *Festuca valesiaca*, 2 – *Koeleria sabuletorum*, 3 – *Veronica spicata*

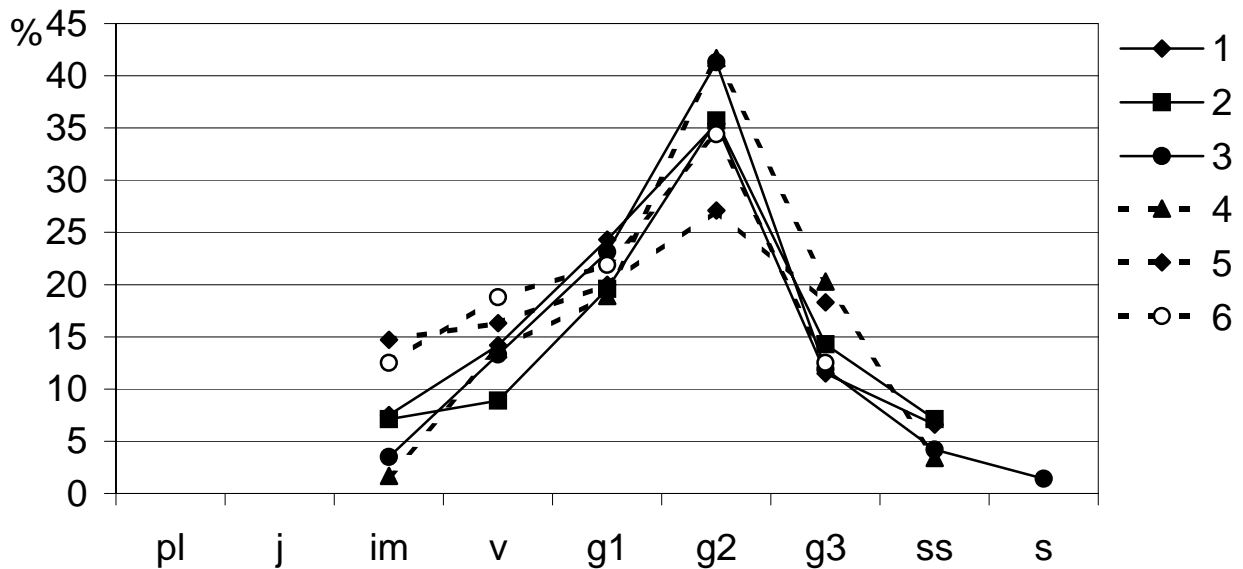


Рис. 2. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Festucetum (valesiaca) potentillosum (schurii)*: 1 – *Festuca valesiaca*, 2 – *Koeleria sabuletorum*, 3 – *Veronica spicata*, 4 – *Veronica incana*, 5 – *Pulsatilla nigricans*, 6 – *Galium ruthenicum*

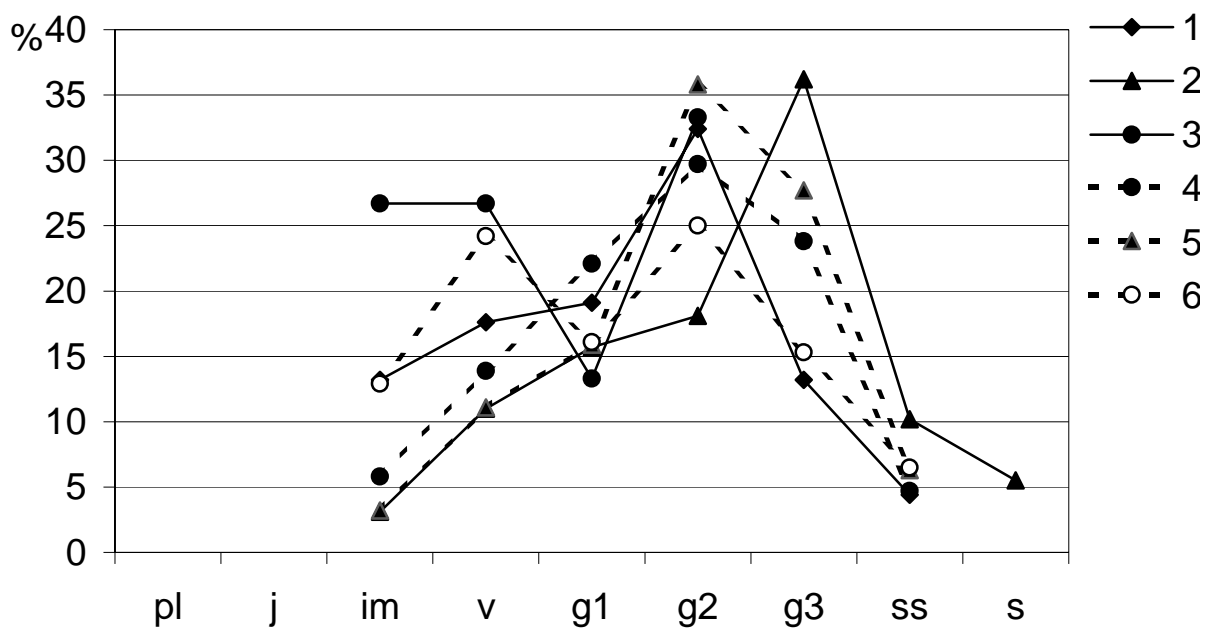


Рис. 3. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)*: 1 – *Festuca valesiaca*, 2 – *Koeleria cristata*, 3 – *Stipa capillata*, 4 – *Veronica spicata*, 5 – *Veronica incana*, 6 – *Galium ruthenicum*

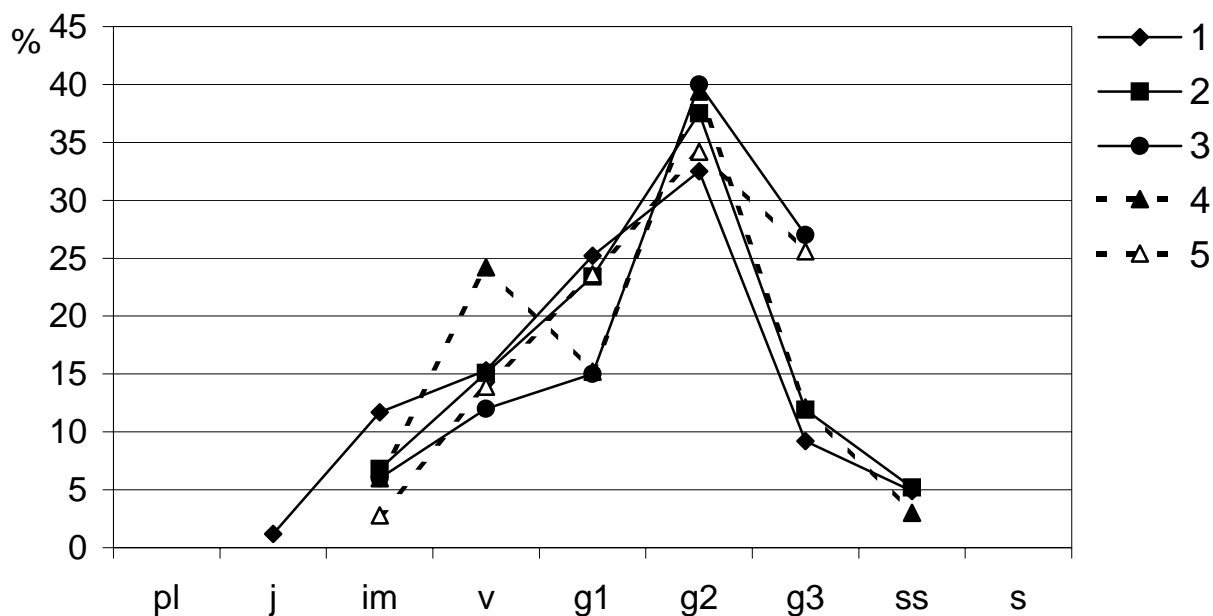


Рис. 4. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Stipetum (capillatae) festucosum (valesiaca)*: 1 – *Festuca valesiaca*, 2 – *Stipa capillata*, 3 – *Veronica incana*, 4 – *Galium ruthenicum*, 5 – *Veronica sclerophylla*

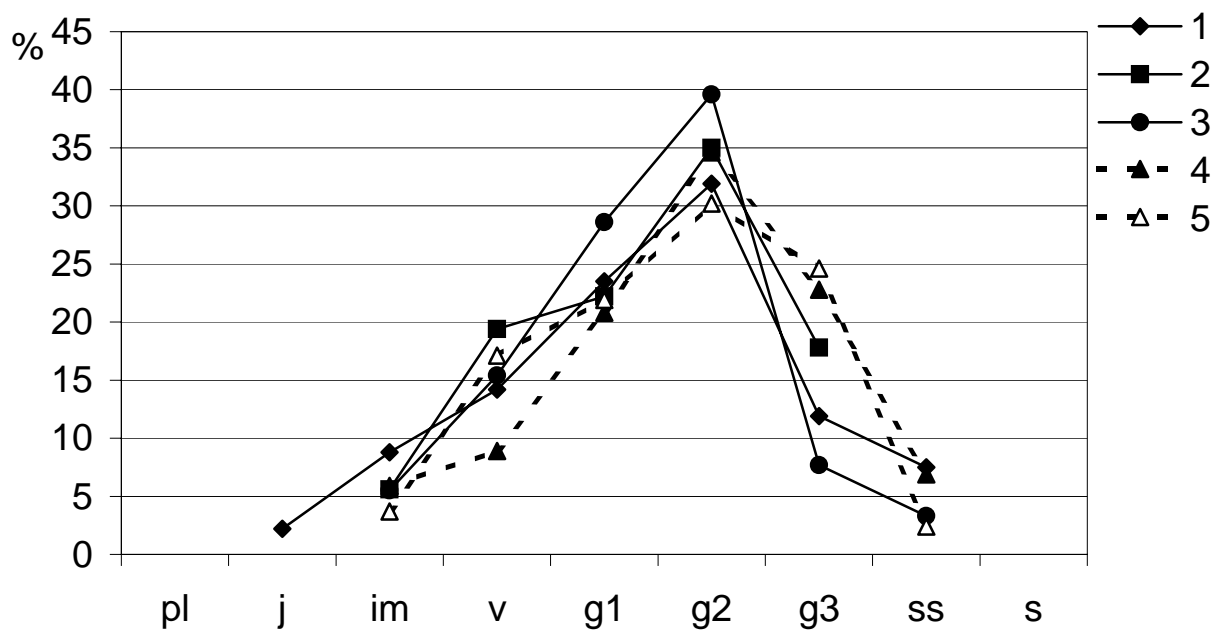


Рис. 5. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Festucetum (valesiaca) calamagrostiosum (epigeioris)*: 1 – *Festuca valesiaca*, 2 – *Koeleria sabuletorum*, 3 – *Stipa capillata*, 4 – *Linum czerniaëvii*, 5 – *Veronica sclerophylla*

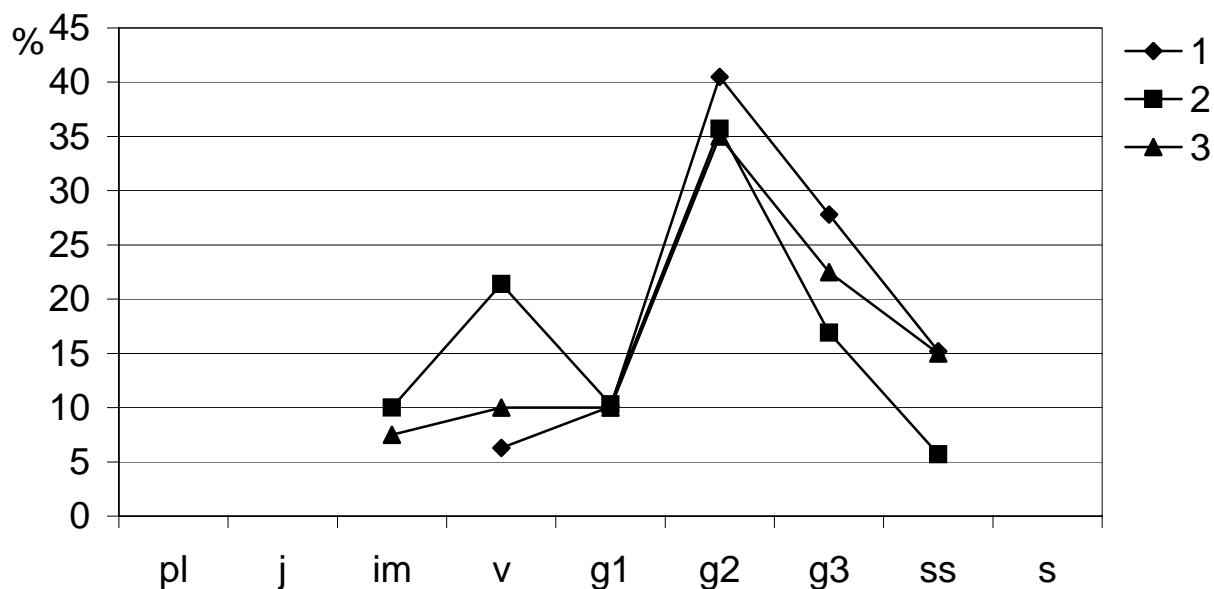


Рис. 6. Возрастные спектры ценопопуляций некоторых степных видов в урочище "Песковатый лес" (Ясиноватский район) в ассоциации *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)*: 1 – *Koeleria sabuletorum*, 2 – *Veronica incana*, 3 – *Linum czerniaëvii*

Так, анализ возрастной структуры злаков показал, что для них характерен симметричный возрастной спектр, для которого свойственно преобладание зрелых генеративных растений. Такой спектр достаточно часто отмечается для плотнодерновинных злаков в сукцессионных вариантах сообществ. В ассоциациях *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)* и *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)* ценопопуляции *K. cristata* и *K. sabuletorum* относятся к зрелым нормальным ценопопуляциям, для которых характерен правосторонний возрастной спектр (рис. 3 и 6). Данные ценопопуляции занимают более прочное положение в фитоценозах, поскольку характеризуются преобладанием долгоживущих зрелых и старых генеративных особей в их возрастном составе, закрепляющими за собой место в растительном сообществе на долгие годы, обладающие большей мощностью по сравнению с особями других онтогенетических групп и отвечающими за самоподдержание ценопопуляций.

Практически все возрастные спектры злаков отличаются неполночленностью: в их составе отсутствуют всходы и ювенильные особи, что возможно связано с неблагоприятными условиями произрастания или гибелью растений на ранних стадиях развития. Наименее прочное положение занимает ценопопуляция *Stipa capillata* в ассоциации *Calamagrostietum (epigeios) koeleriosum (cristatae)* (рис. 3) из-за значительной неполночленности, которая выразилась в отсутствии субсенильных и сенильных растений, а также всходов, ювенильных и имматурных, что связано со значительным перерывом в семенном возобновлении.

Основными причинами гибели растений, не достигших пределов жизни, в условиях степи можно считать иссушение почвы и конкуренцию, а длительное время в весенний и частично летний периоды наблюдался острый дефицит влаги. Отсутствие субсенильных и сенильных особей может являться признаком слабого или умеренного антропогенного воздействия, в результате которого роль растений этих возрастных групп резко падает и максимум перемещается на зрелые генеративные особи. Для ценопопуляций видов, составляющих разнотравье (*Veronica incana*, *V. sclerophylla*, *V. spicata*, *Galium ruthenicum*, *Pulsatilla nigricans*, *Linum czerniaëvii*), в основном присущи на данном этапе развития симметричные и правосторонние возрастные спектры, которые также не полночленны. Но ценопопуляция *Pulsatilla nigricans* в ассоциации *Festucetum (valesiaca) potentillosum (schurii)* (рис. 2) характеризуется левосторонним возрастным спектром. Данная ценопопуляция занимает менее прочное положение в ценозе, поскольку достаточно большой процент приходится на молодые растения, являющиеся более чувствительными к различным воздействиям, в том числе и антропогенным. В ассоциациях *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)* ценопопуляция *Galium ruthenicum* характеризуется бимодальным возрастным спектром. Такой спектр существует недолго и связан с неравномерностью возобновления. Появление дополнительного максимума на группе вергинильных особей в возрастном спектре ценопопуляций *Galium ruthenicum* ассоциации *Stipetum (capillata) festucosum (valesiaca)* (рис. 4) придаёт ему сходство с бимодальным.

Подтверждением устойчивости положения вида в растительном сообществе является не только сложность возрастного состава ценопопуляций, представляющего приспособление данных видов к сложным условиям сосуществования с другими растениями, свидетельствующий о способности ценопопуляций к самоподдержанию, но и плотность особей. Как видно из приведенных данных (табл. 1–2).

Наибольшая плотность растений остаётся в ценопопуляциях плотнодерновинного злака *Festuca valesiaca* почти во всех ассоциациях, что свидетельствует о хорошей адаптации к данным условиям существования. В ассоциации *Calamagrostietum (epigeioris) koeleriosum (cristatae)* отмечена наименьшая плотность ценопопуляции *Stipa capillata*, что говорит о недостаточно прочном положении вида и возможно связано с сильным подавляющим влиянием со стороны *Calamagrostis epigeios*, являющегося доминантом в данном фитоценозе. В ассоциации *Potentilletum (schurii) koeleriosum (sabuletori)* отмечено полное исчезновение *Festuca valesiaca* из состава фитоценоза (табл. 2).

Таблица 1

**Плотность особей в ценопопуляциях степных видов  
(урочище "Песковатый лес", Ясиноватский район, июль 2003 г.)**

Вид	Плотность, особь/м <sup>2</sup> М ± m		
	Ассоциации		
	<i>Festucetum</i> ( <i>valesiaca</i> ) <i>koeleriosum</i> ( <i>sabuletori</i> )	<i>Festucetum</i> ( <i>valesiaca</i> ) <i>potentillosum</i> ( <i>schurii</i> )	<i>Calamagrostietum</i> ( <i>epigeioris</i> ) <i>koeleriosum</i> ( <i>crinatae</i> )
<i>Stipa capillata</i>	–	–	0,8 ± 0,4
<i>Festuca valesiaca</i>	15,6 ± 1,7	11,3 ± 0,9	3,4 ± 1,3
<i>Koeleria sabuletorum</i>	7,4 ± 1,1	3,6 ± 0,6	–
<i>K. cristata</i>	–	–	6,3 ± 1,2
<i>Veronica spicata</i>	1,2 ± 0,5	7,2 ± 1,2	4,2 ± 1,0
<i>V. incana</i>	–	2,9 ± 0,9	3,1 ± 0,8
<i>V. sclerophylla</i>	–	–	–
<i>Pulsatilla nigricans</i>	–	5,5 ± 0,8	–
<i>Galium ruthenicum</i>	–	1,6 ± 0,6	2,9 ± 0,8
<i>Linum czerniaëvii</i>	–	–	–

Таблица 2

**Плотность особей в ценопопуляциях степных видов  
(урочище "Песковатый лес", Ясиноватский район, июль 2003 г.)**

Вид	Плотность, особь/м <sup>2</sup> М ± m		
	Ассоциации		
	<i>Stipetum</i> ( <i>capillatae</i> ) <i>festucosum</i> ( <i>valesiaca</i> )	<i>Festucetum</i> ( <i>valesiaca</i> ) <i>calamagrostiosum</i> ( <i>epigeioris</i> )	<i>Potentilletum</i> ( <i>schurii</i> ) <i>koeleriosum</i> ( <i>sabuletori</i> )
<i>Stipa capillata</i>	9,6 ± 1,2	4,7 ± 0,9	–
<i>Festuca valesiaca</i>	8,2 ± 1,5	11,4 ± 1,6	–
<i>Koeleria sabuletorum</i>	–	1,8 ± 0,5	3,9 ± 0,9
<i>K. cristata</i>	–	–	–
<i>Veronica spicata</i>	–	–	–
<i>V. incana</i>	2,5 ± 0,7	–	3,5 ± 0,6
<i>V. sclerophylla</i>	1,8 ± 0,7	4,1 ± 0,9	–
<i>Pulsatilla nigricans</i>	–	–	–
<i>Galium ruthenicum</i>	1,7 ± 0,6	–	–
<i>Linum czerniaëvii</i>	–	4,1 ± 0,9	2,1 ± 0,8

Таким образом, исследованные ценопопуляции степных видов являются нормальными неполночленными, большинство из которых обладают разнообразным возрастным составом и высокой плотностью, что позволяет данным видам, в частности ценообразователю *Festuca valesiaca*, составляющего основу этих фитоценозов, занимать довольно прочное положение в них, поскольку разновозрастные особи полнее используют пространство, осуществляются интенсивные процессы семенного возобновления, о чем свидетельствует наличие имматурных и виргинильных растений. Но отмеченное омоложение ценопопуляций, особенно *Stipa capillata*, выраженное в симметричности возрастных спектров и связанное с усилением отмирания преимущественно субсенильных и сенильных растений, свидетельствует об ослаблении ценопопуляций и может привести к постепенному выпадению вида из фитоценозов в результате антропогенного пресса.

### Список литературы

1. Борисова И.В., Попова Т.А. Возрастные этапы формирования дерновины степных злаков // Ботан. журн. – 1971. – 56, № 5. – С. 619-626.
2. Доронькина Н.В. Жизненное состояние агропопуляций *Festuca arundinacea* Schreb. на вскрышных породных отвалах в лесостепной зоне Кузнецкой котловины // Растительные ресурсы. – 2002. – Вып. 2. – С. 65-74.
3. Заугольнова Л.Б. Анализ ценопопуляций как метод изучения антропогенных воздействий на фитоценоз // Ботан. журн. – 1977. – № 12. – С. 1767-1779.
4. Продромус растительности Украины. – К.: Наук. думка, 1991. – 272 с.
5. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. – 1950. – Вып. 6. – С. 5-197.
6. Ткаченко В.С., Костылёв А.В. Фитоэкологические аспекты гидромелиораций северо-западного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1985. – 196 с.
7. Уранов А.А. Жизненное состояние вида в растительном сообществе // Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. биологии. – 1960. – № 3. – С. 77-92.
8. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. биологии. – 1969. – № 1. – С. 119-134.
9. Хархота Г.І., Чуприна Т.Т., Зиман С.М. Степова рослинність на палеогенових пісках в околицях м. Яснуватої Донецької області // Укр. ботан. журн. – 1974. – 31, № 3. – С. 288-291.
10. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – 216 с.
11. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения). – М.: Наука, 1977. – 135 с.

**Ібатуліна Ю.В. Вікова структура ценопопуляцій деяких степових видів в антропогенно трансформованих фітоценозах.** – Досліджена вікова структура, щільність ценопопуляцій деяких степових видів в антропогенно трансформованих степових фітоценозах. Ценопопуляції досліджених видів є нормальними неповночленими, більшість з яких володіють різноманітним віковим складом і високою щільністю, що дозволяє цим видам, зокрема *Festuca valesiaca*, який складає основу цих фітоценозів, займати міцне положення в них.

*Ключові слова:* ценопопуляція, віковий стан, віковий спектр.

**Ibatulina Ju.V. Age structure of some steppe species cenopopulations in anthropogenic ally transformed phytosenoses.** – Age structure, cenopopulations density of some steppe species in anthropogenic ally transformed steppe phytosenoses have been investigated. Cenopopulations of the species studied are normal, incomplete, the majority of which has diverse age-dass composition and high density enables the species presented and, in particular, *Festuca valesiaca* coenosis formator, constituting the basis for these phytosenoses, to occupy rather a firm position among them.

*Key words:* cenopopulation, age state, age spectrum.

**Н.П. Ковальчук**

**ОСОБЛИВОСТІ ФЕНОРИТМІКИ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН М. ЛУЦЬКА**

*Волинський державний університет імені Лесі Українки; 43025, м. Луцьк, пр. Волі, 13  
e-mail: bio@lab.univer.lutsk.ua*

**Ковальчук Н.П. Особливості феноритміки деревних рослин м. Луцька.** – У статті подано результати аналізу впливу клімату м. Луцька на феноритміку зелених насаджень міста. Вперше проведені фенологічні спостереження за дендрофлорою даного міста. Вивчення впливу клімату міста на феноритміку дерев та кущів дало можливість ще раз переконатись у тому, якому негативному впливу підлягають деревні рослини міста і який його наслідок. Це дозволило визначити головні напрями спрямовані на покращення стану дендрофлори міста у зменшенні негативного впливу урбоєкосистеми на зелені насадження.

*Ключові слова:* дендрофлора міста, урбоєкосистема, клімат міста, зелені насадження, феноритміка.

**Вступ**

На кафедрі ботаніки та мікробіології ВДУ ім. Лесі Українки проводиться робота з вивчення життєвості зелених насаджень в умовах міста. Умови зростання зелених насаджень у містах негативно відбиваються на їх життєвості.

Місто – антропогенна система, що є концентрованим розміщенням промислових і побутових споруд та населення, яке знаходиться на його території. Сьогодні в містах, особливо великих, розширюється і поглиблюється шкідливий вплив урбогенного середовища на міське населення, яке швидко зростає. В останні десятиріччя цей процес різко активізувався – з 1950 р. кількість людей, які живуть у містах, збільшилася майже втричі.

Внаслідок забруднення атмосфери оксидом азоту, аміаком, вуглеводами, сірчистим газом, формальдегідом, фторидами, аерозолями сірчаної кислоти, поверхнево-активними речовинами у містах швидко зростає кількість захворювань на кон'юнктивіт, екзему, фарингіт, ларингіт. Ці забруднювачі викликають отруєння, а крім того, знижують імунобіологічні властивості організму. Одним з найголовніших шляхів покращення екологічного стану сучасних міст є створення "зелених зон" (парків, скверів, бульварів, захисних зон різного функціонального призначення, зелених насаджень вздовж доріг, тощо).

Особливо актуальним є підвищення продуктивності та рекреаційних функцій зелених насаджень міста введенням у культуру цінних для озеленення нових видів та їх декоративних форм, ефективне оздоровлення урбогенного середовища, деревних рослин та зростання їх життєвості.

Руйнування рослинних угруповань у м. Луцьку відбувається в результаті наявності великої кількості негативних факторів, які виступають у сконцентрованому вигляді, тим самим, посилюючи дію один одного: забруднення атмосфери, забруднення едафотопу міста, порушення природного водного режиму ґрунтових вод, наявність великої щільності комунікацій, які розміщені в коренеутворюючому горизонті, поширення ділянок зі штучними (насипними) ґрунтами, тепловий фактор, порушення утворення органічної речовини в умовах міста [3, 4].

**Матеріали і методи досліджень**

На даний час набутий великий досвід щодо озеленення міст з участю як аборигенних, так і екзотичних видів деревних рослин. Вивчення і узагальнення цього досвіду є актуальним завданням з точки зору як ботаніки та мікробіології, так і екології та ландшафтної архітектури. Тим більше, що поняття "урбоєкологія" стає дедалі вагомим і актуальним. На основі вивчення техногенного забруднення м. Луцька та особливостей екологічного та біологічного формування дендрофлори встановити закономірності росту і розвитку видів в умовах урбанізації та перспективи використання їх в озелененні.

Фактичний матеріал отримано внаслідок стаціонарних, польових спостережень в об'єктах дендрофлори м. Луцька, експедиційних досліджень. Отже, в процесі дослідження

ми користувались такими методами: експедиційним та польовим, біоморфологічним, фізіологічним, систематичним, візуальним, порівняльно-розрахунковим.

### **Результати та обговорення**

Територіям з помірним кліматом властива чотирисезонна структура річного кола природи: весна, літо, осінь і зима. Сезони відрізняються один від одного величиною радіаційного режиму, різним температурним режимом, режимом вологості, відмінностями в фізико-географічній і біологічній активності. Кожному сезону властиві свої явища й аспекти. Сукупність сезонних явищ і сезонних аспектів визначаються структурою ландшафтів, а в умовах міст – рівнем їх антропогенізації.

Якісні відмінні етапи річного кола природи з однотиповими взаємозв'язками між її компонентами і з специфічними для кожного етапу сукупностями сезонних явищ і аспектів називаються природними, або фенологічними сезонами [5].

У різних географічних районах вони настають не одночасно і, як правило, проходять у різних районах з різною швидкістю.

Межі деяких природних сезонів легко визначаються за різною зміною сезонних аспектів. Наприклад, прихід фенологічної зими в країнах з помірним кліматом прийнято умовно рахувати з моменту зміни осіннього безсніжного аспекту, аспектом з стійким сніговим покривом. Початок фенологічної весни визначається початком руйнування снігового покриву. В більшості випадків зміна сезонних аспектів природи відбувається поступово. Межі природних сезонів визначаються за допомогою індикаційних сезонних явищ. Індикаторами меж природних сезонів є явища різних компонентів ландшафту: в холодні сезони – метеорологічні та гідрологічні, а в теплі – життя рослинного та тваринного світу, найбільш активного компонента ландшафтів у цей час. Індикаторами початку фенологічного літа в зоні Західної України є початок цвітіння шипшини і малини або дозрівання плодів в'яза.

Клімат Волині помірно-континентальний. На його формування істотно впливає Атлантичний океан. Перенесення повітряних мас з Атлантики обумовлює м'яку з частими відлигами зиму і помірно тепле літо. Річна кількість опадів у середньому становить 550-560 мм, причому основна кількість (350-450 мм) випадає в теплий період року. Переважає похмура погода.

У м. Луцьку найвища середньомісячна температура припадає на липень (18,6°C). Найхолодніший місяць – січень, його середня температура – 4,5°C. Абсолютний максимум температури + 38°C, мінімум – 34°C. Середня річна кількість опадів біля 600 мм. Переважає похмура погода: в середньому за рік налічується 150 хмарних і всього 35 ясних днів.

Середня тривалість безморозного періоду понад 160 днів. Середня дата останнього весняного заморозку в повітрі – 27 квітня. Середня дата першого осіннього заморозку в повітрі – 9 жовтня. Максимальна добова кількість опадів – 114 мм. Середня кількість днів із сніговим покривом до 90.

Вегетаційний період триває 200 днів. Із них 150-160 днів з активними температурами, що перевищують 10°C. Близько 100 днів у році характеризуються інтенсивною вегетацією (середня добова температура понад 15°C). Глибина залягання водоносного горизонту 3-5 м, біля р. Стир до 1 м [1].

Місто Луцьк розташоване в межах Волино-Подільської височини. Оцінюючи рівень ефективності родючості ґрунтів у м. Луцьку можна зробити наступний висновок: ґрунт приміської зони доброї і середньої якості, а міста – в задовільному стані: переущільнений, переважно слаболужний і лужний (рН 7,0-8,0), що не є позитивною характеристикою [2].

Отже, вище перераховані фактори дуже суттєво впливають на феноритміку зелених насаджень Луцька.

Початок розвитку деревних рослин в м. Луцьку починається у першій декаді березня, а при сприятливих умовах і в останніх днях лютого. Це характерно для таких рослин, як глід одноматочковий, спірея Вангутта, спірея Бумальда, алича, горобина арія, горобина звичайна,



хеномелес японський, аронія чорноплідна, форзиція поникла та інші. Цвітіння у цих рослин спостерігаємо з 10 по 20 квітня.

Серед рослин, у яких цвітіння передуює облистненню, можемо назвати ліщину звичайну, вербу козячу, вербу білу, тополю чорну та інші. Цвітіння у них спостерігається в першій половині березня, створюючи свій неповторний ранньовесняний аспект.

Поява листяного покриву у дерев і кущів відбувається в основному з 6 квітня до 5-6 травня: у глоду одноматочкового, спіреї Вангутта, спіреї Бумальда, горобини звичайної (4-7 квітня), хеномелеса японського, яблуні звичайної, аронії, вишні повстистої (17-25 квітня). Пізніше розпускання листків характерне для бука європейського (3-6 травня), гінкго дволопатевого (14-16 травня), метасеквої гліптостробусовидної (3-10 травня).

У першій декаді травня спостерігається цвітіння у таких високодекоративних рослин як: гіркокаштан, спірея Вангутта, горобина арія, горобина звичайна, аронія чорноплідна, груша звичайна, бузок звичайний, бузок угорський. З 15 по 25 травня відбувається цвітіння в глоду одноматочкового, хеномелеса японського, сніжноягідника білого, магонії падуболистої.

Такі види, як липа широколиста, липа серцелиста, що широкопоширені в озелененні м. Луцька квітуть у період з 1 до 15 липня.

Початок достигання плодів і насіння чітко визначений для кожного виду: вишня пташина – 12-15 червня, вишня звичайна – 10-17 липня, ірга круглолиста – 13-17 червня, вишня повстиста – 23-26 червня, жимолость татарська – 8-12 липня, аронія чорноплідна – 15-18 липня, абрикос звичайний – 18-23 липня, алича – 19-24 серпня, 15-19 вересня – яблуня сливолиста, глід одноматочковий – 14-16 вересня, спірея Бумальда – 18-21 вересня, черемха звичайна – 8-11 вересня, хеномелес японський – 8-11 вересня, груша звичайна – 11-13 жовтня, горобина звичайна – 13-15 жовтня.

Початок осіннього листопаду припадає на жовтень – листопад. У таких високодекоративних видів як гінкго дволопатева листя опадає – 20-28 жовтня, метасеквоя гліптостробусовидна – з 1-2 листопада до 6-8 грудня; початок листопаду в інших видів припадає на такі числа: ліщина звичайна – 21-22 вересня, черешня – 17-18 вересня, вишня звичайна – 17-19 вересня, яблуня звичайна – 26-28 вересня, вишня повстиста – 18-20 вересня, абрикос звичайний – 22-23 вересня, хеномелес японський – 28-30 вересня, жимолость татарська – 8-10 жовтня, аронія чорноплідна – 10-12 жовтня, глід одноматочковий – 12-14 жовтня, спірея Вангутта – 13-15 жовтня, горобина звичайна – 10-12 жовтня, горобина арія – 9-10 жовтня, бук європейський – 3-4 листопада, дуб звичайний – 1-2 листопада (табл. 1-4).

У результаті проведених фенологічних спостережень було відмічено наступні особливості феноритміки зелених насаджень м. Луцька. З таблиць 1-4 зрозуміло, що основні фенофази у деревних рослин у межах міста починаються раніше і проходять у більш швидкому темпі, порівняно з зеленими насадженнями, які зростають у природніх умовах. Тому справедливим є твердження про прискорене протікання вегетаційних, обмінних процесів і передчасне старіння у дерев міських насаджень.

Переважно в більшості видів розкривання листкових бруньок збігається з початком вегетації (акація біла, глід). Є види в яких бруньки тривалий час набухають, але розкривання настає пізніше. Тобто період набухання бруньки триваліший, ніж в інших видів. До таких належать такі деревні рослини, як липа широколиста, липа серцелиста, горобина звичайна, горобина арія, гіркокаштан звичайний, клен.

Найчастіше розвиток бруньок і поява перших листків настає одночасно. Хоча існують види, в яких дані процеси (навіть в екземплярів при близькому сусідстві) відбуваються в різні періоди (бук та ін.).

У результаті експерименту було встановлено, що в деяких видів, особливо в інтродуцентів, які є недостатньо морозостійкими спостерігається ураження весняними заморозками, що в подальшому затримує і вегетацію, і наступні фази розвитку.

**Оцінка найпоширеніших деревних рослин м. Луцька за основними фенофазами  
і декоративними якостями**

<b>Вид</b>	<b>Цвітіння</b>	<b>Листопад</b>	<b>Вічнозелений чи листопадний</b>	<b>Декоративність</b>
Береза повисла	26.04-07.05	15.10-01.11	листопадний	середньодекор
Бузок звичайний	10.05-25.05	28.09-11.10	листопадний	високодекор
Бузок угорський	10.05-25.05	28.09-11.10	листопадний	високодекор
Верба біла	05.03-21.03	06.10-25.10	листопадний	середньодекор
Вишня звичайна	30.04-06.05	20.09-03.10	листопадний	високодекор
Гірकोкаштан звичайний	11.05-23.05	23.10-08.11	листопадний	високодекор
Горобина арія	10.05-20.05	08.10-19.10	листопадний	високодекор
Горобина звичайна	10.05-18.05	08.10-20.10	листопадний	середньодекор
Граб звичайний	27.03-10.04	25.10-11.11	листопадний	низькодекор
Дуб звичайний	28.04-15.05	01.11-02.12	листопадний	низькодекор
Жимолость звичайна	29.04-07.05	07.10-18.10	листопадний	середньодекор
Жимолость татарська	28.04-08.05	08.10-16.10	листопадний	середньодекор
Клен гостролистий	25.04-08.05	26.10-05.11	листопадний	середньодекор
Клен цукристий	21.04-03.05	23.10-11.11	листопадний	середньодекор
Липа серцелиста	03.07-12.07	10.11-23.11	листопадний	середньодекор
Липа широколиста	04.07-15.07	08.11-25.11	листопадний	середньодекор
Магонія падуболиста	25.04-20.05	----	вічнозелений	високодекор
Плющ звичайний	08.09-18.09	----	вічнозелений	високодекор
Робінія звичайна	27.05-11.06	02.11-15.11	листопадний	високодекор
Слива домашня	23.04-01.05	28.09-07.10	листопадний	середньодекор
Спірея Вангутта	10.05-25.05	15.05-01.11	листопадний	високодекор
Спірея японська	08.05-20.05	21.10-02.11	листопадний	високодекор
Туя західна	27.04-12.05	----	вічнозелений	високодекор
Форзиція поникла	03.04-20.04	16.09-10.10	листопадний	високодекор
Черемха звичайна	30.04-04.05	28.09-10.10	листопадний	середньодекор
Черемха пізня	03.05-10.05	28.09-08.10	листопадний	середньодекор
Шипшина багатоквіткова	20.05-10.09	12.10-26.10	листопадний	високодекор
Ялівець козацький	05.05-26.05	----	вічнозелений	високодекор
Ялина європейська	21.05-04.06	----	вічнозелений	середньодекор
Ялина колюча	12.05-21.05	----	вічнозелений	високодекор

**Поява листяного покриву деяких високодекоративних рослин м. Луцька  
і заміської зони**

Назва виду	Період появи листя	
	Місто	Заміська зона
Глід одноматочковий	06.04 – 06.05	12.04. – 14.05.
Спірея Вангутта	06.04 – 06.05	10.04 – 12.05
Спірея Бумальда	06.04 – 06.05	10.04 – 12.05
Горобина звичайна	04.04 – 07.04	07.04 – 11.04
Хеномелес японський	06.04 – 06.05	10.04 – 12.05
Яблуня звичайна	06.04 – 06.05	10.04 – 12.05
Аронія чорноплідна	06.04 – 06.05	10.04 – 12.05
Вишня повстиста	17.04 – 25.04	20.04 – 30.04
Бук європейський	03.05 – 06.05	08.05 – 12.05
Гінкго дволопатева	14.05 – 16.05	17.05 – 22.05
Метасеквойя гліптостробусовидна	03.05 – 10.05	08.05 – 18.05

Таблиця 3

**Початок достигання плодів та насіння деяких деревних рослин м. Луцька  
і заміської зони**

Назва виду	Період достигання плодів та насіння	
	Місто	Заміська зона
Вишня пташина	12-15.06	18-22.06
Вишня звичайна	10-17.07	15-24.07
Ірга круглолиста	13-17.06	16-20.06
Вишня повстиста	23-26.06	26.06.-02.07
Жимолость татарська	08-12.07	14-19.07
Аронія чорноплідна	15-18.07	20-25.07
Абрикос звичайний	18-23.07	24-30.07
Алича	19-24.08	26-31.08
Яблуня сливолиста	15-19.09	20-27.09
Глід одноматочковий	14-16.09	18-22.09
Спірея Бумальда	18-21.09	22-26.09
Черемха звичайна	08-11.09	12-17.09
Хеномелес японський	08-11.09	12-17.09
Груша звичайна	11-13.10	14-18.10
Горобина звичайна	13-15.10	15-20.10

При надмірному пошкодженні молодих пагонів, з'являються пагони із сплячих бруньок, а пізніше із попередньо ушкоджених. Тоді нове покоління листків буде розвиватись з помірним запізненням і нерівномірно.

У дерев, що зростають у несприятливих умовах, окрім листків весняного розвитку в літній і осінній періоди відмічається поява листків другої генерації. Відбувається даний процес у сухе жарке літо, особливо це характерно для міських умов, де температура завжди вища від природніх. Внаслідок цього прискорюється відмирання весняних листків.

## Початок листопаду деяких декоративних деревних рослин м. Луцька і заміської зони

Назва виду	Початок листопаду	
	Місто	Заміська зона
Спірея вангутта	13-15.10	18-20.10
Хеномелес японський	28-30.09	05-08.10
Аронія чорноплідна	10-12.10	15-18.10
Вишня повстиста	18-27.09	24.09-30.10
Бук європейський	03-04.11	08-12.11
Гінкго дволопатева	20-28.10	26-31.10
Метасеквойя гліптостробусовидна	01-06.11	08-12.11
Жимолость татарська	08-10.10	14-17.10
Абрикос звичайний	22-23.09	24-26.09.
Глід одноматочковий	12-14.10	18-25.10

Отже, час і характер зміни листків залежить від біологічних особливостей рослин, кліматичних та безпосередніх умов місцезростання.

На невчасність і інтенсивність забарвлення здійснює вплив і ступінь затінення, кількість днів з сонячною і похмурою погодою. В зелених насадженнях міста спостерігається настання передчасного забарвлення листків на окремих гілках, що не є свідченням початку масової зміни забарвлення. Переважно це листя, яке розміщене на гілках, що знаходяться в середині крони. Наприклад, береза повисла, береза бородавчаста, липа серцелиста, липа широколиста, тополя. Дані явища особливо помітні в умовах сухого і сонячного літа. В горобини звичайної ефектне декоративне забарвлення настає лише в пору сонячної і теплої погоди.

Окремі види не мають вираженого осіннього забарвлення листків (акація біла, тополя біла). У даних видів листя переважно опадає зеленим, після заморозків. Одні види утримують декоративні фарби протягом тривалого періоду, за яким іде період листопаду. Інші утримують фарби недовго. В них відмічається швидке настання листопаду. В деяких видів відсутнє декоративне ефектне забарвлення. Наприклад, тополя біла. Швидкість настання і тривалість листопаду також залежить від навколишніх умов. Ті екземпляри, що зростають у несприятливих міських умовах швидше скидають листя, іноді воно передчасно засихає. Це липа, гіркокаштан. В окремих видів процес відмирання листків починається ще до того, як листкові пластинки досягнули нормальних розмірів. У деяких видів мертве листя може ще довго лишатись на деревах (бук, дуб).

На швидкість опадання листя впливають погодні умови. Наприклад, у період вологої осені листопад протікає в два рази повільніше, ніж у суху теплу погоду. Осінні заморозки теж прискорюють опадання листя.

Значний вплив на тривалість життя листя здійснюють умови ксерофілізації середовища зростання. В сухих і сонячних місцях зростання опадання листя настає швидше, ніж у вологих затінених місцях.

Відмічено, що дерева площ і центральних вулиць міста скидають листя на 10 днів раніше, ніж дерева парків і скверів. Хоча дерева парків і скверів, у свою чергу, на 6 днів раніше скидають листя, ніж дерева лісових насаджень.

На основі наших досліджень було встановлено, що процес відмирання листків в окремих екземплярів може бути прискорений у результаті пошкодження шкідниками. В результаті маршрутних обстежень зелених насаджень м. Луцька виявлено, що більш поширеними збудниками грибкових захворювань є представники порядку Еризифальних, родини Еризифові, роду Еризифа, роду Мікросфера, роду Унцинула, роду Подосфера, роду Сферотека, роду Оїдіум. Рід Мікросфера більш поширений і частіше уражує деревні рослини

м. Луцька. В результаті проведеного аналізу ураження грибковими захворюваннями дерев та кущів міста, виявлено, що більш поширеними паразитами, які викликають стовбурні гнилі є трутовики: обрамлений, справжній, несправжній, несправжній осиковий і дубовий, кленовий; соснова, березова, ялинова, дубова губки та глива звичайна. Трутовик несправжній найбільш часто стає причиною захворювання граба звичайного, берези бородавчастої, вільхи сірої, верби ламкої. Слід зазначити, що шкода, нанесена даними збудниками, а також різноманітні механічні пошкодження, знижує функції зелених насаджень, особливо функцію в рекреації міського населення.

### **Висновки**

На основі досліджень феноритміки зелених насаджень м. Луцька, встановлені тенденції зміни під впливом антропогенних факторів у строках проходження фенологічних фаз. У деревних рослин площ і центральних вулиць міста поява листя та їх листопад настає на 6-10 днів раніше, ніж у насаджень заміської зони. Тому вегетаційний період дендрофлори міста дещо скорочений, що негативно впливає на дерева та кущі і сприяє їх передчасному старінню.

З метою створення довговічних і високодекоративних зелених насаджень на міських вулицях, площах, а також на щербених і ущільнених ґрунтових дорогах, у парках, скверах, садах необхідно, насамперед, покращити екологічні умови зростання деревних порід, а саме едафотоп і кліматоп.

Придатність різних рослин до певних кліматичних умов, а, особливо в умовах міста, різна, тому це необхідно враховувати при проектуванні та практичному використанні зелених насаджень в озелененні міста та приватних присадибних ділянок. Рослини, які найкраще пристосовані до місцевих умов, найповніше виконуватимуть екологічну, естетичну і рекреаційну функції в озелененні. Тому важливим є правильний підбір порід деревно-чагарникових рослин для міського населення у реалізації озеленення.

### **Список літератури**

1. Геренчук К.І. Природа Волинської області. – К.: Вища шк., 1975. – 144 с.
2. Ґрунти Волинської області / За ред. М.Й. Шевчука. – Луцьк: Вежа, 1999. – 160 с.
3. Кучерявий В.П. Зелена зона города. – К.: Наук. думка, 1981. – 247 с.
4. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 2001. – С. 367-374.
5. Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.

**Ковальчук Н.П. Особенности феноритмики древесных растений г. Луцка.** – В статье поданы результаты анализа воздействия климата г. Луцка на феноритмику зеленых насаждений города. Впервые проведены фенологические наблюдения за дендрофлорой этого города. Изучение влияния климата города на феноритмику деревьев и кустов дало возможность еще раз убедиться в том, какому отрицательному влиянию подвержены древесные растения города и какое его следствие. Это позволило определить главные направления по улучшению состояния дендрофлоры города в уменьшении отрицательного влияния урбоэкосистемы на зеленые насаждения.

*Ключевые слова:* дендрофлора города, урбоэкосистема, климат города, зеленые насаждения, феноритмика.

**Kovalchuk N.P. Features of phenorhythmics trees in the city of Lutsk.** – In the article are given the analyze of climate of Lutsk on the phenorhythmics green planting of city. In Lutsk are first conducted phenologia for dendroflori. The study of influencing of climate of city on trees and bushes gave possibility onse again to make sure to what negative influencing the arboreal plants of city and what its investigation are added. It allowed to define basic directions after the improvement of the state of dendroflori city in reduction of the negative influencing of urboecosystem on the green planting, rightness of their use in planting of greenery.

*Key words:* dendroflora of the city, urboecosystem, climate of the city, green plantions, phenorhythmics.

С.Ю. Наумов

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ *CARUM CARVI* L. НА ВТОРОМ ГОДУ ВЕГЕТАЦИИ

Луганский национальный аграрный университет; 91008, г. Луганск, ЛНАУ,  
e-mail: sunx@lnau.lg.ua

**Наумов С.Ю. Формирование листьев *Carum carvi* L. на втором году вегетации.** – Исследования показали, что формогенез листьев цветоносного побега *Carum carvi* L. проходит по пути уменьшения их размеров и количества структурных элементов. Все листья тмина обыкновенного являются сложными.

*Ключевые слова:* листья простые, сложные, черешок, рахис, формогенез, тмин.

### Введение

*Carum carvi* L. (тмин обыкновенный) ценное эфирномасличное растение, используемое в медицине, мыловарении, ликероводочной, хлебопекарской, кондитерской отраслях народного хозяйства, а также как концентрированный корм для скота [1–3]. Тмин введен в культуру задолго до нашей эры [1]. Не смотря на это, он остается мало исследованной культурой. Встречаются противоречия в описаниях этого растения в литературе. В частности, это можно сказать и о продолжительности жизни растения, и о строении листьев. Кроме того, нет описаний формогенеза листьев на протяжении периодов вегетации.

К. Линней сложные (compositum) листья рассматривал "как много листьев на одном черешке сообразно строению или степени (сложности)" (рис. 1) [4]. Простые листья по степени расчлененности листовой пластинки делятся на лопастные, отдельные и рассеченные. Соответственно и сами части пластинки листа между вырезами называют лопастями, долями и сегментами [5].

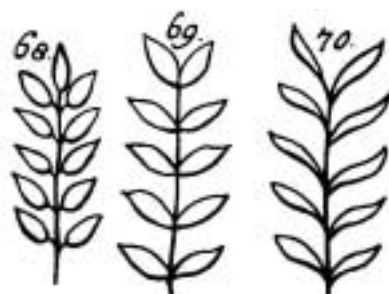


Рис. 1. Перистосложные листья по Линнею [4]

При описании листьев *C. carvi* мнения авторов часто расходятся в определении степени их расчлененности. Некоторые авторы считают листья тмина перистораздельными [2, 6, 7], другие же говорят о перисторассеченных листьях [1]. Большая часть авторов называют листья *C. carvi* неопределенным термином "перистые", описывая при этом строение долей [7-10]. Наконец в "Атласе ареалов и ресурсов..." листья тмина определяются как перисторассеченные на ланцетовидные дольки [11]. Кроме того, из большинства ботанических характеристик *C. carvi* нельзя понять, о каких листьях идет речь: о листьях прикорневой розетки или о листьях цветоносного побега. Лишь некоторые исследователи указывают на различия между прикорневыми листьями и листьями цветоносного побега [6, 8, 9]. Ранее нами установлено, что листья прикорневой розетки на первом году жизни постепенно усложняются от первого тройчатосложного листа до непарноперистосложного с многократно расчлененными листочками на удлиненные узкие лопасти, доли и сегменты [12]. Предлагаемая статья посвящена описанию этапов морфогенеза листьев цветоносного побега *C. carvi*.

## Материалы и методы

Растения *Carum carvi* L. выращивали в лаборатории светокультуры в специально изготовленных ящиках. В конце первого года вегетации, с уменьшением продолжительности светового дня, листья прикорневой розетки отмирали. Ящики с растениями в течение месяца подвергали воздействию низких температур, после чего вновь переносили в тепло ( $t = 20-22^{\circ}\text{C}$ ) для возобновления вегетации. Полностью сформированные листья обрывали, сушили в гербарных папках. Их изображения получали с помощью сканера Epson GT 5000, согласно разработанной нами методики [13]. Некоторые рисунки были получены с помощью цифровой фотокамеры Benq DC 3410.

## Результаты и их обсуждение

Возобновление вегетации *Carum carvi* L. на второй год начинается с образования прикорневой розетки, листья которой сходны по строению с последними листьями первого года вегетации. К моменту полного цветения из листьев прикорневой розетки осталось всего два листа, остальные отмерли, что в целом является характерным для растений этого вида [12]. Стебель сильно ветвистый, т.к. за исключением первого стеблевого листа в пазухах остальных листьев цветоносного побега закладываются боковые соцветия.

Первый лист цветоносного побега сложный (рис. 2), состоит из 13-15 расчлененных листочков, из которых наиболее развита вторая пара листочков. Черешок длинный, желобчатый. Листочки сидячие и сочленяются с рахисом в выступах желобка (рис. 3), при этом они располагаются не в одной плоскости с рахисом, а часто разворачивают свои листовые пластинки на  $90^{\circ}$ . Это характерно практически для всех листьев тмина (рис. 4). В месте сочленения рахиса с листочками по окружности образуется валик, отсутствующий в месте расхождения жилок рассеченного верхушечного листочка. Первый лист самый крупный среди листьев цветоносного побега.

Второй непарноперистосложный лист цветоноса имеет некоторые отличия (рис. 5). Он уступает первому в размерах, основание листа расширено и образует влагалище прозрачно перепончатое по краям. У третьего листа влагалище достигает первой пары листочков (рис. 6), т.е. черешок отсутствует. В целом лист меньше по размерам от второго, меньше и количество слагающих его листочков. Также как и у первых двух листьев наиболее крупная вторая снизу пара боковых листочков.

На рис. 7 изображен четвертый лист цветоносного побега. Его влагалище короче, но немного шире. Общее число листочков уменьшилось (9-11 штук). Нижняя пара листочков, в отличие от предыдущих листьев, становится крупнее. Пятый непарноперистосложный лист (рис. 8) состоит из 7 листочков. Влагалище также уменьшилось в длину почти в полтора раза. Все большего развития получает нижняя пара боковых листочков.

Вышерасположенный лист еще меньше по размерам и по количеству листочков (их всего 5) (рис. 9). Верхние листья резко уменьшаются и в размерах и в степени расчленения самих листочков. Так, самый верхний лист цветоносного побега состоит из листочков, сегменты которых становятся по ширине сравнимы с жилками. Нижние листочки рассечены на три сегмента, верхние – на два (рис. 11).

Обертка некоторых соцветий представлена простым шиловидным листочком, у других – тройчатосложным листочком (рис. 12).

Таким образом, все листья цветоносного побега *Carum carvi* L. являются непарноперистосложными. Их формогенез проходит по пути уменьшения линейных размеров и уменьшения числа структурных элементов.



Рис. 2.



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

*Рис. 2.* Первый непарноперистосложный лист цветоносного побега тмина

*Рис. 3.* Сочленение листочков с рахисом

*Рис. 4.* Пространственное расположение листочков

*Рис. 5, 6.* Второй и третий листья цветоноса





Рис. 7.



Рис. 8.



Рис. 9.



Рис. 10.



Рис. 11.



Рис. 12.

*Рис. 7–11.* Последовательный ряд непарноперистосложных листьев цветоносного побега тмина обыкновенного

*Рис. 12.* Листочек обертки *Carum carvi* L.

## Список литературы

1. Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Г.Ф. Культурные растения СССР. – М.: Мысль, 1978. – 336 с.
2. Йорданов Д., Николов П., Бойчинов А. Фитотерапия. – София: "Медицина и физ-ра", 1972. – 346 с.
3. Флора СССР / Под ред. Б.К. Шишкина. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1950. – Т. XVI. – 648 с.
4. Философия ботаники / Карл Линней. – М.: Наука, 1989. – 456 с.
5. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСП, 2001. – 528 с.
6. Рандушка Д., Шомшак Л., Габерова И. Цветовой атлас растений. – Братислава: Обзор, 1990. – 416 с.
7. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
8. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: Пособие для учителей / И.А. Губанов, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Просвещение, 1981. – 287 с.
9. Зонтичные Средней России: Определитель по вегетативным признакам / В.Н. Тихомиров, Т.О. Яницкая, Г.А. Пронина– М.: Аргус, 1996. – 88 с.
10. Флора УРСР / Под ред. М.В. Клокова, О.Д. Вісюліна. – К.: Вид-во АН УРСР. – 1955. – Т. VII. – С. 461-618.
11. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / Отв. ред. Е.Н. Шуран, М.С. Шмульян. – М.: ГУГК, 1980. – 340 с.
12. Наумов С.Ю., Соколов И.Д., Миняева И.В., Шелихов П.В. Развитие листьев *Carum carvi* L. первого года жизни // Вісник Луганського державного педагогічного університету. – Луганськ: Альма матер. – 2001. – № 11 (43). – С. 34-39.
13. Наумов С.Ю., Соколов И.Д., Миняева И.В. Применение компьютерной техники в биологии // Вісник Луганського державного педагогічного університету. – Луганськ: Альма матер. – 2001. – № 6 (32). – С. 34-39.

**Наумов С.Ю. Формування листків *Carum carvi* L. на другому році вегетації.** – Дослідження показали, що формогенез листків квітконосного пагона *Carum carvi* L. відбувається шляхом зменшення їх розмірів та кількості структурних елементів. Усі листки кмину звичайного є складними.

*Ключові слова:* листки прості, складні, черешок, рахіс, формогенез, кмин.

**Naumov S.Yu. The leaves formation of *Carum carvi* L. under the second year of vegetation.** – Studies have shown that leaves formogenesis of *Carum carvi* L. floriferous stem take place reducing their sizes and amounts of structural elements. All leaves of caraway common are complex.

*Key words:* simple leaves, compound, petiole, rachis, formogenesis, caraway.

**В.В. Прилипко****ФЛОРИСТИЧНА СТРУКТУРА РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ЛАНДШАФТНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ КРИВОРІЗЬКОГО ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ ТА КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА***Криворізький державний педагогічний університет*

**Прилипко В.В. Флористична структура рослинного покриву ландшафтно-техногенних систем Криворізького гірничо-металургійного комбінату та коксохімічного виробництва.** – Досліджувалась таксономічна, екологічна, біоморфічна, еколого-ценотична та географічна структури рослинних угруповань ландшафтно-техногенних систем на прикладі Криворізького державного гірничо-металургійного комбінату та коксохімічного виробництва.

*Ключові слова:* ландшафтно-техногенна система, таксономічна, екологічна, біоморфічна, еколого-ценотична та географічна структура, флороценотип.

**Вступ**

Поняття "ландшафтно-техногенна система" (ЛТС) запропонував Г.І. Денисик [4]. Вона є блоковою системою та складається з природного та технічного блоків (підсистем). Технічний блок відіграє головну роль і функціонує під контролем людини. Як наслідок, ландшафтно-техногенні системи, на відміну від природних та власне антропогенних, не здатні до природного саморозвитку. Вивченню рослинного покриву ЛТС на Криворіжжі приділялося мало уваги [5, 8, 9].

Метою даної роботи є вивчення специфіки флористичної структурної організації рослинного покриву ландшафтно-техногенних систем на прикладі Криворізького гірничо-металургійного комбінату (КГМК) "Криворіжсталь" та коксохімічного виробництва (КХВ) комбінату.

**Матеріали та методи**

Зроблено 1042 геоботанічних описи [6], описано ґрунтовий покрив [7, 10]. Таксономічна, екологічна, біоморфічна, еколого-ценотична та географічна структура рослинних угруповань визначена за методиками, наведеними в літературі [2, 3].

У районі КГМК закладено 6 ділянок (1–6), а на КХВ – 3 ділянки (7–9). Ділянка 1 розташована біля цеху блюмінга; ґрунтова основа – насипні техногенні ґрунти з бітумозними карбонатними включеннями, які залучені до процесу ґрунтоутворення на оскальпованому чорноземі звичайному, в якому відмічаються процеси вторинного засолення. Ділянка 2 – вздовж залізниці, що розташована неподалік від адміністративного корпусу, негативний вплив викидів виробництва мінімальний. Ділянка 3 – біля мартенівського цеху. Ґрунтова основа – примітивний техногенний розвинутий ґрунт на шламово-пилуватих відходах мартенівського виробництва. Ділянка 4 – біля цеху підготовки сировини (ЦПС); ґрунтова основа – примітивні несформовані техногенні ґрунти, що утворилися за рахунок осідання слюдянистих мінеральних частинок – викидів ЦПС на оскальпованому чорноземі звичайному з перемішаними горизонтами, в яких відбувається вторинна диференціація горизонтів. Ділянка 5 – поблизу доменного цеху; ґрунтова основа – примітивний розвинутий фрагментарний техногенний ґрунт, що утворився внаслідок осідання металізованого пилу на будівничому смітті. Ділянка 6 – в 200 метрах від агломераційної фабрики; ґрунтова основа – техногенні несформовані ґрунти, ґрунтоутворення за фрагментарним типом; з поверхні ґрунтоутворення процес за дерновим типом. Ділянка 7 розташована поблизу градирні коксохімічного заводу; ґрунтова основа – примітивний фрагментарний, місцями суглинистий мозаїчний ґрунт (кам'янистість 85-90%). Ділянка 8 розташована поблизу складу смоли коксохімічного заводу; ґрунтова основа – примітивний вуглистія техногенний ґрунт. Ділянка 9 – поблизу цеху вловлювання коксохімічного заводу; ґрунтова основа – педозем, насипний суглинистий чорнозем зі змішаними горизонтами, без диференціації, на будівничому смітті.

## Результати та їх обговорення

Рослинний покрив коксохімічного та металургійного комбінатів привертав увагу дослідників [5, 8], але питання структурної організації розглянуті недостатньо.

Однією з найбільш простих і у той же час достовірних характеристик є таксономічна структура. Так, кількість видів є відображенням екологічної місткості середовища. Найбільшу кількість видів (74) відмічено на першій, дещо меншу (64 та 58 відповідно) – на дев'ятій та другій ділянках. Це пояснюється меншим впливом викидів виробництва та роботами з озеленення промайданчиків блюмінга та цеху вловлювання, а для залізничної ділянки – віддаленням від основних промислових об'єктів. Найменша кількість видів (9) зареєстрована на 7 ділянці. Відповідно, найбільш несприятливі умови для рослинності цієї ділянки: перезволоження, висока кам'янистість субстрату. Для рослинних угруповань інших ділянок характерна наявність майже однакової кількості видів. Невисокі значення цих показників зумовлені впливом викидів у результаті технологічних процесів виробництва.

Кількість таксонів (рис. 1) найбільша на 1, трохи менша на 9 та 2 ділянках, що можна пояснити створенням газонів та деревних насаджень поблизу прокатного та цеху вловлювання та віддаленням 2 ділянки від промислових об'єктів. Дещо спрощена таксономічна структура рослинних угруповань 3, 4, 5, 6 ділянок. Значно спрощена таксономічна структура рослинності 7 ділянки, що обумовлено несприятливими умовами для рослинності поблизу градирні коксохімічного виробництва.

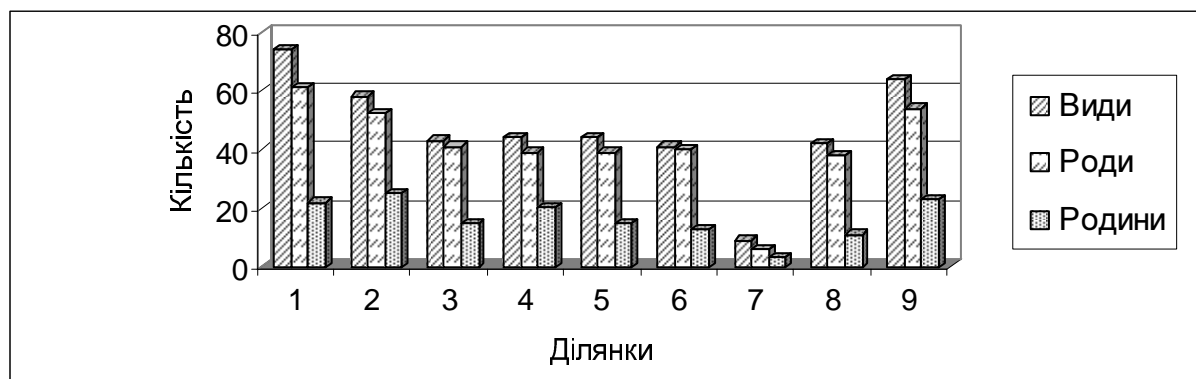


Рис. 1. Таксономічна структура рослинних угруповань

Примітка. Назви ділянок наведено у тексті

Порядок родин за кількістю видів у складі зональних степових угруповань району дослідження наступний: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Scrophulariaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Boraginaceae [2]. Зміни якості субстрату, режиму зволоження та забруднення зумовлюють інше розміщення провідних родин, зниження їх ваги у загальному розподілі видів (табл. 1). Специфічним для ЛТС є збільшена частка видів родин Chenopodiaceae, Plantaginaceae, Polygonaceae. До числа 15 провідних родин входять також Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Ulmaceae та Salicaceae.

Основу екологічного спектра рослинності ЛТС за наданням переваги середовищу життя на усіх ділянках складають аеропедофіти (88–95,4%), що є типовою зональною ознакою рослинності. На ділянці 7 частка гідрофітів на порядок вища (11,1%), що пов'язано із значним перезволоженням за рахунок водно-крапельного зрошування градирень. Наявність галофітів свідчить про процеси засолення ґрунтів 8 та 1 ділянок (4,7 та 4,1%). Дещо менша інтенсивність цих процесів у ґрунтах 6, 3 та 5 ділянок (2,4, 2,3 та 2,3% відповідно). Переважання літофітів на 3 та 6 ділянках (4,7 та 4,8%) зумовлене значною кам'янистістю субстрату. На залізничній ділянці участь псамофітів та літофітів складає по 3,4%.

## Участь провідних родин (у %) за кількістю видів у складі рослинних угруповань

Родини	Ділянки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Asteraceae	30,8	30,2	38,6	31,3	31,8	35,7	44,4	44,2	35,3
Poaceae	10,3	15,9	20,5	16,7	25,0	19,0	44,4	23,3	17,7
Fabaceae	10,3	6,3	4,5	4,2	4,5	9,5	–	7,0	7,4
Chenopodiaceae	3,8	3,2	6,8	6,3	6,8	4,8	–	4,7	2,9
Boraginaceae	5,1	1,6	4,5	4,2	4,5	2,4	–	4,7	2,9
Brassicaceae	3,8	6,3	2,3	4,2	–	4,8	–	2,3	2,9
Caryophyllaceae	3,8	3,2	2,3	2,1	4,5	4,8	–	2,3	–
Plantaginaceae	2,6	3,2	2,3	2,1	2,3	4,8	–	2,3	1,5
Polygonaceae	3,8	1,6	4,5	2,1	2,3	4,8	–	–	–
Apiaceae	2,6	3,2	2,3	4,2	–	2,4	–	–	1,5
Convolvulaceae	1,3	1,6	2,3	2,1	2,3	2,4	–	2,3	1,5
Ulmaceae	2,6	–	2,3	4,2	2,3	–	–	–	2,9
Salicaceae	2,6	–	2,3	2,1	4,5	–	–	–	1,5
Rosaceae	3,8	2,3	–	1,6	2,1	–	–	–	–
Resedaceae	1,3	–	2,4	1,6	–	2,3	–	–	1,5
Кількість видів	74	58	43	44	44	42	9	42	64

Примітка. Назви ділянок наведено у тексті

У екологічному спектрі рослинних угруповань за відношенням до рівня зволоження (рис.2) переважають ксеромезофіти (33,3–47,3%), мезоксерофіти (20,9–27,2%) та еумезофіти (13,4–29,7%). Для ділянки 7 характерне значне збільшення частки гідрофітів (11,1%) та відсутність групи еуксерофітів, що можна пояснити змінами режиму зволоження (крапельне розсіювання від градирні). Для 4 ділянки (ЦПС) характерна відсутність гігромезофітів, мезогідрофітів та гідрофітів, що свідчить про більший рівень ксерофітизації рослинного покриву. Для рослинного угруповання 1 ділянки характерне збільшення частки ксеромезофітів (47,3%) та зменшення частки еумезофітів (13,4%); гігромезофіти, мезогідрофіти та гідрофіти представлені невеликою кількістю видів (участь складає по 1,4%). Це можна пояснити змінами теплового режиму (теплове випромінювання злитків для прокату).

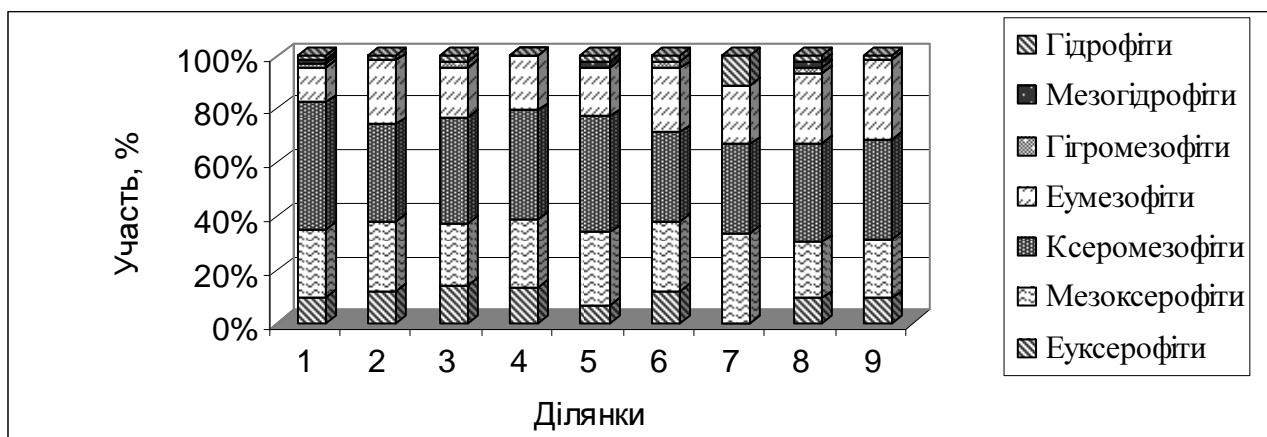


Рис. 2. Екологічний спектр рослинного покриву за рівнем зволоження (участь, %)

Примітка. Назви ділянок наведено у тексті

Оснoву біоморфiчного спектра рослинності (табл. 2) за габітусом та тривалістю життєвого циклу на усіх ділянках складають трав'янисті полікарпіки (29,5-42,8%), монокарпіки (19,2-55,6%) та малорічники (11,1-34,1%). Деревні та напівдеревні рослини більше (порівняно з іншими ділянками) представлені на ділянці 5 та трохи меншій – на 4, 1 та 9, що можна пояснити проведенням робіт по озелененню промайданчиків. Деревні рослини відсутні на 2, 7 та 8 ділянках, що пов'язано із роботами по догляду за залізницею та стихійним заростанням територій поблизу градирні та аглофабрики. Напівдеревні рослини представлені групою напівчагарників, що відсутні на 5 та 7 ділянках. Для рослинного угруповання 7 ділянки характерне значне збільшення частки монокарпиків і спряжене зменшення частки трав'янистих полікарпиків та малорічників, що є свідченням несприятливих умов (висока кам'янистість та перезволоження).

За структурою надземних пагонів переважають напіврозеточні (40,5-60,4%) та безрозеточні види (34,9-52,7%), участь видів, що утворюють розетку, на всіх ділянках невелика (3,1-11,9%). Розеточні види відсутні на 7 ділянці.

За формою кореневих систем видів зі стрижневою кореневою системою (44,4-74,3%) більше ніж видів з мичкуватою кореневою системою (24,3-55,6%). Для 1 ділянки характерне значне збільшення частки видів зі стрижневою кореневою системою (74,3%), а для рослинного угруповання 7 ділянки – переважання видів із мичкуватою кореневою системою (55,6%).

За структурою підземних пагонів переважають види, що утворюють каудекс, та види без підземних пагонів. Короткочореневі види відсутні на 7 ділянці. Бульбодореневі та бульбоцибулинні види відсутні на 2, 4, 5 та 7 ділянках, а бульбові види представлені незначною кількістю лише на 9 ділянці. Це зумовлено значною розбалансованістю ценозів.

За системою біологічних типів Раункієра для усіх ділянок характерне переважання гемікриптофітів (22,2-44,2%), терофітів (20,3-55,6%) та геофітів (11,1-23,8%), що характерно для порушених зональних біогеоценозів. Для рослинного угруповання 7 ділянки характерне збільшення частки терофітів та гелофітів, що пов'язано із значним зволоженням. Фанерофіти більшою мірою представлені на 5, 1, 4 та 9 (деревні насадження вздовж цехів та під'їзних шляхів), дещо менше – на 3 та 6 ділянках і зовсім відсутні на залізниці, поблизу градирень та складу смоли (роботи з озеленення не проводяться).

За типом вегетації превалюють літньозелені види (62,1-88,9%), літньозимовозелені види (11,1-32,6%) складають менше третини видів від загальної кількості. Група ефемерів відсутня на ділянках поблизу градирні та складу смоли коксохімічного виробництва із специфічними умовами (кам'янистість та висока зволоженість у першому та вуглистість субстрату у другому випадку).

Оснoву розподілу видів за поширенням складають геміевритопні (44,4-66,2%) та в меншій мірі евритопні види (28,4-55,5%). Частка гемістенотопних видів більша на 2, 9 та 1 ділянках.

Еколого-ценотична структура флори є кількісним співвідношенням видів флори, приурочених до певних ценозів. В основі аналізу – поняття про ценоелемент як вид, приурочений до рослинного угруповання певного синтаксону у ранзі групи формацій або класу рослинності.

## Біоморфічний спектр рослинності (участь, %)

Ознаки життєвої форми	Ділянки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу									
Деревні рослини:									
дерева	11,5	–	4,5	12,5	18,2	2,4	–	–	8,8
чагарники	2,6	–	–	–	2,3	–	–	–	2,9
Напівдеревні рослини:									
напівчагарнички	3,8	3,2	4,5	2,1	–	4,8	–	2,3	2,9
Трав'янисті полікарпіки	37,3	38,1	36,4	31,2	29,5	42,8	33,3	39,5	33,9
Малорічніки	25,6	30,2	34,1	27,1	22,7	26,2	11,1	25,6	25
Монокарпіки	19,2	28,5	20,5	27,1	27,3	23,8	55,6	32,6	26,5
За структурою підземних пагонів									
Каудексові	44,4	46,6	48,8	40,9	31,8	38,1	22,2	34,9	32,7
Короткокореневищні	12,2	10,3	7	4,5	4,5	11,9	–	7	9,4
Довгокореневищні	9,5	12,1	16,3	11,4	18,2	19	22,2	20,9	15,7
Бульбові	–	–	–	–	–	–	–	–	1,6
Бульбокореневищні	1,4	–	2,3	–	–	2,4	–	2,3	–
Бульбоцибулинні	1,4	–	–	–	–	2,4	–	–	1,6
Без утворень	31,1	31	25,6	43,2	45,5	26,2	55,6	34,9	40,6
Всього видів	74	58	43	44	44	42	9	42	64

*Примітка.* Назви ділянок наведено у тексті

Еколого-ценотична структура ЛТС (табл. 3) характеризується значною участю рудерального ценоелементу синантропного флороцено типу (22,8–41,9%), який є закономірним відображенням порушених земель. Значна частка степового та лучного флороцено типів зумовлена змінами едафічного зволоження. Культигенний ценоелемент (1,75–13,6%) у різній мірі представлений на усіх ділянках, крім 7 та 8, що свідчить про проведення робіт зеленого будівництва.

## Еколого-ценотична структура рудеральної рослинності (участь, %)

Флороцено тип	Ділянки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Неморальний	12,2	1,75	4,6	6,9	13,6	4,7	–	–	6,3
Степовий	21,6	22,4	14	11,4	11,4	16,7	11,1	11,6	17,1
Петрофітний	4,1	3,45	4,6	2,3	2,3	4,8	–	2,3	1,6
Псамофітний	–	1,75	2,3	2,3	2,3	2,4	–	2,3	1,6
Лучний	13,5	13,8	14	11,4	15,9	16,7	11,1	20,9	12,4
Галофітний	4,1	3,4	7,0	9,0	4,5	4,7	–	7,1	1,6
Синантропний	43,1	51,7	51,2	56,7	45,5	47,6	66,7	53,5	57,8
Прибережноводний	–	1,75	2,3	–	4,5	2,4	11,1	2,3	1,6
Болотний	1,4	–	–	–	–	–	–	–	–
Всього видів	74	58	43	44	44	42	9	43	62

*Примітка.* Назви ділянок наведено у тексті

Географічна структура рослинних угруповань (рис. 3) характеризується переважанням палеарктичного (22,2–48,9%), середземноморського географічних елементів (6,0–22,2%) та групи рослин із перехідними ареалами (9,3–23,4%), що є зональною ознакою. Частка адвентивних видів складає 8,1–22,2%. На ділянках поблизу градири та складу смоли частка адвентивних видів найбільша (22,2 та 16,3%), що можна пояснити їх широким екологічним спектром.



Рис. 3. Географічна структура рослинних угруповань (участь, %)

Примітка. Назви ділянок наведено у тексті

### Висновки

1. Основу екологічного спектра рослинності за наданням переваги певному середовищу життя, як і в зональних біогеоценозах, складають аеропедофіти. Зміни частки інших екологічних груп зумовлені особливостями едафічних умов ЛТС. За відношенням до рівня зволоження субстрату домінують, як і в зональних біогеоценозах, ксеромезофіти та мезоксерофіти, а зміни співвідношення інших груп зумовлені змінами режиму зволоження, що пов'язані з технологічними процесами.

2. У складі десяти провідних родин ЛТС відмічено зростання частки специфічних родин Chenopodiaceae, Plantaginaceae, Polygonaceae, що пов'язано зі змінами якості субстрату та режиму зволоження. До числа 15 провідних входять також родини Convolvulaceae, Ulmaceae та Salicaceae.

3. У біоморфічному спектрі рослинності ЛТС відмічені трав'янисті полікарпіки, малорічники та монокарпіки; напіврозеточні та розеточні види; з стрижневою кореневою системою, що мають каудексові утворення або взагалі без них, гемікриптофіти, терофіти та геофіти; літньозелені геміевритопні види. Зростання частки монокарпиків зі стрижневою кореневою системою, терофітів є наслідком порушення рослинного та ґрунтового покриву.

4. Основну роль у рослинному покриві ЛТС відіграють види рудерального ценоелементу синантропного флороцено типу. Значна частка видів степового та лучного флороцено типів детермінована змінами умов зволоження.

5. Географічна структура рослинних угруповань характеризується переважанням палеарктичного, середземноморського географічних елементів та групи рослин перехідних ареалів, що є зональною ознакою.

### Список літератури

1. Булава Л.Н. Ландшафтний аналіз території для цілей рекультиваци и рационального использования нарушенных земель (на примере Криворожского горнопромышленного района): Дис. ... канд. геогр. наук: 11. 00. 01. – К., 1998. – 160 с.
2. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – К.: Наук. думка, 1991. – 168 с.
3. Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1978. – 286 с.



4. *Денисюк Г.І.* Антропогенні ландшафти Правобережної України. – Вінниця: Арбат, 1998. – 292 с.
5. *Добровольский И.А.* Эколого-биоценологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения (на примере Криворожского железорудного бассейна): Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16. – Днепропетровск, 1979. – 63с.
6. *Полевая* геоботаника. – Л.: Наука, 1972. – Т. 4. – 335 с.
7. *Практикум по почвоведению* / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Наука, 1972. – 243 с.
8. *Провоженко Т.А.* Рослинність територій з різним ступенем промислового навантаження // Мат. Всеукр. конф. "Охорона довкілля: екологічні, медичні, освітянські аспекти". – Кривий Ріг, 1997. – Ч. I. – С. 7-10.
9. *Сметана О.М.* Антропогенна трансформація біогеоценозів Кривбасу (біоіндикація, відновлення, управління): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Дніпропетровськ, 2003. – 15 с.
10. *Фридланд В.М.* Структура почвенного покрова. – М.: Наука, 1972. – 243 с.

**Прилипко В.В.** Флористическая структура растительных сообществ ландшафтно-техногенных систем Криворожского горно-металлургического комбината и коксохимического производства. – Исследовались таксономическая, экологическая, биоморфическая, эколого-ценотическая и географическая структуры растительных сообществ ландшафтно-техногенных систем на примере Криворожского горно-металлургического комбината и коксохимического производства.

*Ключевые слова:* ландшафтно-техногенная система, таксономическая, экологическая, эколого-ценотическая и географическая структуры, флороценотип.

**Prylypko V.V.** Floristical structure of vegetation coenoces landscape-technogenic systems of the Kryviy Rih metallurgical combine and koksochime production. – Taxonomical, ecological, biomorfical, ecology-coenotic and geographical structure of the plant groups of the landscape-technogenic systems were studied taking the example of Kryviy Rih metallurgical combine and koksochime production.

*Key words:* landscape-technogenic systems, taxonomical, ecological, biomorfical, ecology-coenotic and geographical structure, florocoenotype.

**А.І. Сафонов**

**МЕТОД ТЕСТУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ НІКЕЛЕМ**

*Донецький національний університет; 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46*

*e-mail: safonov@dongu.donetsk.ua*

**Сафонов А.І. Метод тестування забруднення техногенних ґрунтів нікелем.** – Метод містить аналіз атипичного поліморфізму листових пластинок рослин-індикатора. Використано показники ступеня ускладненості будови трихом ретортоподібного типу.

*Ключові слова:* атипичний індикаторний поліморфізм рослин, забруднення ґрунтів нікелем.

**Вступ**

За літературними свідченнями, у поверхневих горизонтах техногенних ґрунтів Ni присутній здебільшого в органічно зв'язаних формах, частина яких – легкорозчинні хелати. Вміст нікелю в ґрунтах часто залежить від материнської гірської породи [1, 2]. На сучасному етапі нікель вважається суперекотоксикантом, який надходить до оточуючого середовища з викидами металопереробних підприємств та внаслідок збільшення темпів спалювання вугілля та нафти [3, 4]. Використання осаду стічних вод та деяких фосфатних добрив також може бути важливим джерелом надходження нікелю у ґрунти [1]. Антропогенні джерела нікелю, зокрема, промислова діяльність, призводять до суттєвого збільшення його накопичення у ґрунтах. В природних умовах токсична дія Ni виявляється в районах розвитку серпентинитових або інших збагачених цим елементом ґрунтів [2]. За цією літературними даними [1-4] з'ясовано, що уривчасті свідчення про реакції рослин на техногенне забруднення середовища не дозволяють у повному обсязі виявити дискретний вплив токсичного компоненту на певні структурно-функціональні зміни видів рослин з широкою екологічною амплітудою. Метою цієї роботи є запропонувати апробований метод тестування забруднення техногенних ґрунтів нікелем.

**Способи, матеріали та методи досліджень**

Відомі способи біоіндикації нікелю за допомогою визначення особливостей епікутикулярного воску листових пластинок рослин, що зростають у контрастних геохімічних умовах [5], детально досліджено структуру асиміляційного апарату рослин в умовах техногенного навантаження [6], зроблені спроби з'ясування механізмів продихових рухів рослин, що пов'язується з особливостями виду та специфікою впливів екологічних факторів [7]. Також визначено, що структура і функції епідермісу листка залежать від умов зростання рослини [8]. Морфолого-анатомічні особливості рослин, що зростають на збагачених важкими металами ґрунтах, було досліджено Н.С. Петруніною [9]. До того ж, фітоіндикаційне визначення з метою тестування екологічних факторів рекомендовано проводити за умов побудови індикаційних шкал, що продемонстровано у симфітоіндикаційному аспекті [10, 11]. Розроблені чисельні вимоги добору рослин в якості індикаторів. Для аналізу забруднення ґрунтів важкими металами найбільш вдалим тест-об'єктами є рослини [12].

Найбільш близьким за технічною сутністю і досягненням результату є спосіб визначення забруднення ґрунтів важкими металами [13], де для визначення віддалених та безпосередніх наслідків впливу факторів середовища, зокрема важких металів, використовують в якості тест-системи індекс атипичності за розробленою 10-бальною індикаторною шкалою для структурних елементів дрібних жилок листових пластинок, а саме показники гетерогенності трахеальних елементів (ГТЕ) та деформованості термінальної флоєми (ДФ), та за цими індексами визначають ступінь та специфіку забруднення ґрунтів важкими металами.

Недоліками цього способу є мала достовірність при визначенні забруднення ґрунтів певними токсичним елементом, адже визначається насамперед загальний сумарний ефект токсичних важких металів, а не специфічні реакції рослинного організму на певний чинник.

В основу розробки, що пропонується, поставлено завдання тестування забруднення ґрунтів саме нікелем та поліпшення методів оцінки факторів стресу навколишнього середовища за допомогою рослин природної флори на прикладі *Cichorium intybus* L., де обліку підлягають не впроваджені раніше показники змін будови листкової пластинки, а рослинні збори проводять з рослин природних місцезростань з посиленням нікелевим забрудненням ґрунтів; та за рахунок цього використання способу дозволить більш точно встановлювати ступінь забруднення нікелем в природних умовах, прогнозувати структурні трансформації рослин техногенних екотопів, оцінити специфіку нікелевого забруднення на антропогенно змінених територіях.

Поставлене завдання вирішується тим, що спосіб тестування забруднення техногенних ґрунтів нікелем, містить аналіз атипного поліморфізму листкових пластинок рослини-індикатора та свідчення за даними обліку й статистичної обробки про наявність структурно трансформуючого ефекту, а також застосування тест-системи за розробленою 10-бальною індикаторною шкалою. Спосіб оснований на тому, що використано додаткові, спеціально розроблені індикаторні шкали за показниками структурних елементів епідермісу та внутрішніх конформаційних тканин листкових пластинок, а саме показниками ступеня ускладненості будови трихом ретортоподібного типу (РТ) та індексами деформованості навколочулкової паренхіми (ДНП), та за цими індексами визначають ступінь та специфіку забруднення ґрунтів нікелем.

Термінологічний апарат з'ясовано за літературними джерелами [8, 14, 15].

Вказаний спосіб визначення забруднення ґрунтів нікелем було проведено на рослині *Cichorium intybus* L., що вирощували на території промислових майданчиків Артемівського та Костянтинівського районів Донецької області у наступних пробних площах: СЕРЕБ – сільський населений пункт Серебрянка, долина р. Сіверський Донець (контроль); ЛУГ – населений пункт міського типу Луганське, ділянка степового типу рослинності (контроль); НОВ – сільський населений пункт Новогригорівка, ділянка степового типу рослинності (контроль); ЧАС – Часовярський вогнетривкий комбінат; ПТ – Артемівський машинобудівний завод "Победа труда"; РК – рудеральний комплекс Артемівського центрального звалища сміття; ОКМ – Артемівський завод з обробки кольорових металів; АВТ – автовокзал м. Артемівськ; АСЗ – Артемівський скляний завод; ПВД – рудник виробничого об'єднання "Південний"; КСЗ – Костянтинівський механізований скляний завод; УКЦ - Костянтинівський завод "Укрцинк"; КАВТ – автовокзал м. Костянтинівка.

Вміст металів у субстраті обумовлений гранично допустимими концентраціями [1, 16, 17] з поправкою на місцеві стандарти та фонові рівні [18]. Повторність лабораторного експерименту дорівнювала 5.

Для встановлення індикаторних індексів обиралися листкові пластинки серединної формації в період квіткування особин (червень-липень). Для аналізу використовували 30 листкових пластинок. Препарати готували за загальноприйнятими цитологічними методиками [19, 20].

Увесь спектр атипного поліморфізму обраних ознак поділяли на 10 типових перехідних станів.

### **Результати та обговорення**

РТ – спеціалізованість (ступінь ускладненості будови) трихом ретортоподібного типу. Оскільки "трихома – це спеціалізована у функціональному відношенні епідермальна клітина, або клітини, а також виникаюча внаслідок поділу цих клітин структура" [15], то ті трихоми ретортоподібного типу, які зустрічалися нами при структурному аналізі будови листкових пластинок *C. intybus*, ми фракціонували за ступенем розвинення (диференціації, або спеціалізованості). Наявність трихом мінімальних значень зовсім не свідчить про те, що вони потім спеціалізуються, адже листкові пластинки під час збору матеріалу були вже сформовані, до того ж більшість трихом, що зустрічаються для листкової пластинки, являють собою мертві клітини. Увесь діапазон варіації трихом цього типу був розподілений нами на

10 блоків, які якісно різнилися у напрямку спеціалізованості: тип 1 (індекс 1) – найпростіший, для типів 2-4 відбувається ускладнення за збільшенням розмірів та формування верхівкової звуженої частини, тип 5 – трихома являє собою 2-клітинний волосок, 6 – 3-клітинний, 7 – багатоклітинний волосок (за повздовжніми перегородками), для типів 8-10 – характерне ускладнення структури завдяки появі поперечних перегородок та потовщення зовнішніх та внутрішніх оболонок трихоми (рис. 1).

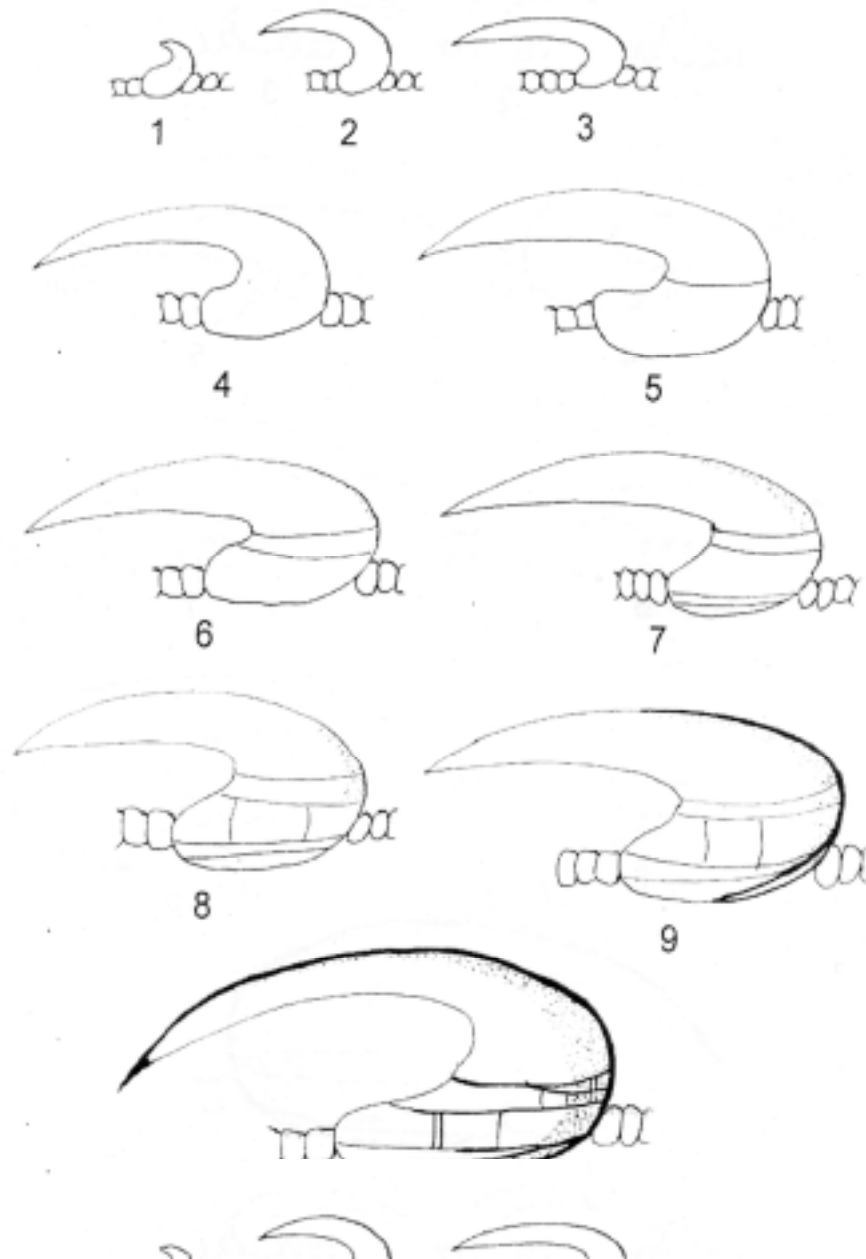


Рис. 1. Ускладнення будови трихом ретортоподібного типу (РТ) листкових пластинок *Cichorium intybus* L., 1-10 – варіанти відповідно до індексів

На рис. 1 зображено варіанти ускладненості будови трихом ретортоподібного типу (РТ) листкових пластинок, де 1-10 – варіанти відповідно до індексів. Ретортоподібні трихоми зустрічаються на периферії листкової пластинки. Індексуювання проводили таким чином: пробній площі, де були проведені рослинні збори, надавали відповідний за фіг. 1 індекс, максимальне значення спеціалізованості трихом якого зустрічалося під час структурного аналізу. Максимальні значення РТ для *Cichorium intybus* було зафіксовано нами у пробних

площах, які територіально співпадають з місцями посиленого динамічного забруднення ґрунтів нікелем.

ДНП – індекс деформованості навколопучкової паренхіми, для встановлення якого ми використовували наступні ознаки: кількість та різноякісність клітин центрального ряду між двома пучками та гетерогенність клітин обкладки надпучкової зони (рис. 2).

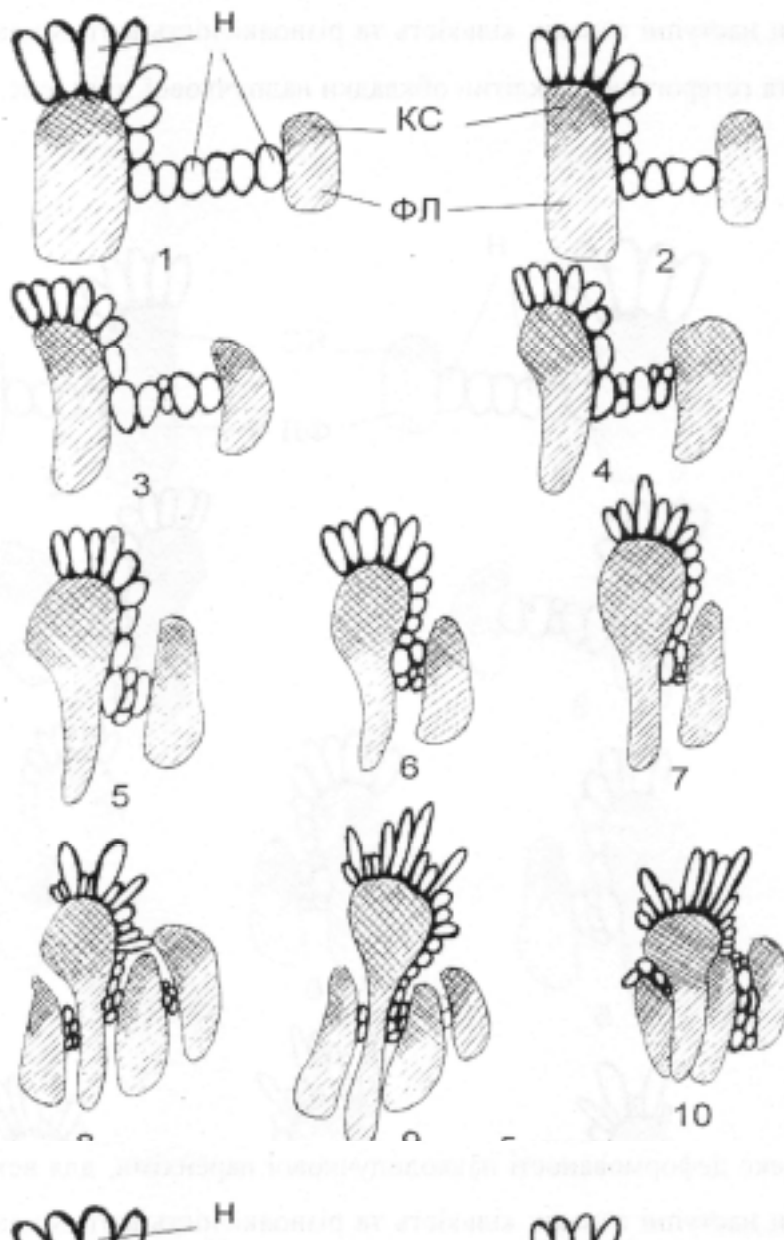


Рис. 2. Схематичне зображення ступенів деформованості навколопучкової паренхіми листкової пластинки *Cichorium intybus* L. для встановлення відповідних індексів (1-10) ДНП; Н – елементи навколопучкової паренхіми, КС – ксилемні, ФЛ – флоемні елементи

Рис. 2 являє собою схематичне зображення ступенів деформованості навколопучкової паренхіми листкової пластинки *Cichorium intybus* L. для встановлення відповідних індексів ДНП, де Н – елементи навколопучкової паренхіми листкової пластинки, КС – ксилемні та ФЛ – флоемні елементи. За ускладненням дослідної ознаки запропонували десять перехідних типів, з яких два перших можуть вважатися умовною нормою, а 3-10 – атиповими, тобто не характерними для рослин контрольних місцезростань (рис. 2). Найбільші значення ДНП було зафіксовано нами для пробних площ, що в значній мірі співпадають з пробними площами, де

зареєстровано максимальні значення спеціалізованості трихом ретортоподібного типу. До того ж ці місця характеризуються посиленням динамічним забрудненням ґрунтів нікелем (рис. 3).

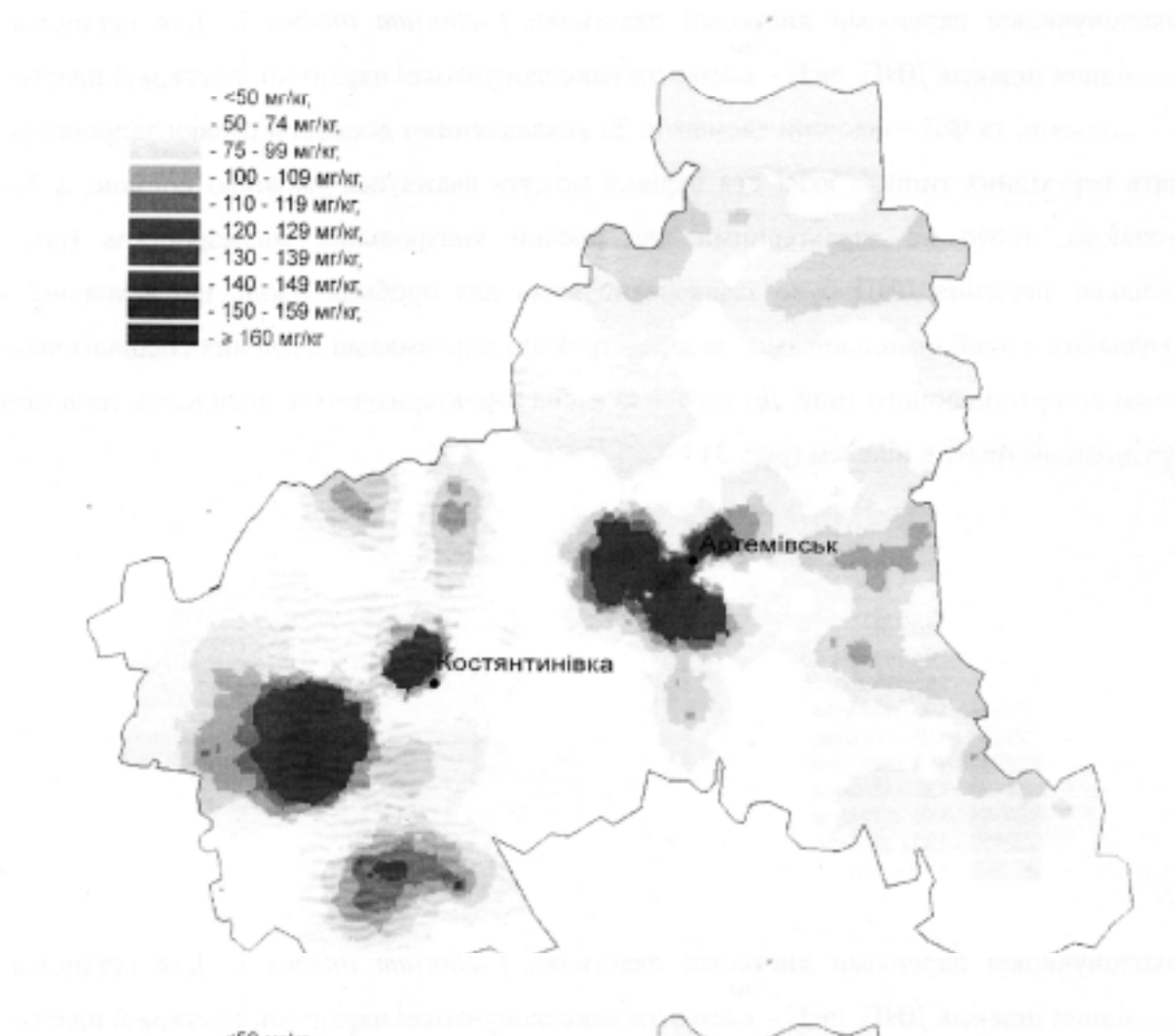


Рис. 3. Специфіка локалізації нікелю у коренезаселеному шарі ґрунтів на території Артемівського та Костянтинівського районів (1999 р.)

Дослідження 1998-2003 рр. довели, що ці ознаки мають суто фенотипічний характер прояву та не спадкуються.

В табл. 1, 2 представлено індекси структурних елементів за період детального спостереження для модельних пробних площ.

Встановлено, що мінімальні індекси атипової будови здебільшого відповідають контрольним зонам дослідження. Ступінь трансформованості структурних елементів покривних та внутрішніх тканин листкової пластинки залежить від територіального розташування особин та місця збору рослинного матеріалу.

Таблиця 1

**Індекси атипового структурного поліморфізму *Cichorium intybus* L. для показника РТ за результатами натурального експерименту**

Рік	Пробні площі												
	СЕРЕБ	ЛУГ	НОВ	ЧАС	ПТ	РК	ОКМ	АВТ	АСЗ	ПІВД	КСЗ	УКЦ	КАВТ
<b>Індекси</b>													
1999	1	1	1	8	10	9	9	1	1	1	7	9	1
2000	1	1	1	8	10	8	9	1	1	1	7	8	1
2001	1	1	1	7	10	7	9	2	2	1	5	7	1
2002	1	2	1	6	8	7	8	2	1	1	4	7	1
2003	1	1	1	6	9	5	9	2	1	1	4	7	2

Таблиця 2

**Індекси атипового структурного поліморфізму *Cichorium intybus* L. для індекса деформованості навколопучкової паренхіми за результатами натурального експерименту**

Рік	Пробні площі												
	СЕРЕБ	ЛУГ	НОВ	ЧАС	ПТ	РК	ОКМ	АВТ	АСЗ	ПІВД	КСЗ	УКЦ	КАВТ
<b>Індекси</b>													
1999	1	1	1	9	10	8	9	1	1	1	7	8	1
2000	1	1	1	7	9	10	10	1	1	1	6	8	1
2001	1	2	1	7	9	8	9	1	2	1	5	7	1
2002	1	2	1	7	8	8	8	2	1	1	4	7	1
2003	1	1	1	6	8	7	9	1	2	1	4	7	2

### Висновки

Позитивний ефект проявляється в тому, що на відміну від відомого запропонований спосіб дозволяє диференційовано тестувати забруднення ґрунтів нікелем. Він може використовуватися у натурному (природному) біомоніторингу для експрес-діагностики металопресингу, що дуже актуально для територій з посиленням антропогенним впливом техногенно трансформованих екотопів.

Використання способу дозволить більш точно виділяти зони саме нікелевого забруднення, проводити оцінку та постійний моніторинг стану довкілля природних та техногенно змінених територій цим токсичним елементом.

### Список літератури

1. Кабата-Пендіас А., Пендіас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. – Новосибирск: Наука, 1991. – 294 с.
3. Aunter J.G., Vergnono O. Nickel toxicity in plants // Ann. App. Biol. – 1972. – № 39. – P. 279-284.
4. Effect of heavy metal pollution on plants / Ed. by Lepp N.W. – I. Effect of Trace Metals on Plants Function. – London and New Jersey: Applied science publishers, 1981. – 352 p.
5. Кравкина И.М. Эпикуткулярный воск и кутикула листа растений Полярного Урала, произрастающих в контрастных геохимических условиях // Бот. журн. – 2000. – 85, № 7. – С. 118-124.
6. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде. Структура и функции ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989. – 205 с.
7. Журавлева Н.А. Механизм устьичных движений, продуктивный процесс и эволюция. – Новосибирск: Наука, 1992. – 141 с.

8. *Мирославов Е.А.* Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. – Л.: Наука, 1974. – 184 с.
9. *Петрунина Н.С.* Морфолого–анатомические особенности растений, произрастающих на почвах, обогащенных тяжелыми металлами // Теоретические вопросы фитоиндикации. – Л.: Наука, 1971. – С. 142-148.
10. *Дідух Я.П.* Методологічні підходи до проблеми фітоіндикації екологічних факторів // Укр. бот. журн. – 1990. – 47, № 6. – С. 5-12.
11. *Дідух Я.П., Плюта П.Г.* Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
12. *Цаценко Л.В., Филипчук О.Д.* Биоиндикация и "генетический скрининг" загрязнения компонентов агроценоза // Сельскохозяйственная биология. – 1997. – № 5. – С. 33-47.
13. *Пат. 65772 А UA, МКИ 7 А01G7/00.* Спосіб забруднення ґрунтів важкими металами: Деклараційний патент на винахід. – О.З. Глухов, Н.А. Хижняк, А.І. Сафонов. – № 2003054433; Заявл. 19.05.2003; Опубл. 15.04.2004. – Бюл. № 4. – 4 с.
14. *Анели Д.Н., Анели Н.А.* Способ получения микроструктурных отпечатков эпидермы различных органов растений // Сообщ. АН СССР. – 1986. – 122, № 3. – С. 589-592.
15. *Джунипер Б.Э., Джефри К.Э.* Морфология поверхности растений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
16. *Дудик А.М.* Временные методические рекомендации по геолого-экологическим работам в пределах горнопромышленных районов Украины. – Донецк: Б. и., 1992. – 105 с.
17. *Дорошко Т.Ю.* Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в почве и её защита от загрязнения // Медицинский журнал Узбекистана. – 1991. – № 7. – С. 40-42.
18. *Сафонов А.И.* Специфика локализации некоторых металлов в почвах северных промышленных узлов Донецкой области // Проблемы экологии. – 2003. – № 1. – С. 36-47.
19. *Паушева З.П.* Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
20. *Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г.* Основы микроскопических исследований в ботанике. – М.: Наука, 2000. – 128 с.

**Сафонов А.И. Метод тестирования загрязнения техногенных почвогрунтов никелем.** – Метод включает анализ атипичного полиморфизма листовых пластинок растения-индикатора. Используются показатели степени усложнения структуры трихом ретортообразного типа.

*Ключевые слова:* атипичный индикаторный полиморфизм растений, загрязнение почвогрунтов никелем.

**Safonov A.I. The method of testing of technogenical soil contamination with nickel.** – The method includes the analysis of indicator plant's blades' atypical polymorphism. The indices of complexity degree of trichoms texture of retortopical types have been used.

*Key words:* atypical indicator polymorphism of plants, soil contamination with nickel.



**О.В. Чоха**

**СИНТАКСОНОМІЯ РОСЛИННОСТІ ГАЗОНІВ М. КИЄВА.**

**КЛАСИ *CHENOPODIETEA* ТА *ARTEMISIETEA VULGARIS***

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка;  
03033, м. Київ, вул. Володимирська, 64, e-mail: ochoha@univ.kiev.ua*

**Чоха О.В.** Синтаксономія рослинності газонів м. Києва. Класи *Chenopodieta* та *Artemisietea vulgaris*. – Здійснено еколого-флористичну класифікацію класів *Chenopodieta* та *Artemisietea vulgaris*, поширених на газонних покриттях м. Києва. Наведено синтаксономічні схеми даних класів та представлено характеристики синтаксонів.

*Ключові слова:* газон, рослинність, синтаксономія, *Chenopodieta*, *Artemisietea vulgaris*, Київ.

### **Вступ**

Активна діяльність людини в умовах урбанізованого середовища призводить до постійного порушення рослинного та ґрунтового покриву певної території міста, і, як результат, до виникнення там рудеральних комплексів рослинності. Серед всього різноманіття рослинних комплексів угруповання синантропної рослинності є найдинамічнішими флористичними утвореннями.

Формування рудеральних флорокомплексів може відбуватись кількома шляхами. По-перше, зміна умов місцезростання в наслідок діяльності людини (порушення різним способом ґрунтового покриву, утворення насипів тощо) призводить до виникнення піонерних угруповань, розвиток яких за відсутності антропопресії проходить через певні сукцесійні стадії. У іншому випадку – до утворення бур'янових комплексів призводить поступова дигресія вже існуючих фітоценозів. Причиною цього може бути збільшення антроповантаження, поступова нітрифікація чи засолення ґрунту, що і створює всі передумови розвитку угруповань даного типу [5]. Здебільшого рудеральні флорокомплекси є локалітетами для деяких видів лікарських рослин, а також для бур'янів, які є карантинними для території України.

Однією з важливих особливостей даних рослинних угруповань є їх значна поліморфність, до складу таких фітоценозів можуть входити види, що діагностують різні синтаксони. Все це не лише значно ускладнює їх ідентифікацію, а й призводить до необхідності виділення все більшої кількості нових синтаксонів різного рангу [5].

Виникнення угруповань рудеральної рослинності на газонах пов'язано з активною діяльністю людини. Проведення будівельних чи ремонтних робіт, проблеми транспортного пересування, розміщення рекламних стендів, формування зелених насаджень тощо є причиною постійного порушення ґрунтового шару територій, що зайняті газонними угрупованнями. Як правило, відновлення рослинності після такого втручання не проводиться, а, відповідно, створюються всі передумови для формування бур'янових флорокомплексів. У випадку тривалого та регулярного втручання рослинні комплекси зазначеного типу існують відносно тривалий час як сукцесійно молоді угруповання, а за відсутності такого впливу швидко замінюються іншими типами рослинності. Дослідження та активне вивчення умов їх виникнення та динаміки є актуальним, оскільки дає можливість розробити систему заходів, необхідних для реновації культурфітоценозів в умовах міста.

### **Матеріали та методи досліджень**

Фітоценотичні дослідження проводились протягом 2003–2004 рр. у м. Києві на газонних покриттях різного функціонального призначення маршрутним методом зі складанням повних геоботанічних описів за методикою Браун-Бланке [9]. Обробку даних проводили з використанням пакета програм *Ficen2t*, розробленого українськими фітоценологами [2]. Геоботанічні описи в наведених таблицях трансформовані за шкалою Міркіна [3]. Встановлення та ідентифікація рослинних угруповань здійснювали за працями українських та закордонних дослідників [1, 5–8, 10–13].

## Результати та їх обговорення

До рудеральних комплексів газонних культурфітоценозів відносяться угруповання класів *Chenopodietea* та *Artemisietea vulgaris*. На декоративних покриттях партерного, звичайного-садово-паркового та лучного типів також бур'яновими вважаються угруповання класу *Agropyretea repentis*, тоді як для покриттів спеціального призначення деякі угруповання його є характерними. В даній роботі розглядаються перші два класи рудеральної рослинності дернових покриттів м. Києва – *Chenopodietea* та *Artemisietea vulgaris*.

Клас *Chenopodietea* поєднує в собі угруповання однорічників та малорічників на порушених екотопах, що є відновлюваними стадіями сукцесійних процесів та характеризуються непостійністю флористичного складу [1, 6, 7, 12]. Останнім часом структура класу досить часто переглядалась, і на сьогодні існує кілька позицій щодо його об'єму. Деякі дослідники об'єднують класи *Chenopodietea* та *Secalietea* у новий більш загальний – *Stellarietea mediae* R. Tx., Lohmeyer & Preising in R. Tx. ex von Rochow 1951, який за комплексом діагностичних видів не відрізняється від *Chenopodietea* [8, 11]. У даній роботі витримана позиція українських та чеських дослідників щодо окремого існування двох вищенаведених синтаксонів [6, 10, 12].

### Синтаксономічна схема рослинності класу *Chenopodietea* на дернових покриттях у м. Києві

Cl. *Chenopodietea* Br.-Bl. 1951 em Lohm., J. et R. Tx. 1961 ex Matsz 1962

**Ord. *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz 1962 em Gros. 1966**

All. *Malvion neglectae* Gutte 1972

Ass. *Malvetum neglectae* Felf. 1942

All. *Sisymbrium officinalis* R. Tx., Lohm., Prsg. in R. Tx. 1950 em Hejny et al. 1979

Ass. *Matricarietum perforatae* Kerczynska 1975

*M. p.* var. *typicum*

*M. p.* var. *Echonochoa crusgalli*

Ass. *Chenopodietum albi-viridae* Hejny 1979

*Ch. al.-v.* var. *typicum*

*Ch. al.-v.* var. *Lolium perenne*

*Ch. al.-v.* var. *Lolium multiflorum*

*Ch. al.-v.* var. *Portulaca oleraceae*

*Ch. al.-v.* var. *Eragrostis minor*

Ord. *Eragrostietalia* J. Tx. in Poli 1966

All. *Eragrostion* (R. Tx. 1950) Oberd. 1954

**Ass. *Eragrostio-Amaranthesium albi* Morariu 1943**

*E.-A.al.* var. *typicum*

*E.-A.al.* var. *Melilotus album*

*E.-A.al.* var. *Urtica dioica*

*E.-A.al.* var. *Artemisia absinthium*

*E.-A.al.* var. *Festuca rubra*

Ass. *Digitario-Portulacetum* (Felf. 1942) Timar et Bodrogkosi 1959

*D.-P.* var. *Berteroa incana*

*D.-P.* var. *Festuca ovina*

### Характеристика синтаксонів класу *Chenopodietea*

Угруповання класу поширені на газонних покриттях на всій території Києва, де мало місце втручання людини у ґрунтовий та рослинний покрив. Деяку закономірність поширення угруповань на території міста можна спостерігати на рівні союзів. У зв'язку із вторинністю рослинних комплексів даного типу, на газонних покриттях м. Києва вони формують значну кількість варіантів.

Діагностичними видами класу є *Chenopodium album* s.l., *Cirsium setosum*, *Descurania sophia*, *Fallopia convolvulus*, *Sisymbrium loeseli*, *Sonchus arvensis*, *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*. На газонних покриттях різного призначення у Києві даний клас представлений двома порядками: *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz 1962 em Gros. 1966 та *Eragrostietalia* J.Tx. in Poli 1966.

#### **Порядок *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Matsz 1962 em Gros. 1966**

Діагностичні види: *Anisantha tectorum*, *Cyclachena xanthiifolia*, *Malva neglecta*, *Asperugo procumbens*, *Sisymbrium loeseili*, *S. officinale*.

До даного порядку входять угруповання механічно порушених нітрифікованих ґрунтів, локалітетів першої стадії відновлення на розораних субстратах з механічним навантаженням чи випасом [6]. На території регіону дослідження угруповання цього типу представлені невеликими за площею рослинними комплексами, поширені на всіх типах дернових покриттів, там де було порушено чи частково ущільнено ґрунтовий покрив та тривалий час не проводились заходи з відновлення та догляду за трав'янистим покривом.

Підпорядковані одиниці: союзи *Malvion neglectae* Gutte 1972 та *Sisymbriion officinalis* R.Tx., Lohm., Prsg. in R.Tx 1950 em Hejny et al. 1979

#### **Союз *Malvion neglectae* Gutte 1972**

Діагностичні види: *Malva neglecta*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare*, *Sisymbrium officinale*, *Urtica urens*.

Союз представлений угрупованнями, що поширені на пухких та дещо щільних субстратах з середнім рівнем зволоження і зустрічаються вздовж доріг та на помірно витоптуваних територіях. У регіоні дослідження представлений однією асоціацією – *Malvetum neglectae*.

#### **Асоціація *Malvetum neglectae* Felf. 1942**

Діагностичні види: *Lolium perenne*, *Malva neglecta*, *Matricaria perforata*, *Trifolium repens*, *Urtica urens*.

Асоціація поширена вздовж тротуарів на частково порушених територіях, на чорноземних, іноді злегка оглеєних ґрунтах. Флористично бідні угруповання, в яких спостерігається домінування *Malva neglecta* в травостої. Описи виконано на відносно затінених ділянках з помірним рівнем зволоження та механічного ущільнення ґрунту у лівобережній та правобережній частинах міста (табл. 1).

#### **Союз *Sisymbriion officinalis* R.Tx., Lohm., Prsg. in R.Tx 1950 em Hejny et al. 1979**

Діагностичні види: *Atriplex tatarica*, *Sisymbrium loeseli*, *S. orientale*, *Lactuca serriola*, *Conyza canadensis*, *Sonchus oleraceus*, *Chenopodium album*, *Tripleurospermum inodorum*.

Включає рослинні угруповання одно- та дворічних видів, що поширені на механічно слабо порушених ґрунтах та пухких нітрифікованих субстратах. Є сукцесійною стадією при переході до рослинних угруповань багаторічників класу *Artemisietea* [5].

Угруповання зустрічаються на всій території міста, на старих закинутих дернових покриттях, де під незначним антропопресингом відбувається відновлення рослинного покриву.

Під час дослідження виділено дві асоціації даного союзу: *Matricarietum perforatae* Керцзунська 1975 та *Chenopodietum albi-viridae* Hejny 1979.

#### **Асоціація *Matricarietum perforatae* Керцзунська 1975**

Діагностичні види: *Cirsium arvense*, *Polygonum persicaria*, *Elytrigia repens*, *Matricaria perforata*, *Trifolium repens*.

Облямівочні угруповання на слабо порушених ґрунтах різного типу з достатнім рівнем зволоження, що зустрічаються в обох частинах міста. Виникають на нових, недостатньо щільно посіяних газонах на початкових стадіях його розвитку (табл. 2).

На території міста виділяються два варіанта цього угруповання.

#### **Варіант *M. p. var. typicum***

Діагностичні види: D.s. Ass. = D.s. var.

Фітоценотична характеристика асоціації *Malvetum neglectae* класу *Chenopodietea*

Кількість видів	7	4	8	13	6	6	6	4	5	6	ЧТВ
Номер опису	373	372	127	128	371	374	476	654	651	652	
Проективне покриття	90	98	95	90	95	95	70	90	60	75	
<b>D.s. Ass. Malvetum neglectae</b>											
<i>Malva neglecta</i>	5	5	5	2	1	5	5	5	5	5	V
<i>Lolium perenne</i>	.	.	3	5	1	5	1	+	2	1	IV
<i>Poa annua</i>	1	.	.	1	.	2	.	.	.	.	II
<i>Triplerospermum inodorum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	III
<b>D.s. All. Malvion neglectae</b>											
<i>Polygonum aviculare</i>	+	1	1	1	+	1	3	1	1	1	V
<i>Plantago major</i>	+	.	1	+	1	.	.	.	.	.	II
<i>Trifolium repens</i>	+	.	.	+	.	2	.	.	.	.	II
<b>D.s. Ord. Sisimbrietalia</b>											
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	+	.	.	5	.	+	.	1	+	III
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I
<b>D.s. Cl. Chenopodietea</b>											
<i>Chenopodium album</i>	+	1	.	.	+	+	+	.	.	.	III
<i>Xanthoxalis stricta</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Galinsoga parviflora</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Amaranthus albus</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	I
<i>Phalacrolooma annuum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
<b>D.s. Cl. Artemisietea vulgaris</b>											
<i>Rorippa sylvestris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
<b>D.s. Cl. Molinio-Arrhenatheretea</b>											
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I

\*ЧТВ – частота трапляння виду у даному фітоценоні

Угруповання зрідка поширені на всій території міста, типові описи було виконано у правобережній частині на механічно порушеному сірому лісовому ґрунті з середнім рівнем опіщанення. Сформовані вони значною кількістю рудеральних видів (7-9 видів), проективне покриття яких коливається в межах 50-70%. Для відновлення декоративності площі під даним покриттям необхідним є повна заміна рослинності (новий посів газоноутворюючих трав).

#### Варіант *M. p. var. Echinochloa crusgalli*

Діагностичні види: *Echinochloa crusgalli*, *Amaranthus retroflexus*, *Rorippa sylvestris*, *Setaria viridis*.

Типовий опис виконано у правобережній частині міста на освітленій механічно порушеній ділянці вздовж тротуару. Ґрунтовий покрив було порушено під час ремонтних робіт на трубопроводі, але відновлення трав'яного покриву не проводилось. Для відновлення декоративності покриття необхідним є завезення ґрунтової суміші та посів необхідних видів газоноутворюючих злаків.

#### Асоціація *Chenopodietum albi-viridae* Hejny 1979

Діагностичні види: *Chenopodium album*, *Ch. strictum*, *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Setaria glauca*, *Atriplex patula*.

Угруповання зустрічаються на всій території міста на слабо та помірно зволужуваних опіщаних субстратах. Поширені на добре освітлених та помірно затінених ділянках як каймові, вздовж стежок та тротуарів, на механічно порушених ґрунтах, на схилах, що піддаються водній ерозії, як початкова стадія розвитку нового газонного покриття на насипному ґрунті. Для відновлення належного декоративного рівня трав'янистого покриття необхідним є повна заміна рослинного покриву (посів відповідних травосумішей).

Асоціація представлена рядом варіантів (табл. 2).





### **Варіант *Ch. al.-v. var. typicum***

Діагностичні види: *D.s. Ass. = D.s. var.*

Угруповання поширені на всій території міста на механічно порушених ділянках існуючого газону або ж як первинна стадія відновлення рослинності на новоствореному покритті при наявності насипного ґрунту. Проективне покриття рудералів коливається в межах 30-80%, флористичний список нараховує 3-10 видів.

### **Варіант *Ch. al.-v. var. Lolium perenne***

Діагностичні види: *Lolium perenne, Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Elytrigia repens.*

Характеризується збідненою флористичною композицією діагностичних видів синтаксонів вищого рангу. Угруповання варіанта поширені у лівобережній та правобережній частині Києва на опіщаних чорноземних ґрунтах з помірним затіненням та помірним рівнем зволоження. Це переважно рудералізовані на початковій стадії розвитку газони, що були сформовані монокультурою *Lolium perenne*. Через недотримання норм посіву та відсутність подальшого агротехнічного догляду відбувається експансія таких бур'янів як *Portulaca oleracea* (10-30%), *Amaranthus albus* (1-30%), *Erigeron canadensis* (1-2%), *Elytrigia repens* (1-5%), *Chenopodium album* (3-15%), *Atriplex oblongifolia* (35%). Строкатість синтаксону пояснюється, очевидно, процесами демутації ділянок при відсутності регулярного догляду. Декоративність трав'яного покриття значно підвищується при низькому скошуванні та подальшому регулярному підтриманню висоти травостою в межах 5-7 см.

### **Варіант *Ch. al.-v. var. Lolium multiflorum***

Діагностичні види: *Lolium multiflorum, Artemisia vulgaris, Portulaca oleracea.*

Варіант було описано у житловому масиві Троєщина, поблизу кінотеатру "Флоренція". Представлений молодим газоном, основною культурою на якому є пажитниця багатоквіткова. Наявність значного проективного покриття рудеральних видів (6-40%) свідчить про несформованість щільного травостою та вказує на початкову стадію відновлення газону. Дане угруповання поширене на сильно опіщаних мало гумусних ґрунтах з низьким рівнем зволоження, на що вказує досить велика представленість виду *Portulaca oleracea*. Забезпечення регулярного скошування на даному етапі формування культурфітоценозу дозволяє витіснити небажані види рослин та досягти належної декоративності.

### **Варіант *Ch. al.-v. var. Portulaca oleracea***

Діагностичні види: *Portulaca oleracea*, види асоціації.

Угруповання однорічних видів, що представлене переважно у лівобережній частині міста на сильно опіщаних незрошуваних субстратах, часто з порушенням ґрунту. Представленість діагностичного виду варіанта коливається в досить широких межах – 3-90%. Завдяки біологічним особливостям домінуючого виду, угруповання створюють червонуватий колір газонів, знижуючи тим самим його декоративні властивості. На територіях з угрупованнями даного типу для відновлення їх декоративності необхідним є заміна верхнього шару ґрунтового покриву, висів відповідних даним умовам місцезростання травосумішей та регулярне підтримання рівня вологості.

### **Варіант *Ch. al.-v. var. Eragrostis minor***

Діагностичні види: *Chenopodium strictum, Eragrostis minor, Polygonum aviculare.*

Типові угруповання описані в Харківському масиві міста. Часто зустрічаються поряд з попереднім варіантом на малогумусних сильно опіщаних ґрунтах з дуже низьким рівнем зволоження. Проективне покриття *Eragrostis minor* може складати 5-75%. Оскільки угруповання представлене однорічними рослинами, на газонному покритті вже з середини літа вони формують жовтий "вигорівший" аспект, зводячи декоративність покриття до мінімальних показників. Шляхи відновлення декоративності аналогічні до попереднього варіанту.

### **Порядок *Eragrostietalia* J.Тх. in Poli 1966**

Діагностичні види: *Portulaca oleraceae*, *Eragrostis minor*, *Polygonum aviculare*, *Digataria sanguinalis*, *Berteroa incana*, *Amaranthus albus*.

Об'єднання однорічних рудеральних видів, поширені на всій території міста на легких сильно опіщаних ґрунтах, що піддаються постійному механічному руйнуванню. Частіше трапляються у лівобережній частині міста, де верхній шар ґрунту представлений піщаними фракціями.

До порядку входить один союз.

### **Союз *Eragrostion* (R.Тх. 1950) Oberd. 1954**

Діагностичні види: D.s. Ord. = D.s. All.

Виходячи з того, що порядок представлений одним союзом, характеристика його є аналогічною до порядку. На території міста представлений двома асоціаціями, що включають ряд варіантних угруповань.

### **Асоціація *Eragrostio-Amaranthesetum albi* Morariu 1943**

Діагностичні види: *Eragrostis minor*, *Echinochloa crusgalli*, *Sonchus arvensis*, *Amaranthus albus*, *Lepidium ruderae*.

Згідно літературних джерел [5, 6] дана асоціація зрідка поширена на території України лише в Закарпатті, Галичині та Придунайській низовині. В ході власних досліджень асоціація була описана як на правобережжі, так і у лівобережній частині м. Києва. На Правому березі міста асоціація поширена на злегка опіщаних трофово-чорноземних насипних ґрунтах, на мало зволожуваних територіях із значним рівнем інсоляції. Угруповання займають незначні площі на механічно порушених газонах, особливо на новостворених, де є незначні коливання рельєфу. На Лівобережжі угруповання даного типу приурочені до більш піщаних ґрунтів і формуються спонтанно на порушених будівництвом ґрунтах. Території поширення асоціації характеризуються перепадами мікрорельєфу від 15 до 40 см (табл.3).

### **Варіант *E.-A. al. var. typicum***

Діагностичні види: D.s. Ass. = D.s. var.

Угруповання даного типу широко представлені на новостворених газонах, де ще не відбулося становлення щільного травостою та формування міцної дернини. Поширені на чорноземно-супіщаних насипних ґрунтах, з високим рівнем інсоляції території (60-100%). Досить часто формується там, де відбулося підсівання насіння газонних трав, переважно *Lolium perenne* до зрідженого існуючого травостою. Проективне покриття діагностичних видів коливається в межах 20-75%. Для підтримання належного рівня декоративності необхідним є часті низькі скошування травостою.

### **Варіант *E.-A. al. var. Melilotus album***

Діагностичні види: види асоціації, *Melilotus albus*, *Artemisia vulgaris*.

Угруповання поширені на чорноземно-супіщаних ґрунтах і є проміжною стадією при переході до угруповань класу *Artemisietea vulgaris* за умов відсутності подальшого антропогенного навантаження та середнього рівня затінення і зволоження. Необхідним є заміна рослинного покриву на таких площах шляхом посіву необхідних видів-газоноутворювачів.

### **Варіант *E.-A. al. var. Artemisia absinthium***

Діагностичні види: види асоціації, *Artemisia absinthium*, *Lactuca serriola*.

Дуже схожі з попереднім варіантом угруповання, що представляють проміжну стадію відновлювальних процесів рослинності на порушених субстратах. Типовий опис виконано на газонному покритті спеціального призначення вздовж дороги, де ґрунтовий покрив було порушено в ході будівництва житлового будинку. За комплексом видів варіант підтверджує перехід між класами *Chenopodietaea* та *Artemisietea vulgaris* при відсутності подальшого антропопресингу. Відновлення необхідного рівня декоративності можливе при підсіві травосуміші та регулярному скошуванні покриття.



**Фітоценотична характеристика асоціації *Eragrostio-Amarangetum albi*  
класу *Chenopodieta***

Кількість видів	18	19	14	14	9	9	11	9	11	7	11	9	7	9	ЧТВ
Номер опису	274	125	402	623	187	188	67	68	111	281	554	404	405	403	
Проективне покриття	30	90	60	60	85	85	85	30	65	60	90	50	60	55	
<i>Bromus mollis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Raphanus raphanistrum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lactuca serriola</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Artemisia absinthium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Achillea millefolium</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dactylis glomerata</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Festuca rubra</i>	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Arctium lappa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Melilotus albus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Persicaria maculosa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carduus crispus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Solanum nigrum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	III
<b>D.s. Ass. Eragrostio-Amarangetum albi</b>															
<i>Sonchus arvensis</i>	+	.	.	.	+	+	+	.	+	1	.	.	.	.	III
<i>Echinochloa crusgalli</i>	+	2	1	1	1	1	+	1	+	5	.	+	.	1	V
<i>Amaranthus albus</i>	2	+	2	+	2	1	+	1	1	+	.	2	1	1	V
<i>Eragrostis minor</i>	.	2	.	+	.	2	1	1	3	.	.	.	.	.	III
<i>Lepidium ruderales</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	II
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<b>D.s. All. Eragrostion [Ord. Eragrostietalia]</b>															
<i>Portulaca oleracea</i>	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	II
<i>Triplerospermum inodorum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lolium perenne</i>	+	1	2	.	5	2	5	3	2	.	3	1	3	4	V
<i>Polygonum aviculare</i>	1	.	.	.	+	+	+	.	1	1	.	2	2	.	III
<b>D.s. Cl. Chenopodieta</b>															
<i>Chenopodium album</i>	3	.	3	2	.	.	1	+	1	1	2	3	3	2	IV
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Conyza canadensis</i>	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	II
<i>Elytrigia repens</i>	1	.	.	3	.	.	.	.	.	1	4	.	.	1	II
<i>Setaria glauca</i>	.	+	2	1	.	.	.	.	1	.	2	1	1	+	III
<i>Malva neglecta</i>	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<b>D.s. Cl. Plantaginetea majoris</b>															
<i>Plantago major</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	II
<i>Trifolium repens</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I
<b>D.s. Cl. Artemisietea</b>															
<i>Medicago lupulina</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Phalacrolooma annuum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lepidium densiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Xanthoxalis stricta</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Descurainia sophia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<i>Carduus uncinatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>Verbascum densiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<b>Інші види</b>															
<i>Xanthium strumarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.	II
<i>Rumex acetosella</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Melandrium album</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

<i>Trifolium hybridum</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Taraxacum officinale</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lotus ucrainicus</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	II
<i>Psammophiliella muralis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

#### Варіант E.-A. al. var. *Urtica dioica*

Діагностичні види: види асоціації, *Urtica dioica*, *Polygonum persicaria*, *Carduus crispus*, *Solanum nigrum*, *Erysimum cheiranthoides*.

Угруповання виявлено у лівобережній частині міста, поширене на насипному чорноземно-торфовому ґрунті. Даний комплекс видів сформувався на частині газону, де було проведено висипання ґрунту та не підсіяне насіння видів-газоноутворювачів. Є перехідною стадією до класу *Artemisietea vulgaris*, про що свідчить значна кількість його характерних видів.

#### Варіант E.-A. al. var. *Festuca rubra*

Діагностичні види: види асоціації, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Achillea submilefolium*.

Угруповання репрезентує стадію формування трав'яного покриву з домінуванням лучних видів. Висока представленість бур'янової фракції пояснюється, очевидно, тим, що при формуванні травостою з переважанням газоноутворювача *Festuca rubra*, утворюється значна кількість вільних еконіш через середній темп розвитку даного виду. Проективне покриття костриці червоної – 75%, бур'янова фракція займає порівняно невелику площу фітоценозу, але характеризується значною флористичною представленістю (11 видів). Опис виконано у правобережній частині міста, біля Центрального цирку на освітленій території з чорноземним свіжим ґрунтом. Поливається газон зрідка, проте досить рясно. Відновлення високого рівня декоративності може бути досягнуто частими низьким скошуваннями існуючого травостою, що призводить до зникнення рудеральних видів.

#### Асоціація *Digitario-Portulacetum* (Felf. 1942) Timar et Bodrogkosi 1959

Діагностичні види: *Digitaria sanguinalis*, *Eragrostis minor*, *Polygonum aviculare*, *Portulaca oleraceae*.

Угруповання поширене на слабо гумусних супіщаних ґрунтах, на достатньо освітлених територіях, що майже не доглядаються на належному рівні підрозділами зеленого господарства міста.

Фітоценози даного типу широко представлені у лівобережній частині міста та зрідка зустрічаються на правобережжі. Площа, зайнята угрупованнями даного типу, коливається в межах 12-80 м<sup>2</sup>. Формують аспекти бурого кольору у зв'язку з морфологічними особливостями діагностичних видів. Проективне покриття *Digitaria sanguinalis* коливається в межах 5-80%, *Eragrostis minor* – 10-85%, *Portulaca oleraceae* – 15-65%. Для відновлення декоративності покриття необхідним є заміна як ґрунтового горизонту, так і докорінна зміна рослинного покриву (табл. 4).

#### Варіант D.-P. var. *typicum*

Більш широко представлений варіант, що характеризується аналогічними до асоціації діагностичними видами та має таку ж приуроченість до типів місцезростання. Досить поширений вздовж автомагістралей, трамвайних колій, тротуарних стежин. Має низьку декоративність та потребує повної заміни рослинного покриву з метою підвищення декоративності фітоценозів.

#### Варіант D.-P. var. *Berteroa incana*

Діагностичні види: види асоціації, *Berteroa incana*.

Угруповання описано на схилах західної експозиції у лівобережній частині міста, проте не виключено поширення їх і у правобережжі. Ґрунт супіщаний, сухий, територія освітлена 100%, не доглядається. Відсутність антропогенного навантаження на територію створює умови для формування угруповань класу *Artemisietea vulgaris*, на що вказує висока представленість діагностичного виду варіанта – 5-10%.

Фітоценотична характеристика асоціації *Digitario-Portulacetum* класу *Chenopodietea*

Кількість видів	9	6	6	10	8	8	8	7	8	6	8	11	9	8	6	9	6	8	10	11	5	8	7	ЧТВ	
Номер опису	399	636	637	638	611	613	612	616	582	587	624	621	634	620	583	626	619	625	622	629	602	586	584		
Проективне покриття	40	75	55	60	90	70	95	75	60	95	40	55	60	55	90	60	75	60	50	70	85	50	75		
<i>Berteroa incana</i>	2	1	1	1	.	+	+	.	.	+	.	+	1	1	1	.	.	.	+	1	.	.	1	III	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	1	2	3	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	II
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	+	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<b>D.s. Ass. Digitario-Portulacetum</b>																									
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2	4	4	2	5	1	2	1	3	5	1	3	.	1	4	3	4	1	1	+	+	1	2	V	
<b>D.s. All. Eragrostion [Ord. Eragrostietalia]</b>																									
<i>Portulaca oleracea</i>	1	2	2	1	.	.	1	.	.	.	.	1	5	1	.	1	1	3	2	.	.	.	.	III	
<i>Eragrostis minor</i>	.	.	.	.	1	4	.	5	.	.	.	.	.	+	+	1	4	2	4	+	5	1	5	III	
<i>Polygonum aviculare</i>	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	II	
<b>D.s. Cl. Chenopodietea</b>																									
<i>Chenopodium album</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I	
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	III	
<i>Elytrigia repens</i>	1	.	.	4	1	2	5	.	2	1	4	2	1	5	4	3	1	1	1	+	1	+	+	V	
<i>Setaria glauca</i>	1	.	.	1	1	.	+	.	1	.	1	1	1	+	+	2	.	1	1	5	+	1	.	IV	
<i>Chenopodium strictum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	1	.	+	1	II	
<b>D.s. Cl. Artemisietea</b>																									
<i>Phalacrolooma annuum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Ambrosia artemisiefolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Xanthoxalis stricta</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Descurainia sophia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<b>D.s. Cl. Molinio-Arrenatheretea</b>																									
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	II	
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I	
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I	
<b>Інші види</b>																									
<i>Psammophiliella muralis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	+	1	.	.	.	.	+	+	5	.	+	1	II	
<i>Sedum acre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	I	
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	I	
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	

**Варіант D.-P. var. *Festuca ovina***

Діагностичні види: види асоціації, *Festuca ovina*, *Achillea submillefolium*, *Rumex acetosella*.

Варіант описано на житловому масиві Позняки, представленому на відкритих локалітетах із завозним чорноземно-торфовим ґрунтом, що зрідка поливаються. Фітоценози даного типу, очевидно, сформувались на газонних покриттях, створених 3-4 роки тому, які не зазнавали належного регулярного догляду. Сухі малогумусні супіщані підстилаючі породи, які мають низьку вологоємність, створюють умови для формування угруповань асоціації *Digitario-Portulacetum*, як первинної стадії сукцесійного процесу.

**СИНТАКСОНОМІЧНА СХЕМА УГРУПОВАНЬ КЛАСУ ARTEMISITEA VULGARIS**

Cl. *Artemisitea vulgaris* Lohm., Prsg. et R.Tx. in R.Tx 1950

Ord. *Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979

All. *Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980

Ass. *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Br.-Bl. Corr. 1949

T.-A.v. var. *typicum*

*T.-A.v. var. var. Lolium perenne*  
All. *Dauco-Melilotion albi* Gors em Elias 1980  
**Ass. *Berteroetum incanae* Siss. et Tidem. ex Siss. 1950**  
**Ord. *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in R.Tx. 1947**  
All. *Arction lappae* R.Tx. 1937 em Gutte 1972  
Ass. *Artemisietum vulgaris* R. Tx. 1942  
Д.у. *Lactuca serriola*

#### **Характеристика синтаксонів класу *Artemisitea vulgaris***

Клас представлений незначними за площею рудеральними угрупованнями високорослих дворічників та багаторічників, що поширені на всій території м. Києва на всіх типах субстратів. Рослинні комплекси характеризуються широкою амплітудою місцезростань – зростають на різних за рівнем зволоження та освітленості екотопах. Флористично багаті фітоценози нараховують 8-24 види. Вони є проміжною стадією демутаційного процесу трав'янистої рослинності, що формується на порушених субстратах при відсутності інтенсивного антропопресингу. Приурочені до місцезростань із різними за багатством ґрунтами, на добре освітлюваних чи помірно затінених ділянках. У ході демутації при відсутності догляду за покриттями заміщують угруповання класу *Chenopodietea*, що є характерними для природного процесу відновлення рослинності порушених екоотопів у помірній зоні [4].

Синтаксономічна структура класу на сьогодні є досить неузгодженою, оскільки різними авторами трактується не лише різний його об'єм, а й приналежність синтаксонів нижчого рангу до різних категорій. Стан висвітленості фітоценотичних досліджень даного класу є дуже низьким, а літературні дані є дуже неузгодженими між собою, тому в роботі дотримана позиція українських фітоценологів щодо структури даного синтаксону [6].

Діагностичні види: *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Carduus acanthoides*, *Artemisia vulgaris*, *Daucus carota*, *Tanacetum vulgare*.

На газонних покриттях різного призначення у Києві даний клас представлений 2 порядками: *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in R.Tx. 1947 та *Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979 (табл. 5).

#### **Порядок *Meliloto-Artemisietalia absinthii* Elias 1979**

Діагностичні види: *Berteroa incana*, *Artemisia vulgaris*, *Echium vulgare*, *Carduus acanthoides*.

Фітоценози даного типу поширені на непорушуваних територіях, що практично не піддаються антропопресингу (зокрема, інтенсивному витоптуванню). Як правило, це добре освітлювальні ділянки з ущільненим злегка супіщаним ґрунтом, які не зазнають регулярного догляду. До порядку входить два союзи – *Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980 та *Dauco-Melilotion albi* Gors em Elias 1980.

#### **Союз *Potentillo-Artemision absinthii* Elias (1979) 1980**

Діагностичні види: *Artemisia absinthium*, *Potentilla argentea*, *P. impolita*, *Tanacetum vulgare*.

Угруповання союзу охоплюють фітоценози, що зрідка зустрічаються на старих газонних покриттях на всій території міста (10-12-річних) та є перехідними до угруповань лучної рослинності. Поширені вони на сухих добре освітлювальних територіях з сильно опіщаними чорноземними ґрунтами та низьким рівнем зволоження. На території Києва союз представлений однією асоціацією з двома варіантами.

Фітоценотична характеристика класу *Artemisietea vulgaris*

Кількість видів	24	20	19	17	13	9	13	15	14	8	8	9	+11
Номер опису	279	275	276	272	693	639	644	296	297	722	302	286	280
Проективне покриття	85	65	80	45	40	40	70	80	45	30	40	70	60
<i>Lolium perenne</i>	2	2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i>	1	2	+	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1
<b>D.s. Ass. Tanacetum-Artemisietum vulgaris</b>													
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> (D.s. Cl. Mol.-Arrhen.)	1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Achillea millefolium</i> (D.s. Cl. Mol.-Arrhen.)	2	1	1	.	.	.	+	1	.	+	.	+	1
<i>Cirsium arvense</i>	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<b>D.s. All. Potentillo-Artemision absinthii</b>													
<i>Artemisia absinthium</i>	1	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla neglecta</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i> (D.s. Cl. Chen.)	1	+	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Potentilla argentea</i>	+	+	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<b>D.s. Ass. Berteroetum incanae</b>													
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	2	2	2	2	2	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i> (D.s. Cl. Mol.-Arrhen.)	.	.	.	.	1	+	2	2	+	.	.	.	.
<b>D.s. All. Dauco-Melilotion</b>													
<i>Daucus carota</i>	+	+	+	.	+	+	1	+	1	.	.	.	.
<i>Melilotus albus</i>	1	.	1	+	1	+	+	1	+	.	+	.	.
<i>Cichorium intybus</i>	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Melilotus officinalis</i>	.	+	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<b>Ord. Meliloto-Artemisietalia absinthii</b>													
<i>Carduus acanthoides</i>	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	+	1	2	.	1	2	2	.	.	.	.
<b>D.s. Ass. Artemisietum vulgaris</b>													
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	1	.	1	.	+	.	+	.	2	2	.	1
<b>D.c. Lactuca serriola</b>													
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	5	2
<b>D.s. All. Arction lappae [Ord. Artemisietalia vulgaris]</b>													
<i>Arctium lappae</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+
<b>D.s. Cl. Artemisietea vulgaris</b>													
<i>Elytrigia repens</i> (D.s. Cl. Agropyr.)	4	4	4	2	1	2	4	4	1	1	2	.	4
<i>Crepis tectorum</i>	+	+	1	+	.	.	1	.	+	.	+	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	+	.	.	1	+	.	.	+	1	1	.	.
<i>Melandrium album</i>	1	+	+	.	1	.	+	+	1	.	.	+	.
<i>Taraxacum officinale</i>	1	1	1	1	.	.	+	.	+	1	+	.	.
<b>D.s. Cl. Molinio-Arrhenatheretea</b>													
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus ucrainicus</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<b>D.s. Cl. Agropyretea repentis</b>													
<i>Convolvulus arvensis</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.
<b>D.s. Cl. Chenopodietea</b>													
<i>Chenopodium album</i>	.	.	.	3	.	1	.	.	.	.	.	1	.
<i>Phalacrolooma annuum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	1	.	.
<i>Triplerospermum inodorum</i>	+	+	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Bromus mollis</i>	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Setaria glauca</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<b>Інші види</b>													
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Plantago major</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago sativa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.

<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis ruthenica</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	.	.	1	+	.	.	+	.	.	.	.

### Асоціація *Tanacetum-Artemisietum vulgare* Br.-Bl. Corr. 1949

Діагностичні види: *Tanacetum vulgare*, *Achillea submillefolium*, *Dactylis glomerata*, *Cirsium arvense*.

Асоціація поширена зрідка на всій території м. Києва, але майже ніколи не формує повного діагностичного комплексу видів через нерегулярне скошування травостою. Типові описи виконано на площах вздовж доріг, що були порушені під час будівництва житлового будинку та вже не доглядалися належним чином протягом 4-5 років. Переважно це добре освітлювальні (95%) території з досить сильно опіщаним ґрунтом, без поливу та будь-якого антропогенного пресингу.

Асоціація представлена двома варіантами.

#### Варіант *T.-A. v. var typicum*

Діагностичні види: види асоціації.

Характеристика варіанта є аналогічною до такої для асоціації в цілому. Типові описи виконано вздовж дороги на схилі північної експозиції з крутизною схилу до 20°. Ніякого догляду за покриттями не проводиться, окрім нечастого скошування (переважно не більше двох раз за вегетаційний період). Для відновлення декоративності такого дернового покриття спеціального призначення необхідним є забезпечення режиму регулярного зниження висоти травостою, що забезпечить формування угруповань класу *Agropyreteea repentis*, які є бажаними для таких місцезростань. Основою для їх виникнення є висока частка *Elytrigia repens* у травостой (20-40% загального проективного покриття).

#### Варіант *T.-A. v. var Lolium perenne*

Діагностичні види: види асоціації, *Lolium perenne*.

Фітоценози даного типу також приурочені до сухих добре освітлених локалітетів та є стадією відновлення рослинності на старому закинутому газоні, де ще збереглися незначні залишки основного газонуутворювача *Lolium perenne* (проективне покриття становить 5-10%). Типові описи виконано вздовж дороги на порушеному чорноземному опіщаненому ґрунті. Шляхи відновлення травостою до рівня покриття спеціального призначення є аналогічними до попереднього варіанта.

### Союз *Daucus-Melilotion albi* Gors em Elias 1980

Діагностичні види: *Daucus carota*, *Melilotus albus*, *Cichorium intibus*, *Echium vulgare*.

Угруповання союзу поширені переважно на відкритих незначних за площею територіях, на чорноземних помірно опіщаних нещільних ґрунтах. Догляду за травостоєм немає. На території дослідження союз представлений однією асоціацією.

#### Асоціація *Berteroetum incanae* Siss. et Tidem. ex Siss. 1950

Діагностичні види: види союзу, *Berteroa incana*, *Plantago lanceolata*.

Рослинні угруповання даного типу часто зустрічаються на всій території Києва на супіщаних більш-менш щільних субстратах із низьким рівнем зволоження. Переважно це старі занедбані дернові покриття, що втратили свою декоративність через відсутність регулярного догляду та перейшли в стадію відновлення рослинності. Проективне покриття *Berteroa incana* становить 7-15%, *Plantago lanceolata* - +-5%. Загальне проективне покриття фітоценозів коливається в межах 40-85%.

Типові описи було виконано як у правобережній, так і у лівобережній частині міста на схилах та вздовж доріг чи тротуарів, де повинні формуватися дернові покриття спеціального призначення. Відновлення декоративності фітоценозів даного типу можливе завдяки регулярному скошуванню травостою та частковому підсіванню відповідних газонуутворюючих видів.

### Порядок *Artemisietalia vulgare* Lohm. in R.Tx. 1947

Діагностичні види: *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Carduus acanthoides*, *Atremisia vulgaris*, *A. absinthium*, *Daucus carota*, *Tanacetum vulgare*.

Порядок об'єднує рослинні угруповання високорослих рудеральних видів, що поширені як на відкритих місцезростаннях, так і в помірно освітлених локалітетах. Поширені переважно вздовж доріг, парканів, на покинутих старих газонах, у парках на мало відвідуваних затінених територіях.

Підпорядковані одиниці: союз *Arctium lappa* R. Tx. 1937 em Gutte 1972.

#### **Союз *Arctium lappa* R. Tx. 1937 em Gutte 1972**

Діагностичні види: *Arctium lappa*, *A. tomentosum*, *Artemisia vulgaris*, *Carduus acanthoides*, *Elytrigia repens*, *Melandrium album*, *Urtica dioica*.

Союз об'єднує угруповання дворічних видів, що розповсюджені на порушених пухких субстратах. На газонних покриттях зустрічаються переважно незначними за площею плямами з відносно невеликою кількістю видів. Союз об'єднує дві асоціації, що на дернових покриттях м. Києва представлені зрідка, переважно на давно покинутих площах без будь-якого догляду.

#### **Асоціація *Artemisietum vulgaris* R. Tx. 1942**

Діагностичні види: *Artemisia vulgaris*, *Conyza canadensis*, *Elytrigia repens*, *Taraxacum officinale*.

Угруповання даного типу поширені на слабо погубованих територіях, де ґрунтовий покрив порушено механічно чи водною ерозією. Ґрунт чорноземний опіщаний. Освітленість території 40-100%. Догляду за дерновими покриттями, де поширені дані рослинні комплекси, не проводиться, окрім, можливо, скошування не частіше двох разів на рік. Угруповання зрідка поширені у травостоях культурфітоценозів на всій території міста.

#### **Дериватне угруповання *Lactuca serriola***

Угруповання поширене на сильно опіщаних ґрунтах на добре освітлювальних територіях чи дещо затінених ділянках. Комплекси такого типу є перехідними тимчасовими угрупованням при формуванні рослинних фітоценозів асоціації *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* на порушених та закинутих площах. Характерною рисою є домінування *Lactuca serriola* у травостої (40-50%) та наявність діагностичних видів асоціації, що формується. Для покращення декоративності площ, що знаходяться під угрупованнями даного типу, необхідним є повна заміна рослинного покриву шляхом посіву відповідних для даних умов травосумішей.

### **Висновки**

Таким чином, угруповання рудеральної рослинності досить широко представлені на території регіону дослідження, яке пов'язане, очевидно, з низьким рівнем агротехнічного догляду за декоративним покриттями м. Києва. Більш широко представленим є клас *Chenopodietea*, який представлений двома порядками, 5 асоціаціями та 15 варіантами, що пов'язано з вторинністю походження угруповань даного типу та їх не типовістю для рослинності досліджуваних територій. Клас *Artemisietea vulgaris* представлений значно менше (2 порядки, 3 союзи, 3 асоціації та 2 варіанти). Широкому поширенню угруповань даного типу на дернових покриття перешкоджає періодичне скошування травостою та проникання за рахунок цього видів класу *Agropyreteae repens*. Такий характер зміни рослинності підтверджує вчення В.Р. Вільямса про поетапну природну зміну типу рослинності на порушених ґрунтах.

### **Список літератури**

1. Ишибирдин А.Р., Миркин Б.М., Соломец А.И., Саханов М.Г. Синтаксономия, экология и динамика рудеральных сообществ Башкирии. – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988. – 161 с.
2. Косман Є.Г., Сіренко І.П., Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Новий комп'ютерний метод обробки описів рослинних угруповань // Укр. бот. журн. – 1991. – 48, №2. – С. 98-104.

3. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
4. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
5. Соломаха В.А., Костильов О.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Синантропна рослинність України. – К.: Наук. думка, 1992. – С. 127-197.
6. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. – К.: Фітосоціоцентр, 1996. – 120 с.
7. Соломаха Т.Д., Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Основні асоціації рудеральної рослинності Лівобережного Лісостепу України // Укр. бот. журн. – 1988. – 45, № 4. – С. 19-23.
8. Borhidi A. Critical revision of the Hungarian plant communities. – Pecs, 1996. – 138 p.
9. Braun-Blanquet J. Plant Sociology: The study of plant communities: transl. from Fr. – NewYork-London: McGraw-Hill, 1932. – 439 p.
10. Chytrý M., Tichý L. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. – Brno, 2003. – P. 160-169.
11. Matuszkiewicz W. Prezwodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski. – Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2001. – 540 s.
12. Moravec J. a col. Rostlinna spolecensta Ceske republiky a jejich ohrozeni. 2 vyd. – Priloha, 1995. – 206 s.
13. Passarge Harro. Pflancengesellschaften Nordostdeutschlands 3. III. Caespitosa und Herbosa. – Berlin-Stuttgart, 2002. – S. 88-124.

**Чоха О.В. Синтаксономия растительности газонов г. Киева. Классы *Chenopodietea* та *Artemisietea vulgaris*.** – Осуществлена еколого-флористическая классификация классов *Chenopodietea* и *Artemisietea vulgaris*, которые распространены на газонных покрытиях г. Киева. Приводятся их синтаксономические схемы, представлены характеристики синтаксонов.

*Ключевые слова:* газон, растительность, синтаксономия, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, Киев.

**Choha O.V. Syntaxonomy of Kyiv grass plots vegetation. *Chenopodietea* and *Artemisietea vulgaris* Classes.** – Ecological floristic classification of *Chenopodietea* and *Artemisietea vulgaris* classes, prevailing on the Kyiv grass plots is examined. Syntactic scheme of given class together with syntaxon's characteristics is shown.

*Key words:* grass-plot vegetation, syntaxonomy, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, Kyiv.



УДК 574.4 : 598.2

М.В. Вовк

**РОЛЬ КОЛОНІАЛЬНИХ ПОСЕЛЕНЬ ЧАПЕЛЬ  
У ФОРМУВАННІ КОМПЛЕКСІВ НРК У ҐРУНТОВИХ ПОКРИВАХ  
ДНІПРОВСЬКО-ОРІЛЬСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Дніпропетровський національний університет; 49050, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова, 13  
e-mail: zoolog@mail.dsu.dp.ua

Вовк М.В. Роль колоніальних поселень чапель у формуванні комплексів НРК у ґрунтових покритвах Дніпровсько-Орільського природного заповідника. – Стаття присвячена вивченню інтенсивності накопичення комплексу НРК у ґрунтових покритвах лісових екосистем. *Ardea cinerea* використовується, як трансформатор органічної речовини в колонію, яка розташована на території природного заповідника. Автор розглядає біологічний кругообіг, як головний процес у вивченні ґрунтоутворення.

*Ключові слова:* сіра чапля, ґрунтовий покрив, накопичення, комплекс НРК, екскреторна діяльність.

**Вступ**

Вивченню ролі птахів у різних біогеоценотичних процесах присвячено багато робіт [2, 3, 5, 6 та ін.], в яких увага приділяється значенню трофіки тварин для екосистем. У той же час, значення птахів у природному збагаченні органічною речовиною різних блоків систем майже не розглядалось. Птахи є джерелом надходження органічних речовин у вигляді екскреторних опадів [1, 3, 4]. Дослідження ролі птахів у біогеоценозах, стосувалися, в основному, птахів ентомофагів і фітофагів [7, 8].

Основною метою роботи було дослідження впливу колоніальних поселень сірої чаплі (*Ardea cinerea* (Linnaeus, 1758)) на формування НРК ґрунтів в умовах степової зони України, а також вивчення біогеоценотичного впливу екскрецій птахів на ґрунтовий покрив, на накопичення в ґрунті азоту, фосфору і калію (комплексу НРК).

У зв'язку з цим до завдань роботи входило встановлення масштабів цього впливу на різних ділянках: під гніздами, на нейтральній території.

У 2002 р. колонія сірих чапель Дніпровсько-Орільського природного заповідника нараховувала 297 пар. Саме *Ardea cinerea*, як найбільш численні серед чаплевих, впливають на різні компоненти біогеоценозів.

Дендрофлора району досліджень характеризується наявністю таких деревних порід, як в'яз (*Ulmus laevis* L.), тополя (*Populus nigra* L.), дуб (*Quercus robur* L.). Верхній ярус складають осокір (*Populus nigra*) та дуб. Середній ярус складається переважно з в'язу, нижній ярус складає аморфа (*Amorpha fruticosa* L.). Переважну більшість ценопопуляцій осокора та дуба звичайного складають особини у віковому стані g2, g3.

Вплив сірих чапель виражається в споживанні тваринної продукції в різних зооценозах, у трансформації біогенних речовин, зміні рослинного покриття на території колонії, у біогідрохімічному впливі на водойми. Чаплі можуть у деяких випадках виступати в ролі санітарів водойм, виловлюючи рибу, уражену лигульзом, іншими гельмінтами.

Питання, яке піднімається в останній час, про співвідношення користі і шкоди чаплевих, має багато суперечливих сторін. Немає сумніву в тому, що чаплі можуть приносити шкоду на водоймах, де ведеться інтенсивне рибне господарство, знищуючи молодь риб. Однак розглядати однобічно це питання не можна, тому що поряд зі споживанням риби й амфібій, чаплі знищують велику кількість водяних комах (личинок та імаго), що, у свою чергу, харчуються мальками риб. Особливо це стосується таких комах, як водолюб великий і плавунець облямований. Відомі випадки, коли плавунці знищували все потомство сугів і коропів у вирощувальних ставках [10]. Літературні джерела свідчать, що голінасті, та чаплі зокрема, здатні значно зменшити чисельність цих комах і надавати зворотну дію [12]. Так, Н.Н. Скокова и В.Г. Виноградов [11] відзначають, що 12 тисяч голінастих птахів, що мешкали

у 1953 р. в Астраханському заповіднику, знищували приблизно в тисячу разів менше сьоголіток сазана і вобли, ніж з'їдені ними комахи.

Істотно впливають чаплі і безпосередньо на біогеоценоз, у якому розташована їхня колонія, тому що значна частина тварин, добутих у гніздовий період, приноситься в колонію, тут переробляється й у вигляді органічного опаду надходить у ґрунт і воду. Загальновідомо, що екскременти рибоїдних птахів містять велику кількість азоту, фосфорорганічні сполуки. Добуваючи корм у різних біогеоценозах, чаплі здійснюють трансформацію цих речовин у колонію, де створюється їхня підвищена концентрація. Розподіл екскрементів на території колонії нерівномірний. Чітко виділяються центри впливу, розташовані під гніздом і периферичні частини.

### Матеріал і методика досліджень

Основою для написання даної роботи послужили дані, зібрані в 2000–2003 рр. у змішаній колонії чаплевих, що розташована на території Дніпровсько-Орільського природного заповідника.

Ґрунтові зразки для хімічного аналізу (визначення комплексу азоту, фосфору, калію) відбиралися на території Дніпровсько-Орільського природного заповідника, у місцях відбору екскрецій птахів. Ґрунтові проби відбиралися в місцях інтенсивного впливу, тобто під гніздом чапель, а також провадився добір контрольних ґрунтових зразків (без екскрецій). Зразки ґрунту відбиралися з п'яти ґрунтових горизонтів: 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см, 40–50 см.

Добре просушені ґрунтові зразки були підготовлені до хімічного аналізу шляхом здрібнювання (розтирання в ступці) і видалення сторонніх включень. Визначення вмісту комплексу NPK здійснювалося згідно із методичними вказівками щодо проведення агрохімічних аналізів ґрунту та рослин [9].

Відібрані проби ґрунту висушувалися в сушильній шафі до абсолютно сухої ваги протягом 48 годин при температурі 105–160°C.

На природних ділянках (без екскрецій) вміст азоту в середньому  $0,535 \pm 0,09$  мг/100 г ґрунту. У місцях багаторічної дії екскрецій вміст азоту сягає  $2,227 \pm 0,22$  мг/100 г ґрунту. Реальна ефективність приросту азоту складає 1,742 мг/100 г ґрунту, що відповідає 325,6%.

Найбільш інтенсивно процес накопичення азоту протікав на глибині 0–10, 10–20 см (363,9; 391,0%), найменш інтенсивно – на глибині 40–50 см (171,3 %).

Із наведених нижче даних випливає, що в результаті багаторічного впливу екскрецій чапель кількість азоту в ґрунті значно зростає.

Таблиця 1

### Накопичення азоту. Вплив екскрецій чапель у місцях колоніальних поселень у заплавах дібровах Дніпровсько-Орільського природного заповідника

Глибина забору проб, см	Контроль M ± m	Під колонією чапель M ± m	Ефективність		t	p
			Фактична, мг/100 г ґрунту	y, %		
0–10	1,037 ± 0,11	4,811 ± 0,49	3,774	363,9	7,548	0,999
10–20	0,628 ± 0,07	3,086 ± 0,92	2,458	391,0	2,670	0,994
20–30	0,468 ± 0,06	1,517 ± 0,15	1,049	223,7	6,170	0,999
30–40	0,329 ± 0,04	1,395 ± 0,11	1,066	324,0	8,883	0,999
40–50	0,213 ± 0,18	0,578 ± 0,05	0,365	171,3	5,155	0,999
0 – 50	0,535 ± 0,09	2,227 ± 0,22	1,742	325,6	7,258	0,999

*Примітка:* t – критерій вірогідності; p – достовірність відмінності показників на контрольних площах та площах у колонії чапель

У порівнянні із вмістом фосфору в місцях без екскрецій чапель (у середньому  $19,99 \pm 2,18$ ), вміст фосфору в ґрунті під колонією чапель досягав  $58,94$  мг/100 г ґрунту. Реальний приріст склав  $38,94$  мг/100 г ґрунту або  $194,7\%$ .

Найбільш інтенсивно процеси нагромадження фосфору протікали на глибині  $30-40$ ,  $40-50$  см ( $282,0$  і  $243,2\%$  відповідно), менш інтенсивно – на глибині  $0-10$  см ( $117\%$ ).

Таким чином, тривалий вплив екскрецій чапель зумовлює значне збільшення кількості фосфору в ґрунті.

Таблиця 2

**Накопичення фосфору. Вплив екскрецій чапель у місцях колоніальних поселень у заплавах Дніпровсько-Орільського природного заповідника**

Глибина забору проб, см	Контроль $M \pm m$	Під колонією чапель $M \pm m$	Ефективність		t	p
			Фактична, мг/100 г ґрунту	у, %		
0–10	$32,13 \pm 3,02$	$69,73 \pm 6,28$	37,59	117,0	5,409	0,999
10–20	$21,16 \pm 2,23$	$59,61 \pm 6,40$	38,45	181,7	5,696	0,999
20–30	$16,40 \pm 1,54$	$56,82 \pm 6,11$	35,66	223,0	5,660	0,999
30–40	$14,58 \pm 1,32$	$55,70 \pm 6,02$	41,12	282,0	6,632	0,999
40–50	$15,71 \pm 1,48$	$53,82 \pm 6,14$	38,11	243,2	6,039	0,999
0–50	$19,99 \pm 2,18$	$58,93 \pm 6,19$	38,94	194,7	5,935	0,999

*Примітка:* t – критерій вірогідності; p – достовірність відмінності показників на контрольних площах та площах у колонії чапель

Реальний приріст калію в порівнянні з місцями без надходження екскрецій чапель склав  $326,15$  мг/100 г ґрунту або  $210,4\%$  ( $154,98 \pm 14,96$  і  $481,13 \pm 47,33$  мг/100 г ґрунту відповідно).

Таблиця 3

**Накопичення калію. Вплив екскрецій чапель у місцях колоніальних поселень у заплавах Дніпровсько-Орільського природного заповідника**

Глибина забору проб, см	Контроль $M \pm m$	Під колонією чапель $M \pm m$	Ефективність		t	p
			Фактична, мг/100 г ґрунту	у, %		
0–10	$227,24 \pm 20,83$	$689,13 \pm 65,11$	461,89	203,3	6,772	0,999
10–20	$208,17 \pm 21,33$	$513,71 \pm 49,78$	305,54	146,8	5,647	0,999
20–30	$157,29 \pm 13,48$	$451,72 \pm 42,17$	294,43	187,2	6,663	0,999
30–40	$99,85 \pm 10,12$	$388,97 \pm 39,42$	289,12	289,5	7,086	0,999
40–50	$82,37 \pm 9,03$	$362,17 \pm 40,18$	279,80	339,5	6,807	0,999
0–50	$154,98 \pm 14,96$	$481,13 \pm 47,33$	326,15	210,4	6,588	0,999

*Примітка:* t – критерій вірогідності; p – достовірність відмінності показників на контрольних площах та площах у колонії чапель

Таким чином, як і в експериментах з накопичення азоту і фосфору в ґрунті, кількість калію в залежності від часу впливу екскрецій значно зростає.

Час впливу екскрецій на ґрунт впливає на інтенсивність накопичення комплексу NPK у ґрунті.

## Результати та їх обговорення

Екскреторний опад птахів є одним з найважливіших джерел надходження зоогенних органічних речовин у лісові екосистеми. Вони є додатковим балансом природних добрив і живильним середовищем для розвитку мікрофлори. Кількість екскрецій, що надходять – значна. Тільки в заплавної частині лісу таке повернення складає 15,6–17,4 кг за вегетаційний період, на аренних дібровах 5,4–7,3 кг/га, у штучних насадженнях 4,6–5,7 кг/га. За даними В.Л. Булахова [2, 3], в середньому, у більшості біогеоценозів на підстилку і ґрунт надходить 62% екскрементів хребетних тварин, 38% попадає на гілки дерев та інші елементи просторової структури.

Орнітологічне повернення відіграє важливу роль як добриво, що сприяє збільшенню родючості ґрунтів. З органічним поверненням вноситься в ґрунт у великій кількості фосфор і речовини, що містять азот, а також сполуки калію. Улучення екскрецій у ґрунтовий склад сприяє активізації процесів накопичення комплексу NPK у ґрунті.

Екскреції птахів містять велику кількість органічних речовин (у мг %):  $P_2O_5$  – 1,3-7,5; загальний азот – 2,0-3,6; гідролізуємий азот – 1,1-1,3;  $K_2O$  – 2,1-3,3. За один літній місяць птахи в байрачних дібровах Придніпров'я "вносять" у різні роки до 6-7 кг/га найціннішої органіки, а за рік – ця величина досягає 37,4-62,5 кг/га, що складає до 30% від внесених органічних речовин усім складом хребетних тварин.

Проведені дослідження показали, що екскреції є як прямим джерелом надходження комплексу NPK, так і найважливішим каталізатором збільшення чисельності редуцентів мікрофлори (на 21,7-28,9%), що сприяє процесу деструкції мертвого опаду в лісових ґрунтах. У результаті прямого внесення і звільнення в процесі деструкційного процесу, ґрунт значно збагачується на комплекс NPK. Час ефективного впливу екскрецій птахів на нагромадження азоту, фосфору і калію складає до 2-х років. Кількість азоту через півроку (у п'ятдесяти сантиметрах товщі ґрунту) у місцях екскрецій зростає в порівнянні з контролем на 28,8%, через рік на 39,3, через два роки на 18,7, через 2,5 роки – на 3,5 %. Найбільш ефективний вплив екскрецій на нагромадження азоту в ґрунті відзначається через два роки і збігається з моментом самої мінералізації екскрецій.

На першому році дії екскрецій приріст азоту в ґрунті складає: у ґрунтовому горизонті 0-10 см – 73,6%; 10-20 см – 39,1%; 20-30 см – 14,0%; 30-40 см – 10,6%; 40-50 см – 6,8%.

Збільшення кількості фосфору під впливом екскрецій птахів також досить ефективно. Усього на 50-ти см товщі ґрунту приріст фосфору в порівнянні з контролем через півроку складає 7,9%; через рік – 11,6; через два роки – 11,8%. У той же час, на поверхневих горизонтах ґрунту, приріст його наприкінці мінералізаційного процесу склав 27,2%; у середніх горизонтах – у межах 5,0-9,2 на найглибших горизонтах – 48,9%.

Кількість калію в ґрунті під екскреціями птахів за цей же проміжок часу зростає по всій товщі ґрунту відповідно на 15,4%; на 22,8; на 8,7%. Найбільш ефективно його нагромадження спостерігається в середніх горизонтах ґрунтів (на 11,7-23,8%) і незначне – у верхніх (2,9 і 8,5%). Відповідно до збільшення комплексу NPK відзначається і збільшення гумусу на 8,1-25,4%.

Значна роль екскреціям птахів належить у прискоренні деструкційних процесів, а тим самим у прискоренні біологічного кругообігу речовин у системі "рослина – ґрунт". Надходження екскрецій птахів у підстилку стимулює деструктивну діяльність сапрофітних і редуцентних організмів, що обумовлюють мінералізацію мертвого рослинного опаду. Так, експериментально встановлено, що через півроку ступінь мінералізації підстилки в порівнянні з контролем зростає на 18,2-21,7%, а через рік на 31,7-42,8%. Повний процес мінералізації завершується раніше на 4-5 місяців у порівнянні з контролем.

Екскреції птахів відіграють велику роль у прискоренні кругообігу речовин і в ґрунтоутворюючих процесах. Це може служити необхідним вагомим аргументом у позитивній оцінці функціональної діяльності птахів у природних екосистемах.

## Висновки

У результаті багаторічного впливу екскрементів чапель, процес накопичення в ґрунті комплексу НРК можна виразити наступними цифрами: азот – усереднена ефективність 325,6%; фосфор – усереднена ефективність 194,7; калій – усереднена ефективність 210,4%.

Екскреторна діяльність чапель є важливим екологічним фактором у розвитку трав'яного покриву і формування комплексу НРК. Трав'яний покрив зазнає певних змін, пов'язаних із забрудненням листової пластинки, всиханням нижніх гілок та їх обламування. Кількість азоту в місцях екскреторного впливу збільшується на 111,6%, фосфору – на 83,2, калію – на 126,0%.

Завдяки екскреторній діяльності відбувається диференціація вертикальної структури ґрунтового покриву. Була простежена лінійна динаміка накопичення елементів. Процес фіксації елементів відбувається рівномірно протягом міграції в нижні ґрунтові горизонти.

## Список літератури

1. Апостолов Л.Г., Булахов В.Л., Романеев Н.С. Характеристика зимнего питания птиц в условиях лесных биогеоценозов степной зоны юго-востока УССР // Мат. VI Всесоюз. орнитолог. конф. – М., 1974. – Ч. 1. – С. 254-255.
2. Булахов В.Л. О роли позвоночных животных в формировании биомассы и биологической продуктивности в лесных биогеоценозах степной хоны УССР // Вопросы степного лесоведения. – Днепропетровск, 1972. – Вып. 3.
3. Булахов В.Л. Характеристика средообразующей деятельности позвоночных животных в лесах степной зоны юго-востока УССР // Вопросы степного лесоведения: Тр. комплексной экспедиции ДГУ. – Днепропетровск, 1973. – Вып. 4. – С.117-125.
4. Булахов В.Л., Губкин А.А., Романеев Н.С. Трофическая роль птиц в лесах степной зоны Украины // Тез. докл. стендовых сообщений 18-го Междунар. орнитолог. конгр. – М.: Наука, 1982. – С. 137-138.
5. Булахов В.Л., Щербакова С.И. Значение птиц в потреблении первичной продукции в лесных биогеоценозах степной зоны Украины // Вопросы степного лесоведения и научные вопросы лесной рекультивации земель: Тр. Комплексной экспедиции ДГУ. – Днепропетровск: ДГУ, 1985. – Вып. 15. – С. 47-50.
6. Значение птиц в биологической защите лесных биогеоценозов степного Приднепровья / Л.Г. Апостолов, В.Л. Булахов, А.А. Губкин, Н.С. Романеев // Использование химических и биологических средств в борьбе с вредителями леса. – М.: Б. и., 1976. – С. 8-9.
7. Иноземцев А.А. Роль насекомоядных птиц в лесных биоценозах. – Ленинград: ЛГУ, 1978. – 263 с.
8. Королькова Г.Е. Влияние птиц на численность вредных насекомых. – М.: АН СССР, 1963. – 127 с.
9. Методические указания по проведению агрохимических анализов почвы и растений. – Днепропетровск, 1978. – С.4-9.
10. Никольский Н.Н. Почвоведение. – М.: Учпедгиз, 1963. – 304 с.
11. Скокова Н.Н., Виноградов В.Г. Охрана местообитаний водно-болотных птиц. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.
12. Смогоржевский Л.А. Рыбоядные птицы Украины: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – К., 1960. – С. 8-9.

**Вовк М.В. Роль колониальных поселений чапель в формировании комплексов НРК в почвенных покровах Днепровско-Орельского природного заповедника.** – Статья посвящена изучению интенсивности накопления комплекса НРК в почвенных покровах лесовых экосистем. *Ardea cinerea* используется, как трансформатор органического вещества в колонию, которая находится на территории природного заповедника. Автор рассматривает биологический круговорот, как основной процесс в изучении почвообразования.

*Ключевые слова:* серая цапля, почвенный покров, накопление, комплекс НРК, экскреторная деятельность.

**Vovk M.V. The role of colonial settlements of gray herons in creation of NPK-complexes in top-soil of Dnieper-Orelsk natural reserve.** – The article is devoted to the research of the intensity of accumulation on complex NPK in soil coverings of the forest ecosystem. *Ardea cinerea* make use as a transformer of the organic substances to the colony, which is situated on the territory of natural reserves. The author considers biological circulation as a main process in the studies of soil-forming.

*Key words:* gray heron, top-soil, accumulation, NPK-complex, excretory activity.

А.І. Головатюк, Є.І. Лапін

**ЕКОЛОГО-ФАУНІСТИЧНА СТРУКТУРА ТУРУНІВ (COLEOPTERA, CARABIDAE) БАЛКОВОЇ СИСТЕМИ В ПІДЗОНІ ТИПЧАКОВО-КОВИЛОВИХ СТЕПІВ***Криворізький державний педагогічний університет; 50086, м. Кривий Ріг, пр. Гагаріна, 54*

Головатюк А.І., Лапін Є.І. Еколого-фауністична структура турунів (Coleoptera, Carabidae) балкової системи в підзоні типчаково-ковилових степів. – Вивчена еколого-фауністична структура представників родини Carabidae в підзоні типчаково-ковилових степів, які збереглися в балці Зелена. Наведені дані з видового складу, чисельності, екобіоморфічної та трофічної структури турунів. Простежуються закономірності змін чисельності та видового складу карабід у залежності від розміщення ділянок у різних елементах рельєфу. Розподіл турунів за спектром життєвих форм зумовлений степовим характером району дослідження.

*Ключові слова:* туруни, балкові системи, фауна турунів, екобіоморфічні групи, трофічні групи, плеяди.

**Вступ**

Туруни – одна з найбільших родин твердокрилих, представники якої широко розповсюдженні, чутливо реагують на зміни в зовнішньому середовищі [4]. Лише в деяких місцях збереглися майже антропогенно не трансформовані степові біогеоценози. Вивчення твердокрилих, зокрема турунів, що мешкають у таких умовах, де зберігся природний рослинний покрив, можна назвати базовими. Результати цих досліджень дозволять встановлювати і порівнювати рівень антропогенної трансформації біотопів, що підпали під дію антропогенних чинників. Балкові системи в підзоні типчаково-ковилових степів зазнали найменшого впливу антропогенних чинників й збереглися в більш-менш природному стані. Тому, мета нашої роботи – вивчення видового складу, кількісної, трофічної та екобіоморфічних характеристик комплексів турунів балкових систем на прикладі балки Зелена, яка розташована в околицях с. Полтавка Інгулецького району Дніпропетровської області.

Дослідження проводились на 4-х ділянках:

1 – прибалок, що примикає до лівих схилів балки Зелена, що знаходиться за 2 км на південний схід від залізничної станції Полтавка. Кут нахилу 5-6°. Трав'яний покрив представлений *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaud., *Veronica steppacea* Kotov., *Centaurea adpressa* Ledeb., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC, *Linum perenne* L., *Achillea pannonica* Scheele та інші, з проективним покриттям (ПП) – 0,90. Ґрунтовий покрив представлено чорноземами південними, які мають дещо нижчу глибину скипання ніж звичайно. Механічний склад їх легко суглинистий, з деяким ущільненням горизонту В, підстилаючи породи – леси. Екосистема транзитно-автономного типу.

2 – розміщена на крутому схилі цієї ж балки. Експозиція південно-західна, кут нахилу 24-25°. Основу рослинного покриву складають *Jurinea brachycephala* Klok., частково *J. arachnoidea* Bunge з *Linum czernjaevii* Klok. з ПП  $\approx$  0,5. Ґрунти дерново-степові, малопотужні, фрагментарні, примітивно сформовані, підстелені вапняками. Екосистема транзитного типу.

3 – підніжжя того ж схилу, простежується акумулятивне нагромадження дрібнозему. Рослинний покрив складається з *Elytrigia repens* (L.) Desv., *Plantago major* L., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka з загальним ПП – 0,85-0,9. На прогинах відмічаються чагарникові зарості *Crataegus fallacina* Klok., *Rosa corymbifera* Borkh., *R. dumalis* Bechst., *Prunus stepposa* Kotov. Як правило, ґрунти лучні, багатощарові, в яких чітко виділяються шари різної потужності та з різним вмістом гумусу. Інколи між ними є прошарки з уламків вапняку. Екосистема транзитно-акумулятивного типу.

4 – лісосмуга, віком понад 30 років, яка складається з *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Robinia pseudoacacia* L. та *Armeniaca vulgaris* Lam. Трав'яний покрив представлений *Elytrigia repens* (L.) Desv., *Poa angustifolia* L., *Galium aparine* L., *Echium vulgare* L., *Carduus acanthoides* L. ПП = 0,4-0,5. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами, аналогічні тим, що описано на ділянці 1. Екосистема транзитно-автономного типу.

### Матеріал та методи

Матеріал зібрано в період з 13 квітня по 5 жовтня 2003 року методом модифікованих банок – пасток Барбера-Гейлера [5]. На кожній з чотирьох ділянок було виставлено по 10 пасток на відстані одна від одної 10 м. Пастки заливали 4% розчином формаліну об'ємом 150-200 мл, які періодично перевірялись через 10-15 днів. З метою порівняння фауни, чисельності, екобіоморфічних, трофічних груп та відношення до вологості, був використаний коефіцієнт Жаккара. Для розрахунку коефіцієнтів подібності екобіоморфічних та трофічних груп, а також відношення до вологості формула мала такий вигляд:

$$J = \frac{\Sigma_{\min} * 100}{A + B - \Sigma_{\min}},$$

де  $\Sigma_{\min}$  – сума мінімальних значень параметра.

Розподіл турунів за домінуванням наведено за В.Є. Карповою [2]. Спектр життєвих форм встановлено за І.Х. Шаровою [6].

### Результати та обговорення

За 7040 пасткодіб відловлено 7937 особин твердокрилих, з яких 2290 – представники родини Carabidae. Їх частка становить 29% від загальної кількості відловлених твердокрилих. Встановлено, що тут мешкають представники 62 видів із 26 родів (табл. 1). Пересічна уловистість турунів – 3,3 особин на 10 пасткодіб.

Таблиця 1

Видовий склад турунів досліджуваних біотопів

№ п/п	Видовий склад	Д і л я н к и				Всього	Участь, %
		1	2	3	4		
1	<i>Cicindela campestris</i> L.	+	+	+	-	7	0,31
2	<i>Calasoma auripunctatum</i> Hbst.	-	-	+	+	6	0,26
3	<i>Carabus convexus</i> F.	-	-	-	+	3	0,13
4	<i>Notiophilus laticollis</i> Chd.	-	-	-	+	4	0,17
5	<i>Dyschirius globosus</i> Hbst.	+	-	+	-	2	0,09
6	<i>Brosicus cephalotes</i> L.	-	+	-	+	14	0,61
7	<i>Bembidion properans</i> Steph.	-	-	+	+	2	0,09
8	<i>Trechus quadristriatus</i> Schrnk.	-	-	-	6	6	0,26
9	<i>Badister bullatus</i> Schrnk.	-	-	-	+	1	0,04
10	<i>Licinus cassideus</i> F.	+	-	-	-	1	0,04
11	<i>Chlaenius decipiens</i> Duft.	+	+	+	-	17	0,74
12	<i>Poecilus sericeus</i> F.-W.	+	+	+	+	6	0,26
13	<i>P. cupreus</i> L.	-	-	-	+	2	0,09
14	<i>P. versicolor</i> Sturm.	-	+	+	+	6	0,26
15	<i>Platyderus rufus</i> Duft.	-	-	-	+	2	0,09
16	<i>Calathus halensis</i> Schall.	-	+	+	+	24	1,05
17	<i>C. fuscipes</i> Gz.	+	+	+	+	308	13,45
18	<i>C. ambiguus</i> Pk.	+	+	+	+	419	18,30
19	<i>C. erratus</i> C. Sahlb.	-	-	+	-	1	0,04
20	<i>C. melanocephalus</i> L.	+	-	+	+	22	0,96
21	<i>Laemostenus koeppeni</i> Motsch.	-	-	-	+	1	0,04
22	<i>Amara lucida</i> Duft.	-	-	+	-	1	0,04
23	<i>A. eurynota</i> Pz.	-	+	-	-	1	0,04
24	<i>A. similata</i> Gyll.	-	+	+	+	11	0,48
25	<i>A. ovata</i> F.	-	-	+	+	4	0,17



№ п/п	Видовий склад	Ділянки				Всього	Участь, %
		1	2	3	4		
26	<i>A. montivaga</i> Sturm.	-	-	+	-	1	0,04
27	<i>A. sabulosa</i> Zimm.	+	+	+	+	55	2,40
28	<i>A. apricaria</i> Pk.	-	-	-	+	2	0,09
29	<i>A. crenata</i> Dej.	-	-	+	-	1	0,04
30	<i>A. equestris</i> Duft.	+	+	+	+	39	1,70
31	<i>A. pastica</i> Dej.	+	-	-	-	1	0,04
32	<i>Curtonotus aulicus</i> Pz.	-	-	-	+	1	0,04
33	<i>Zabrus tenebrioides</i> Gz.	+	+	+	+	75	3,27
34	<i>Z. spinipes</i> F.	+	+	+	+	85	3,71
35	<i>Ophonus obscurus</i> F.	-	-	+	-	1	0,04
36	<i>O. diffinis</i> Dej.	-	-	+	-	1	0,04
37	<i>O. rufibarbis</i> Redt.	-	-	+	-	3	0,13
38	<i>O. seladon</i> Schaub.	+	+	+	+	5	0,22
39	<i>O. cordatus</i> Duft.	+	-	+	-	4	0,17
40	<i>O. azureus</i> F.	+	+	+	+	123	5,37
41	<i>Harpalus calceatus</i> Duft.	-	-	+	+	34	1,48
42	<i>H. rufipes</i> Dej.	+	+	+	+	501	21,88
43	<i>H. griseus</i> Pz.		+	+	+	146	6,38
44	<i>H. dimidiatus</i> Rossi.	-	-	-	+	1	0,04
45	<i>H. distinguendus</i> Duft.	-	+	+	+	23	1,01
46	<i>H. smaragdinus</i> Duft.	+	+	+	+	180	7,86
47	<i>H. oblitus</i> Dej.	-	-	+	-	1	0,04
48	<i>H. atratus</i> Latr.	-	-	+	-	1	0,04
49	<i>H. rubripes</i> Duft.	-	+	+	+	25	1,09
50	<i>H. tardus</i> Pz.	-	-	+	+	12	0,52
51	<i>H. anxius</i> Duft.	+	+	+	+	57	2,49
52	<i>H. serripes</i> Quens.	+	+	-	-	2	0,09
53	<i>H. amator</i> Rtt.	-	-	-	+	2	0,09
54	<i>H. vernalis</i> Duft.	-	-	+	-	2	0,09
55	<i>Acupalpus interstitialis</i> L.	-	+	-	-	1	0,04
56	<i>Syntomus</i> sp.	-	+	+	+	6	0,26
57	<i>Microlestes fissuralis</i> Rtt.	+	-	+	+	19	0,83
58	<i>M. maurus</i> Sturm.	-	-	+	-	3	0,13
59	<i>Cymindis lineola</i> Duft.	-	-	+	-	1	0,04
60	<i>C. macularis</i> Dej.	-	-	-	+	1	0,04
61	<i>C. violacea</i> Chd.	+	-	-	-	1	0,04
62	<i>Brachinus crepitans</i> L.	-	-	-	+	11	0,48
Абсолютна чисельність турунів		161	257	846	1029	2290	-

Найбільш різноманітними за видовим складом були роди *Amara* та *Harpalus* (по 10 видів), *Ophonus* (7 видів) та *Calathus* (5 видів). Інші роди представлені 2–1 видом.

На першій ділянці зареєстровано 161 представник родини турунів. Їх частка складала 15% від загальної кількості відловлених твердокрилик. Уловистість – 0,9 особи на 10 пасткодіб. Виявлено 21 вид турунів з 13 родів. За кількістю видів домінували роди *Harpalus* (4 види) та *Amara* (3 види), але представники цих видів були відмічені в одиничних екземплярах, за винятком *Harpalus smaragdinus* – 12,4%. Інші роди представлені 1–2 видами. На початку польового сезону домінували *Zabrus spinipes*, а в кінці *Pseudophonus rufipes* та *Calathus ambiguus* (23,6, 20,5 та 12,4% відповідно). Субдомінували *Z. tenebrioides* та *C. fuscipes* (відповідно 6,2 та 4,3% від загальної кількості турунів відмічених на ділянці), їх

чисельність зменшується від початку до кінця зборів. Представники інших видів малочисельні та характеризуються як звичайні. За відношенням до вологи на ділянці переважають мезофільні види (11), ксерофільних видів відмічено 9, зареєстровано 1 гігрофіл – *Chlaenius decipiens*.

На другій ділянці відмічено 257 представників карабід (відповідно 30,1% від загальної кількості відловлених твердокрилих на ділянці), їх уловистість – 1,5 особини на 10 пасткодіб. Фауна турунів представлена 25 видами з 11 родів. Рід *Harpalus* включає 5 видів, рід *Amara* – 4. Домінуючим виявився *Harpalus smaragdinus*, чисельність якого була постійною від початку липня до кінця серпня. Представники цього виду утворюють частку 50,1% від загальної кількості відловлених турунів на ділянці і є фоновими (супердомінантними). Трохи менше представників домінантного виду *Pseudophonus rufipes* (18,3%), кількість якого почала поступово зростати з першої декади серпня до другої декади вересня. До субдомінантних відносяться *Zabrus tenebrioides*, *Z. spinipes* та *H. anxius* (відповідно 8,6, 4,7 та 3,9%), їх чисельність була однаковою протягом усього періоду зборів. За відношенням до вологості, окрім мезофілів, зареєстровано 6 ксерофільних видів та 1 гігрофіл.

На днищі балки було відловлено 846 турунів, які утворюють частку 21,2% від загальної кількості відмічених тут карабід. Їх уловистість – 4,8 особин на 10 пасткодіб. Карабідофауна характеризується найбільшою кількістю видів серед усіх екоотопів – 42 види з 16 родів. У цьому відношенні домінують роди *Harpalus*, *Ophonus* (по 7), а також *Calathus* та *Amara* (по 5 видів). За кількісними показниками до домінуючих відносяться *Calathus fuscipes* Pz., *Pseudophonus rufipes* (33,5 і 19,4%), чисельність яких різко збільшилась у кінці серпня та поступово зростала до кінця польового сезону, а також *Ophonus azureus* (11,6% відповідно), представники якого були чисельними з першої декади липня до першої декади серпня. Субдомінантними є *Calathus ambiguus*, *Harpalus smaragdinus*, *Zabrus tenebrioides*, *Z. spinipes*, *Amara sabulosa* та *A. equestris* (від 6,7 до 3%). Чисельні показники таких видів як *C. ambiguus* та *A. sabulosa* найвищі з середини серпня до початку липня, *H. smaragdinus* та *Z. tenebrioides* з'являються на початку серпня й до кінця вересня поступово зменшують свою чисельність. Представники *Z. spinipes* мають високі кількісні показники лише до кінця травня, надалі вони зустрічаються поодинокі. За відношенням до вологості відмічено 7 видів – ксерофілів та 1 гігрофільний вид, усі інші відносяться до мезофілів.

Фауна турунів у лісосмузі представлена 39 видами з 21 роду, чисельність їх найбільша (1029 особин). Пересічна уловистість карабід – 5,8 особин на 10 пасткодіб, а їх частка тут становить 45% від усієї кількості колеоптерофауни на ділянці, де вони є домінуючою родиною. Ймовірно, це зумовлено проміжним розміщенням лісосмуги між балкою Зелена та агроценозом. Як і на попередніх ділянках за кількістю видів домінував рід *Harpalus* та *Amara* (відповідно 7 та 5). Рід *Calathus* включає в себе 4 види, а *Ophonus* – 3. Відмічено домінування представників таких видів як *Pseudophonus rufipes*, *Calathus ambiguus*, *Ps. griseus* та *C. fuscipes* (25,0, 21,8, 13,9 та 12,0% відповідно). Чисельність представників цих видів протягом усього польового сезону залишалась незначною, але вона різко збільшилась з кінця серпня й продовжувала зростати до жовтня (рис. 1) що, ймовірно, обумовлено осіннім типом розмноження вказаних видів турунів [7]. Крім того, на поряд розташованому агроценозі скошили ячмінь, що теж вплинуло на збільшення представників цих видів у лісосмузі [1, 3, 7]. Субдомінантними на ділянці виявилися *C. melanocephalus* та *Ophonus calceatus* (відповідно 3,7 та 3,2%). Звичайними є *Amara sabulosa*, *Harpalus smaragdinus*, *H. rubripes*, *O. azureus*, *C. halensis*, *C. melanocephalus* L., *Broscus cephalotes* та *A. equestris* (від 2,8 до 0,5%). Представники інших видів є малочисельними та складають частки менше 0,5%.

Видовий склад та чисельність турунів, що мешкають у балці Зелена, зумовлені особливостями водного режиму, котрі пов'язані з розміщенням ділянок у різних елементах рельєфу. Крім того, зареєстровані види турунів, різноманітні за фенологічними характеристиками. Всього було відмічено 36 видів, які відносяться до весняного типу розмноження, 11 – до осіннього та 16 – до літньо-осіннього типу. Слід зазначити, що більшість масових видів турунів – це типові осінні види. Починаючи з кінця серпня до

другої декади жовтня (див. рис. 1), загальні чисельності турунів майже на всіх ділянках зростають саме за рахунок представників вище вказаних видів. На наш погляд, це пов'язано з збільшенням імаго за рахунок інтенсивного відродження з лялечок представників цих видів. Більшість відловлених особин мали характерну рису нововідроджених жуків – забарвлення від світло-жовтого до світло-коричневого. Не можна також заперечувати такий факт, що другою причиною збільшення чисельності турунів в осінній період у лісосмузі зумовлений їх підготовкою до зимівлі у листовій підстилці.

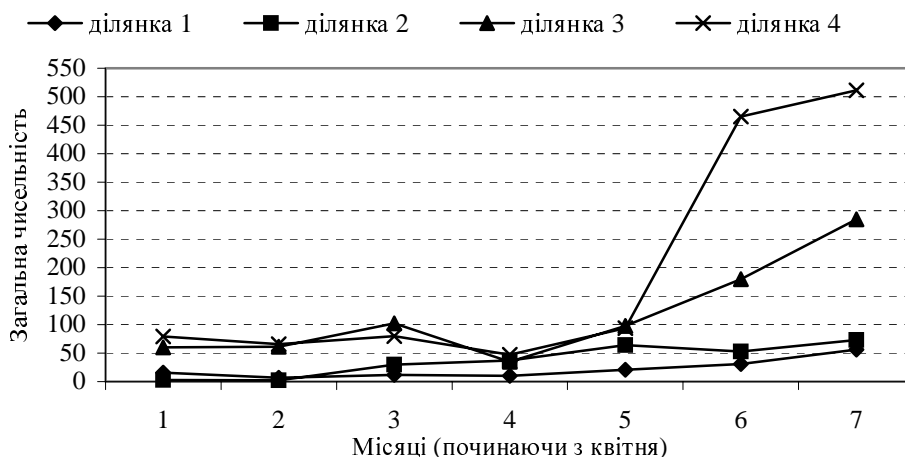


Рис. 1. Динаміка чисельності турунів досліджених ділянок

Спектр життєвих форм турунів (табл. 2, рис. 2) балки Зелена включає два класи та характеризується переважанням міксофітофагів над зоофагами. Міксофітофаги включають 3 екобіоморфічні групи з високими чисельними показниками (відповідно 61,2%). Зоофаги включають 6 груп екобіоморф та становлять 38,8% від загальної кількості відловлених турунів. Клас міксофітофаги представлений 33 видами, що відносяться до таких екобіоморфічних груп: стратохортобіонти (8 видів), геохортобіонти (23 види) та геобіонти (2 види). Зоофаги представлені 29 видами, які утворюють 6 екобіоморфічних груп: стратобіонти підстилкові (11 видів), стратобіонти підстилково-грунтові, епігеохортобіонти, стратобіонти підстилково-поверхневі (по 3 види) та стратобіонти підстилково-тріщинні (5 видів).

Аналізуючи спектри життєвих форм карабід різних екоотопів балки Зелена, було виявлено, що міксофітофаги найчисельніші на ділянках 1 та 2 (відповідно 78,9 та 89,5%), серед яких на 1-й ділянці переважають геобіонти, до складу яких входять види з роду *Zabrus*, а на 2-й ділянці домінуючими є геохортобіонти. Частки зоофагів складають лише 21,1 та 10,5% відповідно. Серед зоофагів домінують представники стратобіонтів підстилкових, до яких відносяться деякі види з роду *Calathus*. Отже, такий розподіл турунів за життєвими формами обумовлюється специфічними умовами екоотопів 1 та 2 (типчакково-ковилова асоціація з глибоким заляганням вапняків на ділянці 1 та круті сильнокам'янисті схили на ділянці 2). На ділянках 3 та 4 значення зоофагів та міксофітофагів майже подібні, але з невеликим переважанням класу міксофітофагів. Серед екобіоморф тут домінують стратобіонти підстилкові, для яких на дніщі балки та в лісосмузі є сприятливі умови для проживання – наявність потужного шару підстилки, яка на ділянці 3 утворилася в наслідок змивання органічних решток, а на ділянці 4 – за рахунок листового опадку.

## Життєві форми угруповань твердокрилих досліджуваних ділянок (у %)

Екобіоморфічні групи	Ділянки				Всього
	1	2	3	4	
1. Стратохортобіонти	25,6	20,6	31,7	40,8	34,6
2. Стратобіонти підстилкові	17,5	5,7	41,4	37,6	34,5
3. Геохортобіонти	19,9	55,5	14,2	16,2	19,0
4. Стратобіонти підстилково-грунтові	0,7	1,9	0,6	0,4	0,7
5. Епігеохортобіонти	0,7	-	0,4	0,5	0,2
6. Геобіонти	32,9	15,1	9,1	2,3	8,5
7. Стратобіонти поверхнево-підстилкові	0,7	-	0,2	-	0,4
8. Епігеобіонти літаючі	0,7	0,8	0,5	-	0,3
9. Стратобіонти підстилково-тріщинні	1,3	0,4	1,9	2,2	1,8
10. Абсолютна чисельність турунів	161	257	846	1029	2290



Рис. 2. Кількісна трофічна характеристика угруповань турунів

Як видно, в балці Зелена клас міксофітофагів переважає над зоофагами. Особливо це проявляється на ділянках 1 і 2 на яких присутні більш ксерофільні умови ніж на 3 та 4 ділянках. Такий розподіл турунів за спектром життєвих форм є характерним для степової зони [2, 6].

У результаті розрахунків були побудовані дендрити за формою ланцюга, які дозволяють оцінити рівень зв'язків між карабідокомплексами ділянок балки.

Як видно, угруповання карабідокомплексів на дендриті подібності на фауністичному рівні об'єднуються в плеяду зі слабким типом зв'язку (рис. 3 а), що свідчить про різноякісність умов на ділянках.

На дендриті подібності за чисельністю (рис. 3 б) між угрупованнями відсутній будь-який зв'язок, що теж пояснюється різноякісністю ділянок.

На дендриті подібності за екобіоморфами (рис. 3 в) виділяється плеяда з помірним типом зв'язку, в яку входять угруповання з ділянок 3 та 4, що подібні між собою наявністю потужного шару підстилки. Ділянки 1-3 утворюють плеяду зі слабким рівнем зв'язку, бо умови на них різноякісні.

На дендриті подібності за трофічними групами (рис. 3 г) виділяється дві плеяди з сильним рівнем зв'язку. Подібність між угрупованнями ділянок 1 та 2 обумовлена їх близьким розміщенням одна від одної, а висока подібність між угрупованнями 3 та 4 ділянок зумовлена схожими умовами зволоження та наявністю деревних та чагарникових рослин. Між плеядами встановлено зв'язок зі слабким рівнем, що підтверджує особливості трофічної структури турунів у степовій зоні.

За відношенням до вологості (рис. 3 д) виділяються дві плеяди з помірними зв'язками, що зумовлено подібними ксерофільними умовами на ділянках 1 і 2 та більш мезофільними умовами на 3-й і 4-й ділянках.

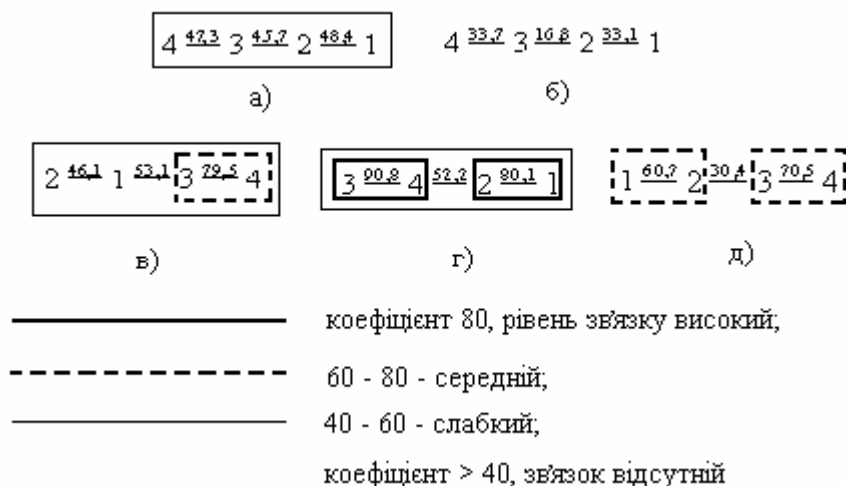


Рис. 3. Дендрити подібності: а) за фауною; б) чисельністю; в) екобіоморфічними групами; г) трофічними групами; д) за відношенням до вологості

### Висновки

У результаті дослідження було встановлено, що відмінності між фауністичним складом турунів та їх чисельністю пов'язані з місцем розташування ділянок у різних елементах рельєфу. Найбільш повно фауна турунів представлена на 3-й та 4-й, ділянках, що обумовлено сприятливими умовами для проживання більшості відмічених тут видів. Найменша кількість видів відмічена на ділянках 1 та 2, для яких характерні ксерофільні умови, що зумовлено експозицією схилів. Майже на всіх ділянках представники масових видів відносяться до осіннього типу розмноження, що значно збільшує загальну чисельність турунів у кінці польового сезону.

Розподіл карабідофауни за трофічними групами, екобіоморфами та відношенням до вологості відображає особливості степової зони, для якої характерне переважання міксофітофагів над зоофагами. Просліджений тісний зв'язок між умовами існування та типом живлення – ксерофільні умови збільшують чисельність міксофітофагів, мезофільні – зоофагів.

### Список літератури

1. Зоренко А.А., Пономаренко Ф.В., Балахонский М.А. О миграциях жукелиц (Coleoptera, Carabidae) в агроландшафтах степи Среднего Дона // Мат. III (XIII) Всерос. совещ. по почв. зоологии, посв. 90-летию акад. М.С. Гилярова "Проблемы почвенной зоологии" (г. Йошкар-Ола, 1–5 октября 2002 г.). – М., 2002. – С. 109-110.
2. Карпова В.Е. Видовой состав и особенности распределения жукелиц в агроценозах Юга Молдавии // Фауна и экология беспозвоночных животных. Межвузовский сборник научных трудов. – М., 1984. – С. 82-87.
3. Касандрова Л.И., Золотова В.Г. Видовой состав и суточная активность жукелиц зернового севооборота в условиях лесостепи // Фауна и экология беспозвоночных животных. Межвузовский сборник научных трудов. – М., 1984. – С. 87-98.
4. Крыжановский О.Л. Жуки подотряда Adephaga: семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть и обзор фауны СССР). – Л.: Наука, 1983. – Фауна СССР. – Т. 1, вып. 12. – 341 с.

5. *Фасулати К.К.* Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1971. – 423 с.
6. *Шарова И.Х.* Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). – М., 1981. – 360с.
7. *Шарова И.Х., Соболева-Докучаева И.И.* Эколого-фаунистическая характеристика полевых жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в зоне смешанных лесов Московской области // Фауна и экология беспозвоночных животных. Межвуз. сб. науч. тр. – М., 1984. – С. 117-124.

**Головатюк А.И., Лапин Е.И. Эколого-фаунистическая структура жужелиц (Coleoptera, Carabidae) балочной системы в подзоне типчаково-ковыльных степей.** – Изучена эколого-фаунистическая структура семейства Carabidae в подзоне типчаково-ковыльных степей, которые сохранились в балке Зелёная. Приведены данные по видовому составу, численности, экобиоморфической и трофической структуре жужелиц. Прослежены закономерности изменения численности и видового состава карабид в зависимости от размещения участков в разных элементах рельефа. Распределение жужелиц по спектру жизненных форм обусловлено степным характером района исследования.

*Ключевые слова:* жужелицы, балочные системы, фауна жужелиц, экобиоморфические группы, трофические группы, плеяды.

**Golovatyuk A.I., Lapin E.I. The ecology and faunistic structure of the ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in the system of beams.** – The ecology and faunistic structure of the ground-beetles in the system of Zelenaya beam have been explored. In this article surveyed the taxonomically, number, ecobiomorphically and trophically structure of the ground-beetles. It is found, that qualitative and numerical indices of carabidae complexes in this ecotops are depends on the geomorphological structure.

*Key words:* ground-beetles, the system of beam, fauna of the ground-beetles, ecobiomorphically, trophically groups.

Ю.Л. Кульбачко

**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАЗЕМНЫХ БРЮХОНОГИХ  
МОЛЛЮСКОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРИСТЕННЫХ ЛЕСОВ Р. САМАРА  
И ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ**

*Днепропетровский национальный университет; 49050, г. Днепропетровск, пер. Научный, 13  
e-mail: zoolog@mail.dsu.dp.ua*

Кульбачко Ю.Л. Эколого-фаунистическая характеристика наземных брюхоногих моллюсков естественных пристенных лесов р. Самара и искусственных древесных насаждений в условиях степного Приднепровья. – В работе представлен видовой состав, численность, индекс видового разнообразия брюхоногих наземных моллюсков, обитающих в естественных пристенных лесах краткоемной р. Самара. Состав наземной малакофауны пристенных лесов в условиях степного Приднепровья практически не изучен, что делает проведенные исследования актуальными.

*Ключевые слова:* моллюски, биоразнообразие, лес.

### **Введение**

Моллюски – это довольно специфические представители наземных беспозвоночных животных. Наличие раковины, которая защищает большую часть их представителей от врагов и неблагоприятных условий, позволило им поселиться в различных географических областях. Их представителей можно найти в тундре, смешанных лесах, степи, горных областях.

Но вместе с тем, как и у всех животных, их взаимоотношения с внешней средой довольно сложные. Оно проявляется в том, что все основные физиологические функции, поведенческие реакции, численность и распределение в экосистемах прямо или косвенно зависит от влияния абиогенных и биогенных факторов [2, 6, 7]. Не следует забывать и о влиянии техногенного фактора.

Влияние температуры особенно заметно влияет на распространение моллюсков. В знойные летние и холодные зимние дни моллюски находятся в состоянии покоя, зарываясь в почву, забираясь в трещины скал или скрываются в мощной подстилке [4].

Виды, обладающие раковинной, втягивают в нее свое тело, закрывая устье эпифрагмой, а слизи окружают себя чехлом из слизи.

Наряду с температурой вода в жизнедеятельности моллюсков играет очень важную роль, не только как обязательный компонент обмена веществ, но и в связи с особенностями строения их тела [3]. Оно покрыто однослойным эпителием и лишено надежных способов охраны от потери воды. Только слизь и раковина выступают надежными защитниками от ее потери. Потому моллюски большую часть своей жизни постоянно пополняют ее в большей мере за счет капельно-жидкостной воды через рот и в меньшей – через покровы [2, 6].

Влияние абиотических факторов в большой мере сказывается на распределении представителей брюхоногих моллюсков по природным зонам. Так, в Европейской части бывшего СССР в тундре и лесотундре насчитывалось 19 видов моллюсков, в лесной зоне – 80 видов, в степной зоне – 71 вид [2].

Количество видов, их систематическое положение и распределение по областям трактуется авторами не однозначно. Так, Н.В. Сверлова [5] в своей, несомненно очень важной, научной работе "Наукова номенклатура наземних моллюсків України" предлагает украинские научные названия для 205 видов наземных моллюсков. Большая часть из них обитает на территории Украины.

В то же время видовой состав, численность, особенности распределения во многих регионах Украины практически не изучена. Особенно это касается зоны степного Приднепровья, где наряду с доминирующими степными участками встречаются естественные и искусственные лесные насаждения.

## Материалы и методы исследования

Материал, послуживший базой для написания данной публикации собирался в летний период 2003–2004 года в пристенных биогеоценозах короткопоемной речки Самара. Для определения видового состава отбирали моллюсков, собранных только в верхнем почвенном горизонте – подстилке. Для определения численности представителей наземных брюхоногих моллюсков использовали метод трансект. Каждая трансекта представляет собой участок длиной 8 метров и шириной 1 м. На каждой пробной площади моллюски отбирались с пяти трансект. Сбор брюхоногих моллюсков осуществлялся путем ручной разборки подстилки. Представители отмеченные в травостое не фиксировались.

Первичная обработка материала проводилась в лабораториях Присамарского биосферного международного стационара.

## Результаты и обсуждение

Наши исследования проводились в естественных пристенных липо-ясеневых дубравах р. Самара и в искусственных древесных насаждениях, расположенных на плакоре и июне-августе 2004 года. Целью наших исследований было выяснить видовой состав, численность, структуру доминирования, экоморфические характеристики наземных брюхоногих моллюсков, а также исследовать особенности их распределения в естественных пристенных лесах и искусственных древесных насаждениях на плакоре. Как естественные пристенные леса, так и искусственные древесные насаждения на плакоре формируются в условиях приводораздельно-балочного ландшафта, для которого характерны довольно жесткие гидротермические условия. Непосредственное сходство с естественными лесными и искусственными древесными насаждениями степных целинок также накладывало свой отпечаток на формирование малакофауны. За время проведения исследований нами было выявлено 8 видов моллюсков, относящихся к 6 семействам:

Сем. Zonitidae

*Aegopinella minor* (Stab)

*Nesovitrea hammonis* (Ström)

Сем. Helicidae

*Cepae vindobonensis* (Fer)

Сем. Succineidae

*Succinella oblonga* (Drap)

Сем. Valloniidae

*Vallonia costata* (Müll)

*Vallonia pulchella* (Müll)

Сем. Vitrinidae

*Vitrina pellucida* (Müll)

Сем. Beliminidae

*Chondrula tridens*

Степное Приднепровье не самый благоприятный регион для существования представителей наземной малакофауны. Специфические климатические условия способствуют этому. Но это не является препятствием в изучении наземных брюхоногих моллюсков как структурной единицы блока почвенно-подстилочных беспозвоночных. Остановимся более подробно на характеристике естественных пристенных лесов и искусственных древесных насаждений на плакоре и характеристике представителей наземной малакофауны их населяющих.

Пристенами в юго-восточной Украине считают крутые правые берега степных рек, в нижней части которых располагаются естественные леса [1].

Росту леса по крутому берегу р. Самара способствует дифференциация климатических условий в зависимости от деталей рельефа. Положительно влияет на свежеватую липо-ясеневую пристенную дубраву, которая формируется за счет дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клена остролистного, усиление эрозионных процессов, которые в свою



очередь вызывают нарушение степного травостоя – самого опасного конкурента леса. Средняя высота основного яруса древостоя – 20–22 м, средний диаметр стволов – 3 см. Сомкнутость кроны 0,8–0,9. Второй ярус древостоя формируется за счет клена полевого, средняя высота которого 12 м и диаметр стволов 13–15 см. В подлеске встречается лещина обыкновенная, липа мелколистная.

Проективное покрытие травостоя составляет 10%. Мертвый покров состоит из полуразложившихся веточек, листьев, плодов. Мощность подстилки 4–6 см.

Для склона коренного берега характерны сухие, суховатые местоположения, в нижней же его части преобладают свежие, влажные, сырые и мокрые местообитания. Увлажнение в месте проведения исследований атмосферно-транзитно-приточно-отточное. Почвенные воды залегают на глубине 8 м.

На выбранных пробных площадях наблюдается ярко выраженная оструктуренность горизонтов верхнего профиля (50 см) по сравнению с почвами расположенной не вдалеке степной целинки. Это связано, по всей видимости, с длительной средообразующей деятельностью лесной растительности и почвенных беспозвоночных. Лесная подстилка в сухом виде задерживает 36% атмосферных осадков и является основным местом обитания наземных брюхоногих моллюсков.

При проведении наших исследований пристен был разбит на верхнюю, среднюю и нижнюю трети. В естественных пристенных лесах каждой трети были выбраны пробные площади, на которых изучались таксономические составы наземных брюхоногих моллюсков, исследовались отличия в зависимости от мест обитания.

В результате проведенных исследований в естественных пристенных лесах Присамарья обнаружено 7 видов наземных брюхоногих моллюсков, относящихся к 6 семействам. Таксономический состав и численность моллюсков в подстилке естественных пристенных лесов р. Самара представлены на табл. 1–3.

Распределение их по пробным площадям было не однозначным. Так в верхней трети пристена, где естественные пристенные леса в наибольшей мере подвергались воздействию зональных условий, в том числе и агрессивной степной растительности, фауна наземных моллюсков представлена такими видами как: *Nesovitrea hammonis*, *Aegopinella minor*, *Vitrina pellucida*, *Succinella oblonga*, *Cepae vindobonensis*. Экоморфический состав брюхоногих моллюсков может быть представлен в следующем виде:

80 Gig + 20 KsMs

Таблица 1

**Состав фауны брюхоногих моллюсков в верхней трети пристена р. Самара**

Таксон	Численность, экз./м <sup>2</sup>
<i>Nesovitrea hammonis</i>	1,66 ± 0,2
<i>Aegopinella minor</i>	4,25 ± 0,6
<i>Vitrina pellucida</i>	1 ± 0,1
<i>Succinella oblonga</i>	1 ± 0,15
<i>Cepae vindobonensis</i>	0,46 ± 0,009

Таблица 2

**Состав фауны брюхоногих моллюсков в средней трети пристена р. Самара**

Таксон	Численность, экз./м <sup>2</sup>
<i>Nesovitrea hammonis</i>	0,3 ± 0,04
<i>Aegopinella minor</i>	4,25 ± 0,26
<i>Vallonia costata</i>	2,66 ± 0,03
<i>Vallonia pulchella</i>	1,46 ± 0,8
<i>Succinella oblonga</i>	3,33 ± 0,45

## Состав фауны брюхоногих моллюсков в нижней трети пристена р. Самара

Таксон	Численность, экз./м <sup>2</sup>
<i>Succinella oblonga</i>	6,66 ± 0,13
<i>Aegopinella minor</i>	2,32 ± 0,35
<i>Vallonia costata</i>	5,28 ± 0,7

Отсутствие ксерофилов, которые должны были присутствовать в лесах верхней трети пристена, которые находятся в непосредственном контакте со степными биогеоценозами, высокий процент гигрофилов по отношению к ксерофилам можно объяснить, по всей видимости, особенностью сезона сбора проб. Интенсивные дожди в период сбора проб, не характерные для этого времени года, несомненно, наложили свой отпечаток на состав представителей малакофауны.

Вместе с тем таксономический состав моллюсков и их экоморфические характеристики не всегда указывают на то, что места их существования всегда благоприятны для них. В верхней трети пристена зарегистрирована наименьшая численность моллюсков 8,37 экз./м<sup>2</sup> по сравнению со средней и нижней третями. Так *Succinella oblonga* типичный гигрофил, обитатель влажных биогеоценозов имеет численность всего 1 экз./м<sup>2</sup>, что в 3 раза ниже по сравнению с его численностью в средней и в 6 раз ниже по сравнению с численностью в нижней трети пристена.

Среди представителей малакофауны в верхней трети пристена можно выделить типичный вид супердоминант *Aegopinella minor* – 52% от общей численности моллюсков и рецедент *Cerpea vindobonensis* – 2 % от общей численности.

В средней трети пристена зарегистрировано 5 видов моллюсков: *Nesovitrea hammonis*, *Aegopinella minor*, *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Succinella oblonga*. Экоморфическая характеристика моллюсков может быть представлена в следующем виде:

60 Gig + 30 MsKs + 10 KsMs

Как и на предыдущей пробной площади, в составе фауны брюхоногих моллюсков довольно высокая доля гигрофильных видов, мезоксерофильные виды уступают в процентном соотношении гигрофильным, но преобладают над ксеромезофильными.

Численность моллюсков колеблется в пределах 1,6–3,3 экз./м<sup>2</sup>, что в 1,2 раза выше по сравнению с их численностью в верхней трети пристена и составляет 9,95 экз./м<sup>2</sup>. Обращает на себя внимание отсутствие в структуре доминирования ярко выраженных супердоминантов, что соответственно отражается на индексе видового разнообразия.

В нижней трети пристена, где гидротермические условия наиболее благоприятны для представителей малакофауны, наблюдается уменьшение таксономического состава моллюсков. Здесь нами было зарегистрировано всего 4 вида наземных брюхоногих моллюсков: *Succinella oblonga*, *Aegopinella minor*, *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*. Средняя численность моллюсков в нижней трети пристена колеблется в пределах 5,2–6,6 экз./м<sup>2</sup>. Несмотря на обеднение в целом таксономического состава малакофауны в нижней трети пристена на этой пробной площади зарегистрирована наибольшая суммарная численность наземных брюхоногих моллюсков по сравнению с площадями, расположенными в верхней и средних третях пристена – 14,26 экз./м<sup>2</sup>. Здесь же зарегистрирована одна из самых высоких численностей моллюсков в пристенных лесах. Так у *Succinella oblonga* она находится на уровне 6,66 экз./м<sup>2</sup>, а у *Vallonia costata* – 5,28 экз./м<sup>2</sup>.

Экоморфическая характеристика фауны брюхоногих моллюсков может быть представлена в следующем виде:

50 MsKs + 45 Gig

Следует отметить, что в составе фауны наземных брюхоногих моллюсков в нижней трети пристена отсутствуют ярко выраженные супердоминанты. Анализируя индекс видового разнообразия наземных брюхоногих моллюсков в естественных пристенных лесах,

следует отметить, что минимальное его значение 3,09 зарегистрировано в верхней трети пристена, а максимальное – 4,01 в средней. В нижней трети пристена индекс видового разнообразия моллюсков находится на уровне 3,59.

Основываясь на том, что на распределение наземных брюхоногих моллюсков в исследуемых биогеоценозах в наибольшей мере влияют температура и влажность и, анализируя при этом спектр экоморф, численность, таксономический состав беспозвоночных можно предположить, что в средней и нижней трети пристена гидротермические, микроклиматические условия наиболее благоприятны для жизнедеятельности моллюсков. Это подтверждает и высокий индекс видового разнообразия 3,59 и 4,01. Несмотря на то, что для верхней, средней, нижней третей пристена характерен свой видовой состав наземных брюхоногих моллюсков, в целом в естественных лесных биогеоценозах пристена можно выделить виды, которые составляют ядро фауны – это *Aegopinella minor* и *Succinella oblonga*. Если *Succinella oblonga* зарегистрирована в естественных пристенных лесах и в искусственных древесных насаждениях на плакоре, то *Aegopinella minor* отмечена только в естественных пристенных лесах. Представителей семейства *Succineidae* можно отнести к интразональным, поскольку его представители встречаются в провинции тундры, европейских смешанных и широколиственных лесов. В провинции степи представители этого семейства встречаются только в естественных и искусственных лесных биогеоценозах.

В качестве искусственных древесных насаждений на плакоре нами были выбраны белоакациевые насаждения. Посадка деревьев в этом насаждении рядовая. Высота древостоя от 8 до 15 м, средний диаметр ствола – 13 см. Искусственное белоакациевое насаждение расположено на вершине водораздельного плато. Для него характерно атмосферно-транзитное увлажнение. Почвенные воды залегают на глубине более 40 м. Почвы элювиальной группы, генетический тип – чернозем обыкновенный, карбонатный среднегумусный, среднесуглинистый. Основная древесная культура акация белая. В подлеске господствуют бузина черная, сведина. Сомкнутость крон 0,5–0,6.

Исходя из того, что в степной зоне лес находится в состоянии своего экологического несоответствия, исследования искусственных древесных насаждений особенно актуальны. Процесс залеснения степи способствует образованию новой ландшафтной зоны, возникновению новых комплексов растительных и животных организмов, формированию у них приспособлений, связанных с адаптацией в новых условиях существования. Большинство представителей животного населения искусственных древесных насаждений тесно связаны с населением степных биогеоценозов, которые их окружают. Взаимные миграции накладывают отпечаток на особенности формирования их фауны. Неотъемлемой частью любого зооценоза выступает комплекс почвенно-подстилочных беспозвоночных, в котором брюхоногие моллюски занимают не последнее место.

Исследования, проведенные нами в искусственных белоакациевых насаждениях на плакоре, позволили установить таксономический состав наземной малакофауны. В составе фауны наземных моллюсков нами зарегистрировано 5 представителей: *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Vitrina pellucida*, *Succinella oblonga*, *Chondrula tridens*, которые относятся к четырем семействам.

Почвенные воды на плакорных местообитаниях находятся на такой глубине, что не оказывают особенное влияние на почву и подстилку, которая является местом обитания брюхоногих моллюсков. Увлажнение здесь, в основном, атмосферное и как температура зависит от сезона года. Такие жесткие гидротермические условия, характерные для плакорных местообитаний несомненно влияют на таксономический состав и синэкологические характеристики брюхоногих моллюсков. Численность моллюсков в искусственных белоакациевых насаждениях колеблется от 0,3 до 53,0 экз./м<sup>2</sup>. Видовой состав и численность моллюсков представлены в таблице 4.

**Состав фауны наземных брюхоногих моллюсков  
в искусственных белоакациевых насаждениях на плакоре**

Таксон	Численность, экз./м <sup>2</sup>
<i>Vallonia costata</i>	53,0 ± 5,32
<i>Vallonia pulchella</i>	8,33 ± 1,42
<i>Vittrina pellucida</i>	0,3 ± 0,01
<i>Succinella oblonga</i>	1,33 ± 0,15
<i>Chondrula tridens</i>	13,66 ± 1,54

Можно предположить, что такое резкое колебание численности моллюсков указывает на то, что не все виды в жестких гидрологических условиях плакорных местообитаний могут приспособиться к существованию в искусственных древесных насаждениях.

Экоморфический состав брюхоногих моллюсков в искусственных древесных насаждениях может быть представлен в таком виде:

70 MsKs + 1 KsMs + 9 Gig + 20 Ks

Высокий процент мезо-ксерофитов и гигрофитов указывает на процесс сильватизации, характерный для искусственных древесных насаждений. Численность типичного степного ксерофитного вида *Chondrula tridens* составляет всего 20% от всего населения моллюсков.

Анализируя структуру доминирования брюхоногих моллюсков искусственных насаждений необходимо отметить наличие в составе их фауны присутствие ярко выраженного вида супердоминанта *Vallonia costata* 58% от общей численности моллюсков. Исключая супердоминантный вид *Vallonia costata*, в целом численность малакофауны искусственных древесных насаждений на плакоре в 1,7–2 раза выше по сравнению с их численностью в верхней трети пристена, которая непосредственно граничит со степными биогеоценозами. В то же время у моллюсков значение индекса видового разнообразия Симпсона 1,95 ниже, чем в верхней, средней и нижней третях пристена.

### **Выводы**

Учитывая то, что на распределение наземных моллюсков в исследуемых биогеоценозах среди абиотических факторов в наибольшей мере влияют температура и влажность, и, анализируя при этом таксономический состав, численность, структуру доминирования, индексы видового разнообразия, экоморфическую характеристику беспозвоночных, можно предположить, что в нижней и средней трети пристена гидротермические, микроклиматические условия наиболее благоприятны для моллюсков. Процессы сильватизации характерные для искусственных древесных насаждений на плакоре благоприятно влияют на фауну наземных брюхоногих моллюсков. Несмотря на то, что для верхней, средней и нижней трети пристена характерен свой видовой состав наземных брюхоногих моллюсков, в целом в естественных лесных биоценозах пристена можно выделить такие виды как *Aegopinella minor*, *Succinella oblonga*, которые составляют ядро малакофауны. В искусственных древесных насаждениях довольно высока численность степняка *Chondrula tridens*. Необходимо отметить, что нитрозонального представителя *Succinella oblonga* семейства *Succineidae* можно встретить как в естественных лесных, так и искусственных древесных насаждениях.

### **Благодарности**

Автор благодарит за консультацию и помощь в определении брюхоногих моллюсков сотрудника Львовского государственного краеведческого музея, кандидата биологических наук, малаколога Н.В. Сверлову.

### Список литературы

1. Грицан Ю.І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище. Монографія. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2000. – 300 с.
2. Лихарев И.М. Наземные моллюски фауны СССР. – М.: Наука, 1952. – 511 с.
3. Мазурмович Б.М. Безхребетні тварини. – К.: Рад. шк., 1974. – 150 с.
4. Попов В.Н. Наземные моллюски // Вопросы развития Крыма. – Симферополь: Таврия-плюс, 1999. – Вып. 13. – С. 136-137.
5. Сверлова Н.В. Нова номенклатура наземних молюсків фауни України. Державний природознавчий музей. – Львів, 2003. – 75 с.
6. Соколов В.Ч. Жизнь животных Т. 2. Моллюски. Иглокожие. Погонофоры. Щетинкочелюстные. Полухордовые. Хордовые. Членистоногие. – М.: Просвещение, 1988. – 447 с.
7. Шилейко А.А. Фауна СССР. Моллюски. Т. III, вып. 3. – Л.: Наука, 1984. – 399 с.

**Кульбачко Ю.Л. Еколого-фауністична характеристика наземних червоногих молюсків природних пристінних лісів р. Самара в умовах степового Придніпров'я.** – В роботі наданий видовий склад, чисельність, індекс видового різноманіття червоногих наземних молюсків, які мешкають у природних пристінних лісах коротко заплавної р. Самари. Склад наземної малакофауни пристінних лісів в умовах степового Придніпров'я практично невивчений, що надає проведеним дослідженням актуальності.

*Ключові слова:* молюски, біорізноманіття, ліс.

**Kulbachko Yu.L. Ecological and faunistic characteristic of terrestrial gastropods in natural and artificial forests of the Samara-river watershed slope in the steppe Dnieper region.** – Data on species composition, number and species diversity index of terrestrial mollusks inhabited the short term flooded natural forests of the Samara river's watershed slope are presented. Fauna composition of the terrestrial molluscs of the forests in steppe Dnieper region is not studied. Thus, the conducted research is quite actual.

*Key words:* molluscs, biodiversity, forest.

**А.В. Мацюра**

## **ОПЫТ РАДАРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОЧНОЙ МИГРАЦИИ ПТИЦ**

*Мелитопольский государственный педагогический университет;  
72312, г. Мелитополь, ул. Ленина, 20; e-mail: aleksashka@pisem.net*

**Мацюра А.В. Опыт радарного определения количественных показателей ночной миграции птиц.** – В работе представлен анализ радарных наблюдений за ночной миграцией птиц. Метеорологический радиолокатор МРЛ-5 был использован для определения поперечного сечения птиц, скорости их полета, направления и высоты. Была установлена существенная корреляция между поперечным сечением воробьиных птиц и высотой их полета, а также между поперечным сечением водоплавающих птиц и направлениями их полета.

*Ключевые слова:* ночная миграция, птицы, радарная орнитология.

### **Введение**

В современной орнитологии сравнительно небольшая часть исследований посвящена изучению ночной миграции птиц через Ближний Восток, который является своеобразным мостом между Африкой и Палеарктикой [1–3]. Уникальное месторасположение Израиля, над территорией которого проходит так называемый Афро-Евразийский пролетный путь, позволило провести детальные наблюдения за мигрирующими видами птиц.

Постоянные радарные исследования миграции птиц в Израиле были начаты в 1997 г. как совместный проект Тель-Авивского университета и Министерства Обороны Израиля.

После систематических радарных наблюдений ночной миграции был установлен миграционный путь, который проходил вдоль береговой линии Средиземного моря. На основании визуальных наблюдений, мы также определили, что это миграционный маршрут водоплавающих птиц.

Для проверки нашей гипотезы, мы решили провести анализ радарного поперечного сечения птиц, что позволило бы дифференцировать водоплавающих и воробьиных птиц, на основании их размерных характеристик без дополнительных визуальных наблюдений.

В этом исследовании мы выполнили анализ по отношению к скорости, направлению и высоте полета птиц; также рассмотрели полетные характеристики выделенных нами двух групп мигрантов.

### **Материал и методы исследований**

Наши исследования проводились при помощи метеорологического радиолокатора МРЛ-5, который расположен в Латруне, на территории Центрального Израиля (34°98'N, 31°83'E, 270 м над уровнем моря).

Данное исследование основано на радарных наблюдениях за ночной миграцией птиц в течение весеннего сезона 2002 г. Нами было исследовано более 3500 радиоэхо от птиц. Одиночные птицы отслеживались между стандартными автоматическими радарными наблюдениями [4]. Для анализа были отобраны радиоэхо от птиц (в форме треков), направления полетов которых имело ярко выраженную северную составляющую.

В работе были использованы данные монитора осциллографа и радарные изображения, с их помощью мы выбирали одиночных птиц и регистрировали главные параметры радарного эха в режиме слежения: радарная отражаемость, высота полета, направление и скорость, которые были обработаны и объединены в специальную базу данных.

Для получения расчетных данных радарного поперечного сечения, радиоэхо птиц наблюдались от одной до двух минут на осциллографе, при помощи которого было установлено положение летящей птицы по отношению к радарному лучу. Все радарные наблюдения выполнялись от момента начала ночной миграции – времени наступления гражданских сумерек [6] до 24.00 по местному времени (+ 4 часа GMT).

Поперечное сечение птиц было рассчитано, исходя из основного уравнения

радиолокации:

$$P_r = \frac{P_t G \sigma A}{(4\pi R^2)^2},$$

где  $P_r$  – мощность зондирующего сигнала,  $R$  – расстояние между антенной лоатора и целью,  $P_t$  – импульсная мощность излучения,  $G$  – коэффициент усиления антенны,  $\sigma$  – радарное поперечное сечение цели,  $A$  – площадь поверхности принимающей антенны.

### Результаты и обсуждение

Полученные нами данные (рис. 1) не позволили абсолютно точно определить видовой состав ночных мигрирующих птиц, однако мы смогли выделить две группы птиц согласно их поперечным сечениям: воробьиные и водоплавающие [5].

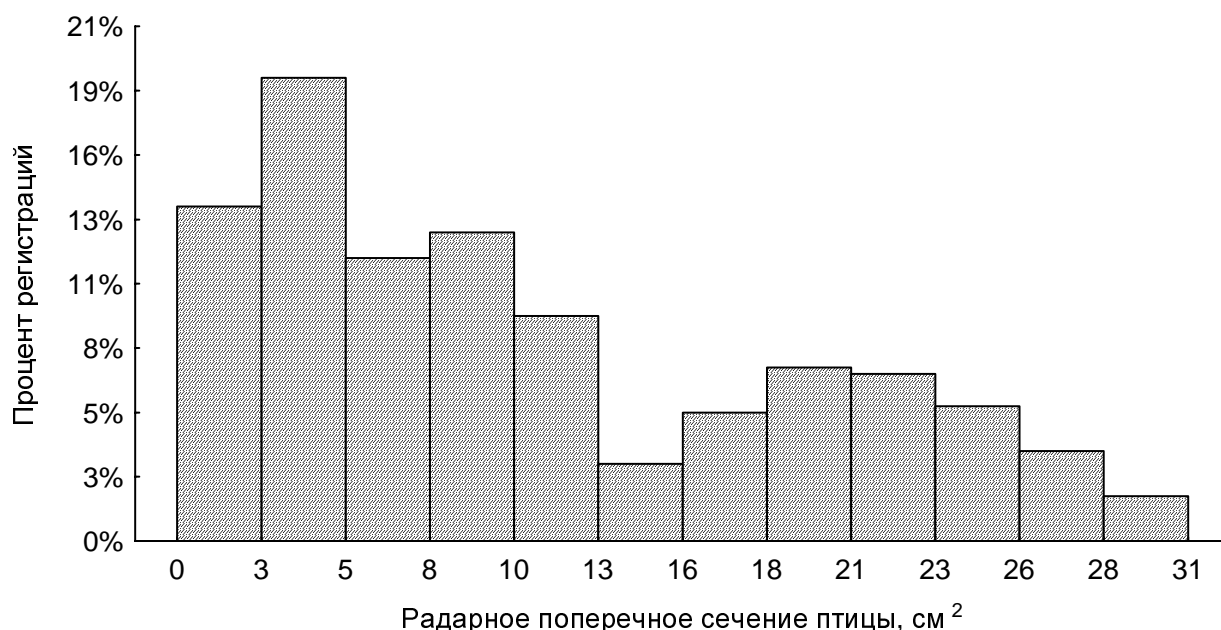


Рис. 1. Распределение радарных поперечных сечений ночных мигрирующих птиц, зарегистрированных в ходе наблюдений

Воробьиные птицы регистрировались во время их миграционных пролетов над территорией действия радара в течение первых двух часов после начала миграции [6], что подтверждается соответствующим процентом радиоэхо птиц с небольшими значениями радарного поперечного сечения.

Результаты анализа скоростей полетов, высотного распределения и радарных поперечных сечений птиц представлены на рис. 2 (а, б).

Воробьиные виды птиц более подвержены влиянию изменения ветра, что и определяет их маршруты, тогда как водоплавающие птицы способны противостоять этим воздействиям, что выражается в относительной независимости высот и направлений их миграции по отношению к ветру [2].

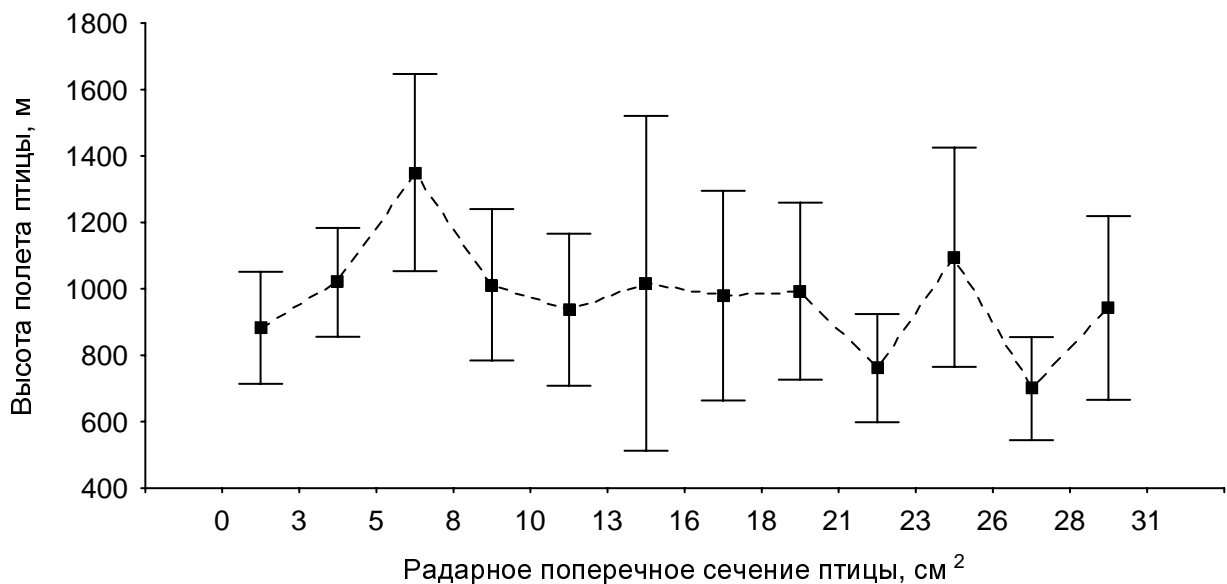


Рис. 2 (а). Высоты полетов птиц по отношению к их радарным поперечным сечениям. На графике представлены средние значения (черные квадраты) и 95% доверительный интервал (в виде "усов")

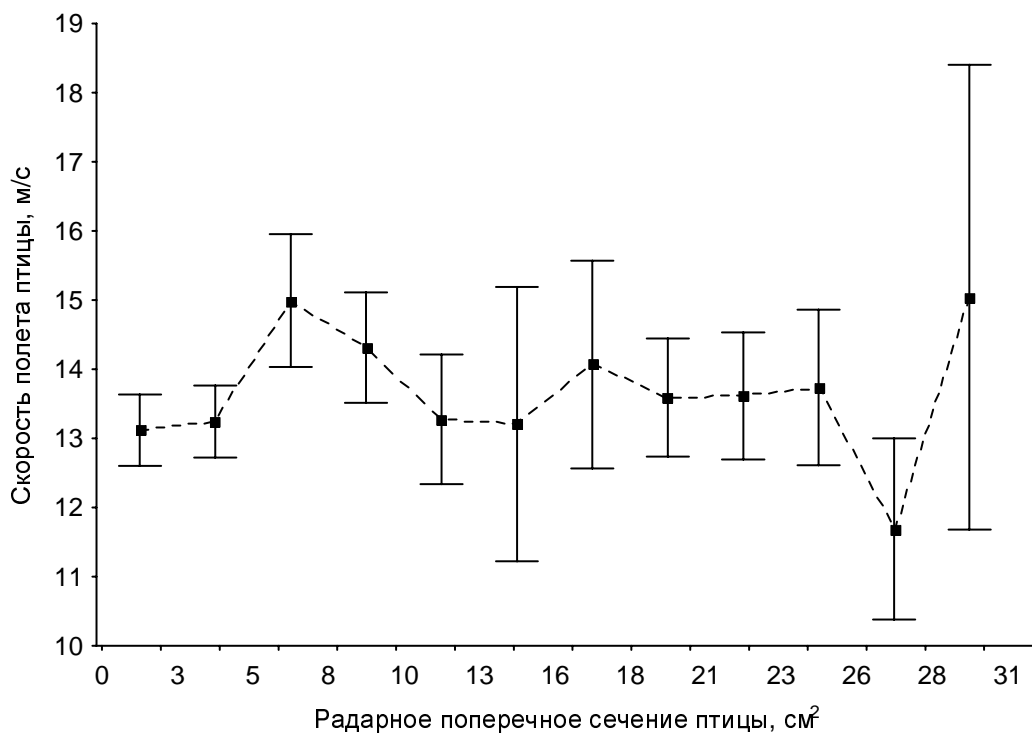


Рис. 2 (б). Скорости полетов птиц по отношению к их радарным поперечным сечениям. На графике представлены средние значения (черные квадраты) и 95% доверительный интервал (в виде "усов")

Удалось установить корреляционную зависимость между радарным поперечным сечением птиц и высотами полетов ( $r = 0.31$ ,  $p < 0.001$ ). Вероятно, это вызвано энергетическими затратами птиц после пересечения экологического барьера – пустыни Сахара. Мелкие виды птиц тратят больше энергии для подъема в потоке воздуха из-за неблагоприятной стратификации весенних ветров, в то время как крупные виды птиц способны удерживать высоту полета даже в условиях встречного ветра.



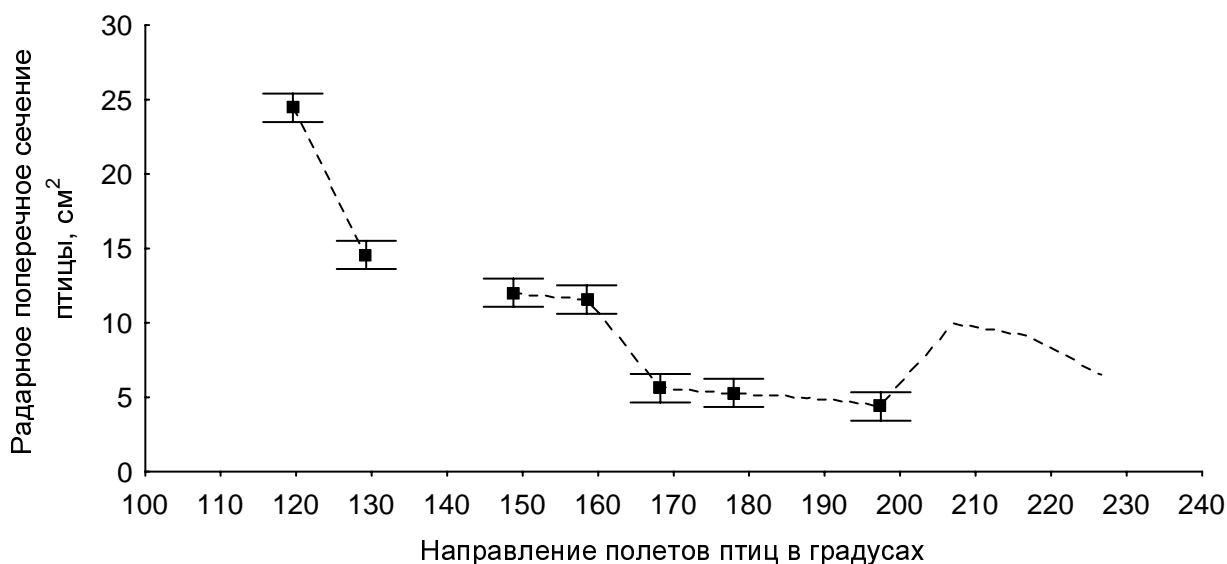


Рис. 3. Распределение птиц, в соответствии с их радарным поперечным сечением, по отношению к направлениям миграционных полетов

### Выводы

Анализ направлений полетов птиц и их радарных поперечных сечений (рис. 3) подтвердил наше предположение о распределении видов птиц по ночным миграционным путям.

Как мы и предполагали, зарегистрированное направление ночной миграции (120-135° по отношению к радарной диспозиции в сторону Средиземного моря) соответствует ночной миграции водоплавающих видов птиц.

Для весеннего сезона существует также достоверная корреляция между высотой полета и направлением – чем выше летят птицы, тем севернее направление их полетов, что во многом определяется сопутствующими ветрами на высотах 1000-2000м, позволяющими удерживать это направление с меньшими энергетическими затратами.

### Благодарности

Автор выражает благодарность Олегу Сикоре и Валерию Гаранину за техническое обслуживание радара и разработку специального программного обеспечения. Финансирование проекта было обеспечено Министерством Обороны Израиля.

### Список литературы

1. *Alfia H.* Surveillance radar data on nocturnal bird migration over Israel, 1989-1993 // *Israel J. Zool.* – 1995. – 41. – P. 517-522.
2. *Bruderer B., Leichti F.* Variation in density and height distribution of nocturnal migration in the south of Israel // *Israel J. Zoology.* – 1995. – 41. – P. 477-489.
3. *Bruderer B.* Three decades of tracking radar studies on bird migration in Europe and the Middle East // *Proc. Intern. Seminar on Birds Flight Safety, Middle East, Israel.* – 1999. – P. 25-29.
4. *Dinevich L., Leshem Y., Gal A., Kapitannikov A.* Study of bird migration by means of the MRL5 radar // *Scientific Israel Technological Advantages.* – 2000. – 2. – P. 94-104.
5. *Ганя И., Зубков И., Котяцы М.* Радарная орнитология. – Кишинев: Штиинца, 1991. – С. 123-145.
6. *Dinevich L., Matsyura A., Leshem Y.* Temporal characteristics of night bird migration in Central Israel – a radar study // *Acta Ornithologica.* – 2003. – 38. – P. 103-110.

**Мацюра О.В. Досвід радарного визначення кількісних показників нічної міграції птахів.** – У роботі представлений аналіз радарних спостережень за нічною міграцією птахів. Метеорологічний радіолокатор МРЛ-5 був використаний для визначення поперечного перерізу птахів, швидкості їхнього польоту, напрямку і висоти. Була встановлена істотна кореляція між поперечним перерізом горобиних птахів і висотою їхнього польоту, а також між поперечним перерізом водоплавних птахів і напрямками їхнього польоту.

*Ключові слова:* нічна міграція, птахи, радарна орнітологія.

**Matsyura A.V. The radar estimation of quantitative characteristics of the night bird migration.** – The analysis of radar observations of nocturnal migratory birds' flight characteristics is presented. The meteorological radar MRL-5 was used for the determination of the birds' radar cross-section, flight speed, direction, and altitude. Significant correlation was obtained for birds' cross-section and flight altitudes. These radar cross-section and flight directions distinguished passerines and waterfowl.

*Key words:* nocturnal bird migration, radar ornithology, flight direction.

М.В. Рева

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ И СИНОНИМИЯ *SCHOENBAUERIA PUSILLA*  
(FRIES, 1824) (DIPTERA, SIMULIIDAE)Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46  
e-mail: zool@dongu.donetsk.ua

Рева М.В. Систематические замечания и синонимия *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae). – Обобщены сведения по биологии *Sch. pusilla* (Fries, 1824). Приведены синонимия и описание вида на современном уровне.

Ключевые слова: Diptera, Simuliidae, *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824), биология, синонимы, систематические замечания.

**Введение**

В Палеарктике ареал *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824) охватывает зоны тундры, лесотундры, тайги, смешанных лесов и лесостепи. Вид распространен неравномерно и имеет различную плотность популяций [2, 7]; экологически пластичен: развивается в крупных и средних реках, порой весьма различных по гидрологическому режиму. Личинки способны заканчивать развитие в необычных для них биотопах (небольшие речки и ручьи), куда они попадают после спада паводковых вод. В течение года развивается 1–2 генерации. Массовый и злостный кровосос, относится к группе облигатных гематофагов [4], часто является причиной симулидотоксикоза человека и домашних животных [2]. На территории Белоруссии впервые зарегистрирован как специфический переносчик анаплазмоза крупного рогатого скота [1]. Самки прodelывают до 3-х гонотрофических циклов. Возможно автогенное развитие яиц первого гонотрофического цикла [8].

Однако сведения по биологии *Sch. pusilla* зачастую неполные или противоречивые, что, очевидно, связано с неточностями в диагностике. Мошки относятся к трудно диагностируемой группе двукрылых насекомых, отличающейся значительным морфологическим однообразием во всех фазах развития. Осложняет работу систематика и множество синонимов, возникающих, как правило, вследствие утери типов и недостаточно четкого дифференциального диагноза вида при первоописании.

В настоящей статье обобщены результаты собственных исследований, изучения коллекций Зоологического Института Российской Академии Наук (ЗИН РАН) (г. Санкт-Петербург), кафедры зоологии Донецкого национального университета (ДонНУ) и литературные данные [3–6, 9–12, 15–17 и др.].

Вид *Sch. pusilla* описан Б. Фрисом (Fries) в 1824 году в составе рода *Simulium* (Fries, 1824). Однако под названием *Sch. pusillum* долгое время описывались, по-видимому, разные виды, что связано с краткостью первоописания, основанного лишь на имаго. Под это описание подходят весьма отдаленные виды самых различных групп и даже родов. В настоящее время, в связи с утратой типовой серии [5], невозможно установить, какой именно вид в действительности был описан Б. Фрисом в 1824 г. под этим названием. В результате возникла некоторая таксономическая путаница.

Так, к *Sch. pusilla* (Fries, 1824) долгое время относили в качестве младшего синонима *Simulia pygmaea* Zetterstedt, 1838 [3].

*Simulia pygmaea* описан Дж. Цеттерштедтом (Zetterstedt) в 1838 г. по взрослым особям. Позже это описание было дополнено [21]. Положение *S. pygmaea* Zett. в систематике *Simuliidae* долгое время оставалось спорным [10]. Так, Е. Волгрэн [19] считал "*Melusina pygmaea*" (Ztt.) ясным, отчетливым видом, в то время, как Дж. Пури [16], на основании изучения взрослой личинки синонимизировал его с "*Simulium pusillum*" Fries. Этому же мнению придерживались И.А. Рубцов [3] и П. Гринье [15]. В 1956 г. И.А. Рубцов не только разъединяет эти виды, но и переносит *Simulia pygmaea* Zett. в род *Eusimulium* на основании описаний имаго [21] и личинок [16]. Для вида *Sch. pusilla* (Fries) И.А. Рубцов [4] оставляет правомерным описание, сделанные Дж. Цеттерштедтом (Zetterstedt) в 1838 г.

и Г. Эндерлейном (Enderlein) в 1930 г. Другие систематики [9-11] также придерживаются мнения, что описания *S. pusillum* Fries, 1824 и *S. pygmaea* Ztt., 1838 идентичны и поэтому сводят *Sch. pygmaea* Ztt. в младшие синонимы к *Sch. pusilla* (Fries). Об этом свидетельствует и ревизия видов, описанных Дж. Цеттерштедтом (Zetterstedt) в 1838, 1850 и 1855 гг., проведенная Г. Карлссоном [10]. В настоящее время эта коллекция хранится в энтомологическом музее в Лунде (Швеция), причем, по мнению Г. Карлссона (Carlsson), содержится в хороших условиях и вполне доступна для ревизии.

Согласно Международному кодексу зоологической номенклатуры (2000, 2004), *Sch. pygmaea* (Ztt.) следует считать младшим синонимом *Sch. pusilla* (Fries). А вид "*Eusimulium pygmaea*" sensu Rubzov, 1956 нес *Simulia pygmaea* Zetterstedt, 1850 в настоящее время сведен в младшие синонимы к виду *Cnetha meigeni* (Rubzov et Carlsson, 1965) [9].

В качестве младшего синонима к *Sch. pusilla* (Fries) был сведен и *Sch. fridolini* (Rubzov), описанный И.А. Рубцовым в 1940 г. в качестве особого вида, но впоследствии (1956) сведен в синонимы ввиду фрагментарности материала [4]. Соглашаемся с мнением большинства систематиков [4, 6, 9, 11] о том, что *Sch. fridolini* (Rubzov) следует считать младшим синонимом *Sch. pusilla* (Fries), но при этом не исключаем, что со временем *Sch. pusilla* окажется сборным видом, что, частично, подтверждается нашими исследованиями [2]. Еще четыре вида отмечены в различных работах в качестве младших синонимов *Sch. pusilla* (Fries).

Один из них, описанный Дж. Цеттерштедтом (Zetterstedt) в 1850 г. "*Simulia minutissima*" Ztt. – также на протяжении многих лет занимал различное систематическое положение. Е. Волгрэн [19] рассматривал "*Simulia minutissima*" Ztt. как оригинальный вид. И.А. Рубцов [3] считал его идентичным с "*Sch. pusillum*" (Fries). В 1956 г. И.А. Рубцов рассматривал уже "*Simulia minutissima*" Ztt. как самостоятельный вид, относящийся к роду *Eusimulium*. Г. Карлссон [10] после изучения коллекций и описаний вида Дж. Цеттерштедта (Zetterstedt) приходит к выводу, что *S. minutissima* Ztt., 1850 идентичен с *S. annulitarsis* Ztt., 1838, который является его младшим синонимом. Этому же мнения придерживается и Р. Кросски [11]. Поскольку типовой материал нами не просмотрен, мы присоединяемся к мнению Г. Карлссона (Carlsson), который ревизовал типовую серию.

Еще два вида – *Sch. arctica* Enderlein, 1936 и *Sch. roevdeae* (Smart, 1944) – сведены в младшие синонимы к *Sch. pusilla* (Fries). Их первоописания также базируются только на внешних признаках.

Так как типовой материал по *Sch. pusilla* (Fries) утерян [5], мы формально принимаем описания всех фаз развития *Sch. pusilla*, сделанные И.А. Рубцовым в 1956 г. как соответствующие первоописаниям [14]. Представляется правильным закрепить за данным видом название *Sch. pusilla* sensu Rubzov, 1956, not Fries, 1824.

Ниже приводим описание *Sch. pusilla*, дополненное результатами собственных исследований, а также анализом коллекции ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург) и кафедры зоологии ДонНУ.

При перечислении изученного материала использованы следующие сокращения: L – личинка; ♂ – самец, ♀ – самка, ♂/♀ – ex pupae – отпрепарированное из куколки имаго.

### ***Schoenbaueria pusilla* (рис. 1, 2, 3)**

Fries, 1824: 13-26 (*Simulium*); Zetterstedt, 1838, *Ins. Lapp.*; 803 (*Simulium*), *Puri*, 1926: 168 (*Simulium*); Enderlein, 1930: 93 (*Schoenbaueria peeti*; *End.*); Рубцов, 1940: 399-401 [*Simulium* (*Schoenbaueria*) *fridolini* Rubzov]; Рубцов, 1956: 524-528; Усова, 1961: 130; Рубцов, Янковский, 1984: 111; *Crosskey*, 1987: 469 [*Simulium* (*Schoenbaueria*)]; Rubzov I.A., Yankovsky A.V., 1988: 152-153, Янковский, 2002: 380-395

**Материал.** Украина: Волынская обл.: 4 ♀, 2 ♂, 5 L, 6 ♀ ex pupae, 4 ♂ ex pupae, Киверцовский р-н, р. Стырь, 05.1963; 10 ♀, 8 ♂, 12 L, 8 ♀ ex pupae, 5 ♂ ex pupae, там же, 25-27.05.1965; 12 ♀, 7 ♂ ex pupae, 6 ♀ ex pupae, 5 L, там же, конец 05.1969; 16 ♀, 2 ♂, 11 L, 7 ♀ ex pupae, 4 ♂ ex pupae, там же, 27.05.1972, 5 ♀, 3 L, 8 ♀ ex pupae, там же, 26.06.1972; 13 ♀,

4 ♂, 19 L, 5 ♀ ех рирае, 2 ♂ ех рирае, там же, 25-29.05.1984 (Сухомлин); 5 ♀, 10 L, р. Припять, 30.05.1984; 13 ♀, 6 ♀ ех рирае, 11 L, Владимир-Волинский, 27.05.1984 (Сухомлин) (ДонНУ); Ровенская обл.: 9 ♀, 3 L, 4 ♀ ех рирае, 1 ♂ ех рирае, конец 05.1984, р. Случь (Сухомлин) (ДонНУ); Киевская обл.: 11 ♀, 2 ♂, 6 L, Киев, р. Днепр, к. мая 1969; 5 ♀, 7 ♂, 3 ♀ ех рирае, 3 ♂ ех рирае, р. Десна, 29.05.1972; 6 ♀, 4 L, 3 ♀ ех рирае, р. Тетерев, 30.05.1969; 2 ♀, 2 ♂, 5 L, р. Рось, 28.05.1972 (ДонНУ); Черниговская обл.: 12 ♀, 8 L, 4 ♀ ех рирае, 1 ♂ ех рирае, р. Десна, 25.05.1969; 1 ♀, 1 ♂, 1 L, р. Убедь, конец 05.1972 (ДонНУ); Черкасская обл. 19 ♀, 12 L, 3 ♂ ех рирае, Канев, р. Днепр, к. мая 1969; 8 ♀, 3 ♂, 7 L, 5 ♀ ех рирае, там же, к. мая 1972; 3 ♀, 5 L, р. Рось, к. мая 1972 (ДонНУ); 1 ♀, окрестности Канева, №9601(ЗИН); Сумская обл.: 20 ♀, 6 ♂, 5 ♀ ех рирае, 3 ♂ ех рирае, 12 L, р. Сейм, 24.05.1987 (Рева); 7 ♀, 1 ♂, 10 L, там же, 23.06.1987 (Рева); 10 ♀, 5 ♂, 5 ♀ ех рирае, 2 ♂ ех рирае, там же, 22.05.1988; 5 ♀, 4 L, 1 ♂ ех рирае, там же, 26.06.1988; 12 ♀, 3 ♂, 8 L, 6 ♀ ех рирае, 1 ♂ ех рирае, там же, 25.05.1989 (Рева); 4 ♀, 1 ♂, 3 L, 3 ♀ ех рирае, Сумы, р. Псел, 23.05.1987; 5 ♀, 2 ♂, 8 L, там же, 21.05.1988 (Рева); 3 ♀, р. Клевень, 26.05.1988 (Рева) (ДонНУ); Полтавская обл.: 3 ♀, 2 ♂, 2 L, Люблинский р-н, р. Сула, к. мая 1972; 2 ♀, р. Ворскла, 30.05. 1972 (ДонНУ); Белоруссия: 1 ♀, “БССР” (Каплич) (ДонНУ); Российская Федерация: Карелия: 4 ♀, 1 ♂, 1956 (Усова); Ленинградская обл.: 2 ♀, Ленинград, 6.06.1956 (Усова) (ДонНУ), 1 L, р. Луга, 22.06.1955, № 8663 (Рубцов) (ЗИН); Якутия: 1 ♂, Ленский р-н, 10.07.1968, №20069 (Воробец) (ЗИН).

**Самка** (рис. 1). Длина тела 2,5-3 мм. Лоб трапециевидной формы. Лицо почти квадратное, лобно-глазной треугольник с закругленной вершиной. 4-й членик усика составляет 1/2 длины 2-го (или 3-го) его членика, усик по длине превышает щупик; 4-й членик щупика по длине короче 2-го и 3-го вместе взятых. Чувствительный орган продолговатой формы, занимает примерно 1/3 длины и 1/2 ширины 2-го членика щупика. Ноги коричневые, с более темными тазиками второй и третьей пары – Т<sub>2</sub> и Т<sub>3</sub>; 1-й членик лапки средних ног составляет 2/3 длины голени тех же ног. Коготок мелкий, простой, без зубца, но слегка утолщен у основания. Брюшко сверху черное, снизу – темно-желтое, в редких волосках. Вилочка с крупными широкими массивными ветвями и небольшими крючковидными хитиновыми утолщениями. Длина стержня вилочки в 1,7–1,8 раза превышает длину ее ветвей. Генитальные пластинки прямоугольные, простые. Анальные пластинки округло-треугольной формы, с широким, вытянутым наружным неопушенным краем, их длина в 1,5 раза меньше ширины. Церки – округло-прямоугольные, их длина примерно в 2 раза меньше ширины.

**Самец** (рис. 1). Длина тела 2,5–2,8 мм. Лицевой киль квадратно-колбовидной формы. Усик по длине превышает щупик. 4-й членик щупика равен сумме 2-го и 3-го вместе взятых. Брюшко черное, без полос. Ноги черные. Гоностерн пластинчатый, его ширина превышает длину в 2,5 раза; передний край гоностерна выпуклый, задний – с выемкой, у основания крючьев гоностерна имеются небольшие утолщения; гонококсит заметно расширяется к переднему краю – его ширина по переднему краю примерно в 2 раза больше ширины по заднему; длина гонококсита в 1,5 раза превышает его минимальную ширину; длина латерального выроста составляет около 1/5 общей длины гонококсита. Гонофурка расширена и рассечена на дистальном конце (примерно на 1/3 длины гонофурки). Гоностили с вытянутым носком; гоноплеврит округлой формы, его длина примерно равна ширине. В параметрах 2 шипа.

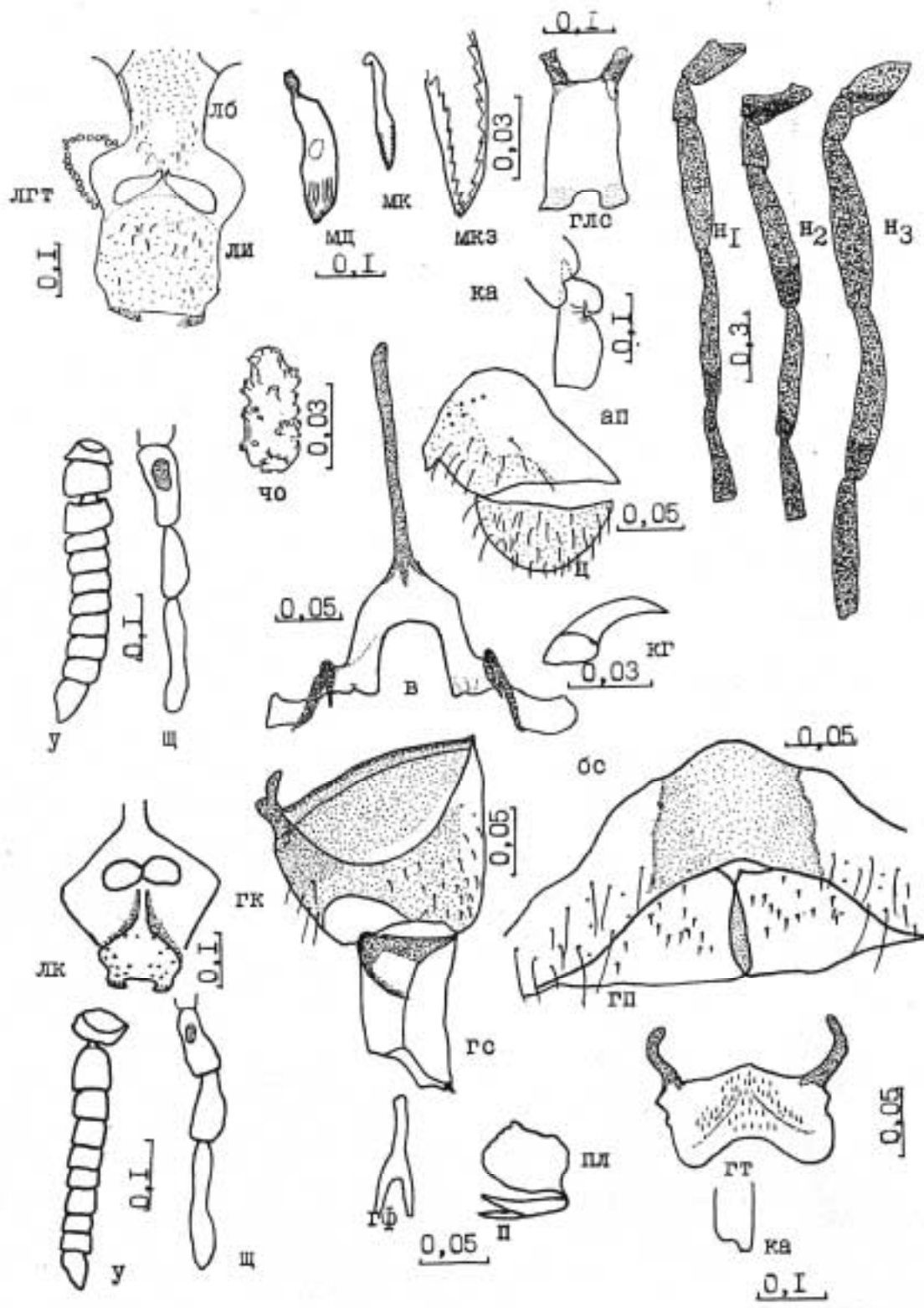


Рис. 1. *Schoenbaueria pusilla*, самка и самец: ап – анальные пластинки самки, бс – базистернум самки, в – вилочка, глс – глоточный склерит, гк – гонококсит, гп – генитальные пластинки самки, гс – гоностиль, гт – гоностерн, гф – гонофурка, ка – кальципала, кг – коготок, лб – лоб самки, ли – лицо, лк – лицевой щиток самца, мд – мандибула, МК – максилла, МКЗ – максиллы зубцы, н – нога, п – парамеры, у – усик, ц – церки, чо – чувствительный орган самки, щ – щупик

**Личинка** (рис. 2). Длина тела 4,6–5 мм. Окраска светлая, желтовато-белая. Рисунок на лбу крестообразный, верхнее срединное пятно более темное, чем остальные. В большом веере 47–48 лучей. Субментум сужен на переднем крае, его длина в 2,5 раза превышает ширину, несет по краям по 3 щетинки. Зубцы субментума почти полностью прикрыты чешуйками. Вершины среднего и больших краевых зубцов лежат на одном уровне, вершины промежуточных зубцов находятся почти на одном уровне (срединный чуть-чуть ниже) между собой и ниже уровня вышеназванных зубцов. Длина мандибулы в 2,5 раза превышает ее ширину. Вершинный зубец мандибулы в 2 раза длиннее переднего предвершинного зубца. Предвершинные зубцы широкие; передний равен по длине заднему и в 2 раза длиннее среднего; внутренних зубцов – 6. Краевые зубцы средние по величине, большой краевой зубец несколько превышает задний, их вершины направлены в одну сторону. Максилла с тонким щупиком, суживающимся к вершине, его длина в 2 раза превышает ширину.

Вентральный вырез овальной формы, занимает  $2/3$  длины щечных склеритов.

**Куколка** (рис. 3). Формула ветвления нитей дыхательного органа – 3+3+2 – показывает, что нити располагаются на трех стебельках. Из диаграммы следует, что на первом стебельке находятся три нити: первая нить отходит почти от основания стебелька; две другие ветвятся на незначительном расстоянии от основания. На втором стебельке находятся две нити. На третьем – три нити: две ветвятся на расстоянии, в 2 раза превышающем длину первого стебелька, третья – на расстоянии, примерно равном двум нитям первого стебелька. На V, IX тергитах неполные (4–6) и неровные ряды треугольных шипиков; на VI–VIII тергитах полные (10–12) ряды разновеликих треугольных шипиков.

**Систематические замечания.** Отличаются от форм, описанных И.А. Рубцовым [4], следующими признаками: самки – степенью опушенности генитальных пластинок, более интенсивной окраской ног (тазики и вершины бедер второй и третьей пары, вершины голеней и первые членики лапок трех пар ног затемнены); самцы – степенью рассеченности гонофурки; личинки – количеством рядов крючьев в заднем прикрепительном органе.

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую благодарность дирекции ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург) и отделу энтомологии, предоставивших возможность ознакомиться с коллекциями *Simuliidae*.

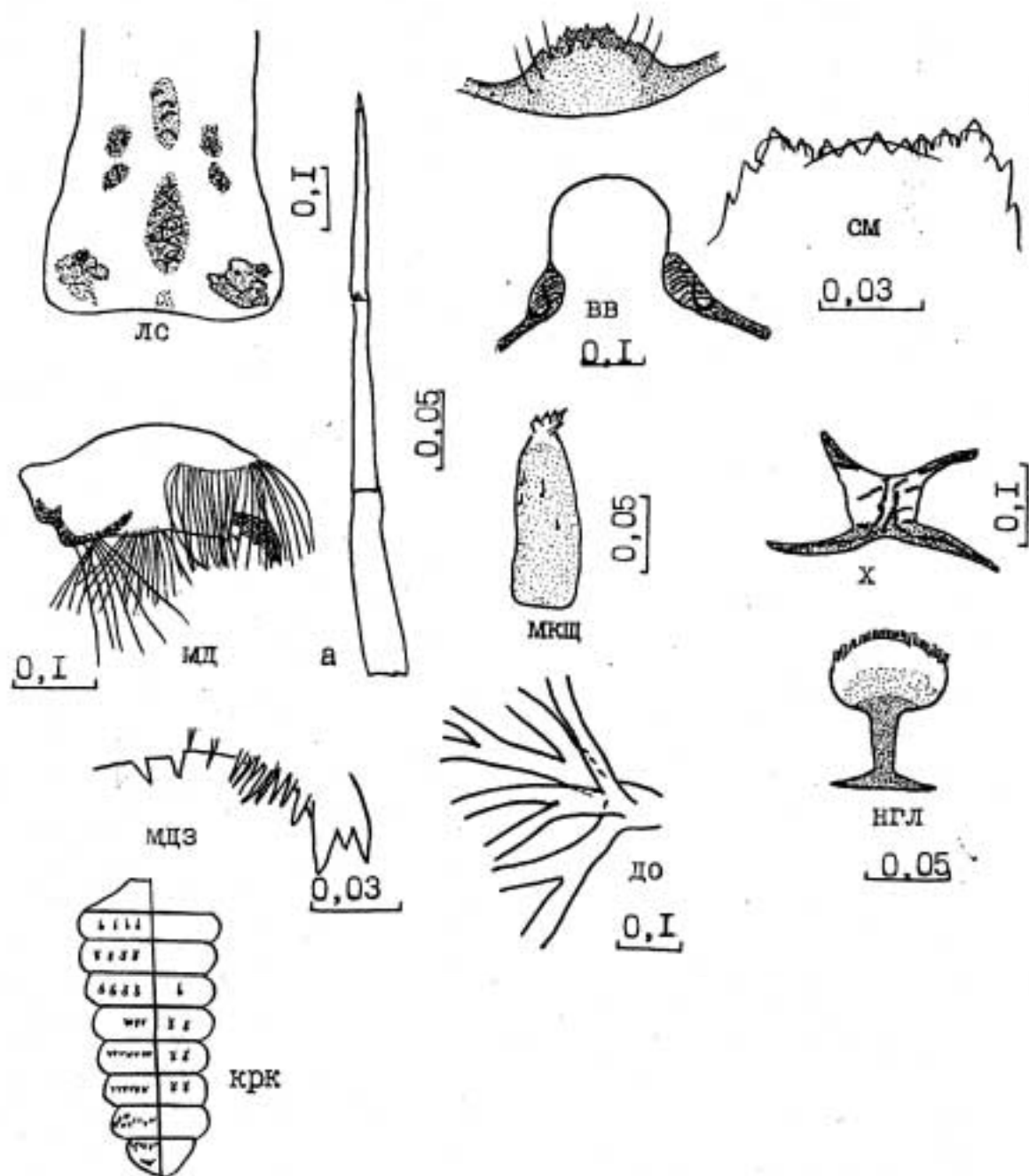


Рис. 2. *Schoenbaueria pusilla*, личинка и куколка: а – антенна личинки, вв – вентральный вырез, до – дыхательный орган, змд – зубцы мандибулы, крк – крючки на брюшке куколки, лс – лобный склерит личинки, мд – мандибула, мкщ – максиллярный щупик, нгл – надглоточник, см – субментум, х – склеротизированная (хитиновая) рама личинки



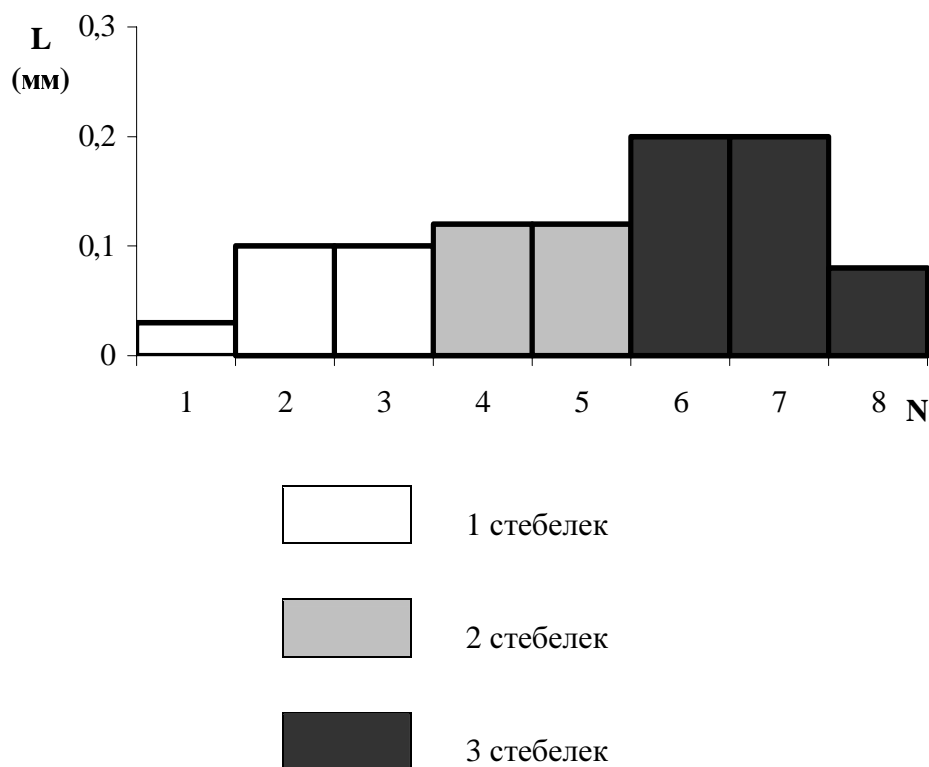


Рис. 3. Диаграмма ветвления дыхательного органа куколки *Schoenbaueria pusilla*: L – длина стебелька, N – порядковый номер нити в дыхательном органе куколки

### Список литературы

1. Каплич В.М. Мошки (Diptera, Simuliidae) Белоруссии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1987. – 22 с.
2. Рева М.В. Морфо-біологічні особливості та систематичний аналіз мошок роду *Schoenbaueria*, які зустрічаються на Україні: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – К., 1994. – 21 с.
3. Рубцов И.А. Фауна СССР: Насекомые двукрылые. Мошки (Simuliidae) / ЗИН АН СССР. – М.; Л., 1940. – 6, вып. 6. – 533 с.
4. Рубцов И.А. Фауна СССР: Насекомые двукрылые. Мошки (Simuliidae) / ЗИН АН СССР. – М.; Л., 1956. – 6, вып. 6. – 806 с.
5. Рубцов И.А. О критериях вида у некоторых насекомых // Зоол. журн. – 1959. – 38, № 5. – С. 657-672.
6. Рубцов И.А., Янковский А.В. Определитель родов мошек Палеарктики. – Л.: Наука, 1984. – С. 111.
7. Усова З.В. Фауна мошек Карелии и Мурманской области. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 286 с.
8. Шитцина Н.К. Возрастной состав и сравнительная экология популяций кровососущих видов мошек (Diptera, семейство Simuliidae) в окрестностях Красноярска: Сообщ. II // Мед. паразитол. и паразитар. болезни. – 1962. – 31, № 4. – С. 415-424.
9. Янковский А.В. Определитель мошек России и сопредельных территорий (бывшего СССР). – СПб., 2002. – 570 с.
10. Carlsson G. Studies on scandinavian blackflies. – Lund, 1962. – 280 p.

11. *Crosskey R.W.* Epitome of the supraspecific arrangement // *Black flies / Ecology, population management and annotation World distribution.* – The Pennsylvania State University, University Park and London. – 1987. – P. 469.
12. *Enderlein G.* Der heutige Stand der klassifikjation der Simuliiden // *Arch. für klassifik. und phylogen. Entomol.* – 1930. – 1, N 2. – S. 77-97.
13. *Enderlein G.* Simuliologica I // *Sber. Ges. Naturf. Freunde Berl.* – 1936. – S. 113–130.
14. *Fries B.F.* Observationes entomologicae // *Pt. J. Lundae / Monogr. Simuliarum sveciae.* – 1824. – T. 1. – P. 5-20.
15. *Grenier P.* Simuliidae de France et d'Agrigue du Nord // *Encycl. Ent.* – 1953. – A, N 29. – P. 1-170.
16. *Puri J.M.* On the early stages of some of the Scandinavian species of *Simulium* // *Parasitology.* – 1926. – 20, N 6. – P. 160-167.
17. *Rubzov I.A., Jankovsky A.V.* Family Simuliidae // *Catalogue of Palaerctic Diptera.* – Á. Soós, L. Papp (eds). *Catalogue of Palaearctic Diptera. Vol. 9. Micropezidae-Agromyzidae.* – Budapest-Amsterdam. – 1984. – P. 114-186.
18. *Smart J.* Notes on Simuliidae (Diptera) // *Proc. Roy. Entomol. Soc. Ser. B.* – London. – 1944. – Vol. 13. – P. 131-136.
19. *Wahlgren E.* *Melusina Meig. [Simulium Latr.]* // *Sv. Insektfauna.* – Stockholm, 1922. – 115 p.
20. *Zetterstedt J.W.* Sectio tertia. Diptera. Dipterologis scandinaviae amicis et popularibus carissimus. – L. Voss (ed.). *Insecta Lapponica.* – Lipsiae. – 1838. – P. [477]-868.
21. *Zetterstedt J.W.* Diptera scandinaviae disposita et descripta. Tomus [IX], seu supplementum, continens conspectum synopticum familiarum, generum et specierum, addenda, corrigenda et emendanda tomis septem prioribus. – Officina Lundbergiana, Lundae. – 1850. – P. 3429.

**Рева М.В.** Систематичні зауваження та синонімія *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae). – Узагальнені відомості з біології *Sch. pusilla* (Fries, 1824). Наведена синонімія та опис виду на сучасному рівні.

*Ключові слова:* Diptera, Simuliidae, *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824), біологія, синоніми, систематичні зауваження.

**Reva M.V.** Systematics notes and synonymy of the *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824) (Diptera, Simuliidae). – The data on the biology of *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824) species were summarized. The synonymy of the species and its description were given on the modern standard.

*Key words:* Diptera, Simuliidae, *Schoenbaueria pusilla* (Fries, 1824), biology, synonymy, differential diagnosis.

**А.М. Сумароков**

**МАТЕРИАЛЫ К ВИДОВОМУ СОСТАВУ ФАУНЫ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ  
(INSECTA: COLEOPTERA) ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Синельниковская селекционно-опытная станция Института зернового хозяйства УААН  
e-mail: col@sin.net.ua*

**Сумароков А.М. Материалы к видовому составу фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Днепропетровской области.** – Приведен видовой состав фауны жесткокрылых Днепропетровской области, включающий 1384 вида из 61 семейства. Отмечено, что список приведенных видов жуков является далеко не полным. Ввиду этого акцентируется внимание на необходимости проведения дальнейших исследований по изучению фауны жесткокрылых.

*Ключевые слова:* жуки (Insecta: Coleoptera), видовой состав, Днепропетровская область, Украина.

### **Введение**

Интенсификация сельскохозяйственного производства в степной зоне Украины вызывает существенные и часто необратимые изменения как в первичных экосистемах, так и во вторичных – агробиоценозах. По богатству видовой разнообразия и численности одной из доминирующих групп среди энтомофауны полевых культур являются жесткокрылые. Многие жуки, которые живут в посевах агрокультур, являются хищниками, регулирующими численность вредителей сельскохозяйственных культур. Среди них есть виды, питающиеся культурными растениями и сорняками. Некоторые из них трансформируют органические вещества и принимают активное участие в процессах почвообразования. Многие жесткокрылые являются индикаторами почвенных условий (водного и солевого режимов, температуры, механического состава почвы и других показателей).

Для максимального и рационального использования этих комплексов необходимо в совершенстве знать состав и динамику их компонентов. Это даст возможность прогнозировать происходящие в них изменения и разрабатывать пути улучшения естественных экосистем и агроценозов с целью повышения уровня сельскохозяйственного производства, максимального сохранения биоразнообразия и мониторинга природных и вторичных экосистем.

Целью данной работы являлось изучение видовой разнообразия комплексов жесткокрылых, динамику их изменений в основных биоценозах Днепропетровской области в результате воздействия различных антропогенных факторов и, в первую очередь, применения пестицидов.

Первая сводка по фауне жесткокрылых Екатеринославской губернии Российской Империи приведена Г.Г. Якобсоном в 1905 г. [1]. Позднее, в 1925 г. сведения по фауне жесткокрылых Екатеринославской губернии были опубликованы Б.С. Ильиным [2]. Затруднения в обработке и анализе этих данных связано, во-первых, с произошедшими в последние десятилетия ревизиями различных таксономических групп жесткокрылых, во-вторых, – с рядом несовпадений границ Екатеринославской губернии с границами Днепропетровской области.

В 1960-х годах публикуются работы В.Г. Топчиева [3, 4], А.А. Петрусенко [5], посвященные главным образом видовому составу жужелиц подзоны северной Степи Украины.

Позднее, начиная с 70-х годов прошлого столетия, началось довольно подробное изучение видовой состава фауны жуков Самарского бора, расположенного в Новомосковском и Павлоградском районах области, сотрудниками Днепропетровского национального университета – А.Ф. Пилипенко [6, 7], В.А. Барсовым с соавторами [8-10], Ю.Б. Смирновым [11, 12], Ю.Л. Кульбачко [13-15], А.В. Жуковым [16, 17] и др. [18]. Сведения о распространении жесткокрылых в Криворожском районе имеются в работах Е.И. Лапина [19, 20].

Значительно меньшее внимание уделялось изучению жуков агроценозов. Как правило, исследованиям подлежали так называемые вредители полевых культур. Лишь отдельные работы посвящены другим группам жесткокрылых [21, 22]. В наших работах наиболее полно обследованы агроценозы сельскохозяйственных культур [23–26, 37, 38, 40], прилегающие к ним остатки разнотравных степных биоценозов, полезащитные лесополосы [30, 33]. Сбор жуков проводился в Самарском бору, а также в увлажненных стациях берегов рек, озер, болот, тальвегах степных балок и др. Впервые проведена оценка снижения уровня пестицидной нагрузки на фауну жуков первичных и вторичных биоценозов [24, 27, 29–41].

### **Материал и методы исследований**

Работа выполнена в 1975–2005 гг. согласно тематическим планам ВНИИ кукурузы, Института зернового хозяйства УААН и Синельниковской селекционно-опытной станции. Сбор материала проводился практически во всех районах Днепропетровской области путем использования почвенных ловушек, почвенных раскопок, кошения энтомологическим сачком, ручных сборах при маршрутных обследованиях, светоловушками.

### **Результаты и обсуждение**

Всего на территории области на данный момент нами зафиксировано 1384 вида жуков из 61 семейства. За все годы исследований собрано и обработано более 600 тысяч экземпляров жуков. Следует отметить, что довольно значительная часть материала осталась неопределенной и по мере определения видовой принадлежности будет опубликована в последующих работах.

Наибольшим видовым разнообразием были представлены жуки семейства Carabidae – 351 вид, затем Curculionidae – 226 видов, Chrysomelidae – 147, Staphylinidae – 117, Scarabaeidae – 77, Cerambycidae – 56 видов, Elateridae и Tenebrionidae – по 35 видов, Coccinellidae и Histeridae – по 29, Meloidae и Silphidae – по 19 видов, Hydrophilidae – 18, Dytiscidae и Mordellidae – по 14 видов, Bruchidae – 13, Buprestidae и Cantharidae – по 12, Attelabidae и Lathridiidae – по 11, Dermestidae и Ipidae – по 10, Anthicidae и Nitidulidae – по 9 видов, Melyridae – 7, Byrrhidae и Erotylidae – по 6, Alleculidae, Anisotomidae, Anobiidae, Oedemeridae, Phalacridae – по 5 видов. Остальные семейства жесткокрылых были представлены 1–4 видами.

За период исследований нами были зафиксированы следующие виды жесткокрылых:

**Alleculidae:** *Cteniopinus altaicus* Gebl., *Hymenalia rufipes* F., *Omophilus proteus* Kirsch., *Podontha daghestanica* Rtt., *Pseudocistela ceramboides* L.;

**Anisotomidae:** *Agathidium vigatum* Er., *Amphicyllis globosus* F., *Liodes obesa* Schmidt., *L. polita* Marsh., *L. sp.*;

**Anobiidae:** *Caenocara sp.*, *Dorcatoma sp.*, *Ptilinus sp.*, *Xyletinus sp.*;

**Anthicidae:** *Anthicus antherinus* L., *A. bifasciatus* Rossi, *A. floralis* L., *A. hispidus* Rossi, *Chrysanthia viridissima* L., *Formicomus pedestris* Rossi, *Notoxus monoceros* L., *N. trifasciatus* Rossi., *N. sp.*;

**Antribidae:** *Brachytarsus nebulosus* Forst.;

**Attelabidae:** *Attelabus nitens* Scop., *Byctiscus betulae* L., *B. populi* L., *Coenorhinus aequatus* L., *C. pauxillus* Germ., *Pselaphorhynchites tomentosus* Gyll., *Rhynchites auratus* Scop., *R. bacchus* L., *R. cupreus* L., *R. giganteus* Kryn., *R. pubescens* F.;

**Bostrychidae:** *Bostrychus capucinus* L.;

**Bruchidae:** *Acanthoscelides obtectus* Saj., *Bruchidius cinerascens* Gyll., *B. seminarius* L., *B. unicolor* Ol., *Bruchus affinis* Frol., *B. atomarius* L., *B. brachialis* Fahr., *B. lentis* Frol., *B. loti* Pk., *B. luteicornis* Ill., *B. pisorum* L., *B. rufimanus* Boh., *Euspermophagus sericeus* Geoffr.;

**Bruchelidae:** *Bruchela orientalis* Strejz., *B. pigmaeus* Gyll., *B. suturalis* F., *B. sp.*;

**Buprestidae:** *Agrius aurichalceus* Redt., *A. biligranus* Oleub., *A. chrysoderes* Ab., *A. constantini* Oleub., *A. viridis* L., *Capnodis tenebrionis* L., *Chrysobothris affinis affinis* F.,

*Coroebus elatus* Gmel., *Cylindromorphus filum* Gyll., *C. opacus* Ab., *Phaenops cyanea* F., *Trachys troglodytes* Gyll.;

**Byrrhidae:** *Byrrhus fasciatus* Forst., *B. pilula* L., *B. sp.*, *Cytilus sericeus* Forst., *Lamprobyrrhulus nitidus* Schall., *Simplocaria semistriata* F.;

**Bostrychidae:** *Bostrychus capucinus* L.;

**Cantharidae:** *Cantharis lateralis* L., *C. livida* var. *rufipes* Hbst., *C. obscura* L., *C. oculata* Gebl., *C. rufa* L., *C. rustica* Fall., *Cteniopinus altaicus* Gebl., *Omophlus proteus* Kirsch., *Podabrus alpinus* Pk., *Pseudocistela caraboides* L., *Rhagonycha bochaci* Svihla., *R. fulva* Scop.;

**Carabidae:** *Acinopus laevigatus* Mén., *A. picipes* Ol., *Acupalpus elegans* Dej., *A. flavicollis* Sturm., *A. interstitialis* Rtt., *A. meridianus* L., *Agonum antennarium* Duft., *Agonum atratum* Duft., *A. duftschmidi* Schmid., *A. fuliginosum* Pz., *A. gracilis* Duft., *A. hypocrita* Apfl., *A. impressum* Pz., *A. lugens* Duft., *A. marginatum* L., *A. micans* Nic., *A. muelleri* Hbst., *A. piceum* L., *A. sexpunctatum* L., *A. thoreji* Dej., *A. versutum* Gyll., *A. viduum* Pz., *Amara aenea* Deg., *A. apricaria* Pk., *A. bifrons* Gyll., *A. chaudierei* Putz., *A. communis* Pz., *A. consularis* Duft., *A. convexior* Steph., *A. crenata* Dej., *A. curta* Dej., *A. equestris* Duft., *A. eurynota* Pz., *A. famelica* Zimm., *A. familiaris* Duft., *A. fulva* Deg., *A. ingenua* Duft., *A. littorea* Thoms., *A. lucida* Duft., *A. lunicollis* Schiodt., *A. majuscula* Chd., *A. municipalis* Duft., *A. nitida* Sturm., *A. ovata* F., *A. pastica* Dej., *A. plebeja* Gyll., *A. quenseli* Schonh., *A. saxicola* Zimm., *A. similata* Gyll., *A. tescicola* Zimm., *A. tibialis* Pk., *A. tricuspidata* Dej., *Amblystomus metallescens* Dej., *Anchomenus dorsalis* Pont., *Anisodactylus binotatus* F., *A. nemorivagus* Duft., *A. poeciloides* Steph., *A. poeciloides pseudoaeneus* Dej., *A. signatus* Pz., *Anthracus consputus* Duft., *Asaphidion flavipes* L., *A. pallipes* Duft., *Badister bullatus* Schrn., *B. collaris* Motsch., *B. dilatatus* Chd., *B. dorsiger* Duft., *B. meridionalis* Puel., *B. peltatus* Pz., *B. sodalis* Duft., *B. unipustulatus* Bon., *Bembidion aeneum* Germ., *B. articulatum* Pz., *B. aspericolle* Germ., *B. assimile* Gyll., *B. biguttatum* F., *B. dalmatinum* Dej., *B. dentellum* Thunb., *B. doris* Pz., *B. ephippium* Marsh., *B. femoratum* Sturm., *B. fumigatum* Duft., *B. gilvipes* Sturm., *B. guttula* F., *B. humerale* Sturm., *B. lampros* Hbst., *B. latiplaga* Chd., *B. lunulatum* Fourc., *B. milleri* S.-Dav., *B. minimum* F., *B. obtusum* Serv., *B. octomaculatum* Gz., *B. properans* Steph., *B. quadrimaculatum* L., *B. quadripustulatum* Serv., *B. rivulare* Dej., *B. ruficolle* Pz., *B. semipunctatum* Donovan., *B. tenellum* Er., *B. tetracolum* Say., *B. varium* Ol., *Blemus discus* F., *Blethisa multipunctata* L., *Brachinus brevicollis* Motsch., *B. costatulus* Quens., *B. crepitans* L., *B. elegans* Chd., *B. explodens* Duft., *B. hamatus* F.-W., *B. ejaculans* F.-W., *B. psophia* Serv., *B. sclopeta* F., *Broscus cephalotes* L., *B. semistriatus* Dej., *Calathus ambiguus* Pk., *C. erratus* Sahlb., *C. fuscipes* Gz., *C. halensis* Schall., *C. melanocephalus* L., *C. ochropterus* Duft., *Callistus lunatus* F., *Calosoma auropunctatum* Hbst., *C. denticolle* Gebl., *C. inquisitor* L., *C. investigator* Gyll., *C. sycophanta* L., *Carabus bessarabicus* F.-W., *C. besseri* F.-W., *C. cancellatus* Ill., *C. convexus* F., *C. granulatus* L., *C. estreicheri* F.-W., *C. excellens* F., *C. haeres* F.-W., *C. hungaricus scythus* Motsch., *C. marginalis* F., *C. nemoralis* Müll., *C. scabriusculus* Ol., *C. stscheglovi* Mnnh., *C. violaceus* L., *Chlaenius aeneocephalus* Dej., *C. alutaceus* Gebl., *C. decipiens* Duft., *C. festivus* Pz., *C. nigricornis* F., *C. nitidus* Schrnk., *C. spoliatus* Rossi, *C. terminatus* Dej., *C. tristis* Schall., *C. vestitus* Pk., *Cicindela arenaria* Fuesl., *C. besseri* Dej., *C. campestris* L., *C. chiloleuca* F.-W., *C. elegans* F.-W., *C. germanica* L., *C. hybrida* L., *C. littoralis nemoralis* Ol., *C. lunulata* Ol., *C. maritime* Dej., *C. soluta* Latr., *C. sylvatica* L., *Clivina collaris* Hbst., *C. fossor* L., *Curtonotus aulicus* Pz., *C. convexiusculus* Marsh., *Cymindis angularis* Gyll., *C. axillaris* F., *C. humeralis* Fourc., *C. ornata* F.-W., *Daptus vittatus* F.-W., *Demetrius imperialis* Germ., *D. monostigma* Samouel., *Diachromus germanus* L., *Dicheirotichus gustavii* Groth., *D. lacustris* Redt., *D. obsoletus* Dej., *D. ustulatus* Dej., *Dinodes cruralis* F.-W., *D. decipiens* Duft., *Dixus eremita* Dej., *D. obscurus* Dej., *Dromius linearis* Ol., *D. quadrimaculatus* L., *Drypta dentata* Rossi, *Dyschiriodes chalceus* Er., *D. cylindricus transsilvanicus* Fleish., *D. globosus* Hbst., *D. nitidus* Dej., *D. politus* Dej., *D. rufipes* Dej., *Dyschirius angustatus* Ahr., *D. arenosus* Steph., *D. obscurus* Dej., *Elaphrus cupreus* Duft., *E. riparius* L., *E. uliginosus* F., *Epaphius secalis* Pk., *Harpalus affinis* Schrnk., *H. albanicus* Rtt., *H. akinini* Tschit., *H. amplicollis* Mén., *H. anxius* Duft., *H. autumnalis* Duft., *H. calathoides* Motsch., *H. calceatus* Duft., *H. caspius*

Stev., *H. cephalotes* Fairm., *H. distinguendus* Duft., *H. flavescens* Pill., *H. flavicornis* Dej., *H. froelichi* Sturm., *H. fuscicornis* Mèn., *H. fuscipalpis* Sturm., *H. griseus* Tschit., *H. hirtipes* Pz., *H. hospes* Sturm., *H. latus* L., *H. luteicornis* Duft., *H. maspinellus* Dej., *H. melancholicus* Dej., *H. modestus* Dej., *H. oblitus* Dej., *H. picipennis* Duft., *H. progrediens* Schaub., *H. pseudoserripes* Rtt., *H. pumilis* Sturm., *H. quadripunctatus* Dej., *H. rubripes* Duft., *H. rufipes* Deg., *H. saxicola* Dej., *H. serripes* Quens., *H. servus* Duft., *H. signaticornis* Duft., *H. smaragdinus* Duft., *H. steveni* Dej., *H. subcylindricus* Dej., *H. tardus* Pz., *H. tenebrosus* Dej., *H. xanthopus winkeleri* Schaub., *H. zabroides* Dej., *Laemostenus cimmerius* F.-W., *L. terricola* Hbst., *Lebia chlorocephala* L., *L. cruxminor* L., *L. cyanocephala* L., *Leistus ferrugineus* L., *L. terminatus* Hell. in Pz., *Licinus cassideus* F., *L. depressus* Pk., *Loricera pilicornis* F., *Mastax thermarum* Stev., *Masoreus wetterhali* Gyll., *Microderes brachypus* Dej., *Microlestes corticalis* Dufour, *M. fissuralis* Rtt., *M. maurus* Sturm., *M. minutulus* Gz., *M. negrita* Woll., *M. plagiatus* Duft., *Nebria brevicollis* F., *Notiophilus biguttatus* F., *N. germinyi* Fauv. in Gren., *N. laticollis* Chd., *N. palustris* Duft., *N. rufipes* Curt., *Odacantha melanura* L., *Omophron limbatus* F., *Oodes gracilis* A. et G. B. Vill., *O. helopioides* F., *Ophonus azureus* F., *O. cephalotes* Fairm., *O. cordatus* Duft., *O. cribricollis* Dej., *O. diffinis* Dej., *O. gammeli* Schaub., *O. nitidulus* Steph., *O. obscurus* F., *O. puncticeps* Steph., *O. puncticollis* Pk., *O. punctulatus* Duft., *O. rufibarbis* F., *O. rupicola* Sturm., *O. sabulicola* Pz., *Ophonus seladon* Schaub., *O. similis* Dej., *O. stictus* Steph., *Oxypselaphus obscurum* Hbst., *Panagaeus bipustulatus* F., *P. cruxmajor* L., *Patrobus assimilis* Chd., *P. atrorufus* Strom., *Philorhisus notatus* Steph., *Platyderus rufus* Duft., *Platynus assimile* Pk., *P. krynickii* Sperk., *Poecilus anodon* Chd., *P. crenuliger* Chd., *P. cupreus* L., *P. lepidus* Leske, *P. puncticollis* Dej., *P. punctulatus* Schall., *P. sericeus* F.-W., *P. versicolor* Sturm., *Pogonistes angustus* Gebl., *P. convexicollis* Chd., *P. rufoaeneus* Dej., *Pogonus cumanus* Lutsch., *P. iridipennis* Nic., *P. litoralis* Duft., *P. luridipennis* Germ., *P. orientalis* Dej., *P. punctulatus* Dej., *P. transfuga* Chd., *Polystichus connexus* Fourc., *Pterostichus anthracinus* Ill., *P. diligens* Sturm., *P. elongatus* Duft., *P. gracilis* Dej., *P. hamaeleon* Motsch., *P. longicollis* Duft., *P. macer* Marsh., *P. melanarius* Ill., *P. melas* Creutz., *P. minor* Gyll., *P. niger* Schall., *P. negrita* F., *P. oblongopunctatus* F., *P. ovoideus* Sturm., *P. strenuus* Pz., *P. vernalis* Pz., *Stenolophus discophorus* F.-W., *S. mixtus* Hbst., *S. persicus* Mnnh., *S. proximus* Dej., *S. skrimshireanus* Steph., *S. teutonius* Schrnk., *Stomis pumicatus* Pz., *Syntomus foveatus* Fourcr., *S. obscuroguttatus* Duft., *S. pallipes* Dej., *S. truncatellus* L., *Synuchus vivalis* Ill., *Tachys bistratus* Duft., *T. micros* F.-W., *T. scutellaris* Steph., *Tachyta nana* Gyll., *Taphoxenus gigas* F.-W., *Trechus quadristriatus* Schrnk., *Zabrus spinipes* F., *Z. tenebrioides* Gz.;

**Catopidae:** *Catops* sp., *Choleva* sp., *Cholevinus* sp.;

**Ceramrycidae:** *Acmaeops collaris* L., *Agapanthia dahli* Richt., *A. volacea* F., *Anaesthetis testacea* L., *Aromia moschata moschata* L., *Chlorophorus figuratus* Scop., *C. sartor* Müll., *C. varius* Müll., *Criocephalus tristis* L., *Dorcadion carinatum* Pall., *D. cinerarium* F., *D. elegans* Kr., *D. equestre* Laxm., *D. fulvum* Scop., *D. holosericeum* Krun., *D. pedestre* Poda., *D. pusillum* Kust., *D. scopoli* Hbst., *D. tauricum* Waltl., *Ergates faber* L., *Exocentrus lusitanus* L., *Gaurotes virginea* L., *Hylotrupes bajulus* L., *Lamia textor* L., *Leiopus nebulosus* L., *Leptura bipunctata* F., *L. livida* F., *L. maculata* L., *Monochamus galloprovincialis* Germ., *M. g. pictor* Germ., *Pachytodes erratica* Dalm., *Phymatodes testaceus* L., *Phytoecia cylindrical* L., *P. hirsutula* Frol., *P. icterica* Schall., *P. nigricornis* F., *P. pustulata* Schrnk., *P. virgula* Charp., *Plagionotus floralis* Pall., *Prionus coriaceus* L., *Pyrrhydium sanguineum* L., *Rhopalopus clavipes* F., *R. macropus* Germ., *R. spinicornis* Ab., *Saperda populnea* L., *Spondylis buprestoides* L., *Stenocorus meridianus* L., *S. quercus* Gotz., *Strangalia bifasciata* Müll., *S. melanura* L., *S. quadrifasciata* L., *Strangalina attenuata* L., *Tetrops praeusta* L., *Xylotrechus antilope* Schonh., *X. arvicola* Ol., *X. rusticus* L.;

**Chrysomelidae:** *Agelastica alni* L., *Altica brevicollis* Foudr., *A. quercetorum* Foudr., *Aphthona flaviceps* All., *A. nigriscutis* Foudr., *Bromius obscurus* L., *Donacia crassipes* F., *Cassida canaliculata* Laich., *C. murraea* L., *C. nebulosa* L., *C. nobilis* L., *C. prasina* Ill., *C. sanguinolenta* Mull., *C. sanguinosa* Sffr., *C. viridis* L., *C. vittata* Vill., *Chaetocnema aridula* Gyll., *C. breviscula* Fald., *C. concinna* Marsh., *C. hortensis* Geoffr., *C. tibialis* Ill., *Chalcoides aurata* Marsh., *C. aurea* Geoffr., *C. lamina* Bed., *C. plutus* Latr., *Chilotoma musciformis* Gz., *Chrysolina cerealis* L.,

*C. fastuosa* Scop., *C. marginata* L., *C. menthastri* Sffr., *C. reitteri* Wse., *Chrysomela collaris* L., *C. gypsophylae* Kust., *C. limbata* L., *C. polita* L., *C. populi* L., *C. saliceti* L., *C. sanguinolenta* L., *C. tremulae* F., *Clytra laeviuscula* Ratz., *C. quadripunctata* L., *Colafellus sophiae* Schall., *Coptocephala quadrimaculata* L., *Crioceris asparagi* L., *C. duodecimpunctata* L., *C. quatuordecimpunctata* Scop., *C. quinquepunctata* Scop., *Cryptocephalus apicalis* Gebl., *C. bipunctatus* L., *C. chrysopus* Gmel., *C. connexus* Ol., *C. cordiger* L., *C. coryli* L., *C. flavipes* F., *C. fulvus* Gz., *C. gamma* H.-S., *C. hypochoeridis* L., *C. janthinus* Germ., *C. labiatus* L., *C. laetus* F., *C. laevicollis* Gebl., *C. moraei* L., *C. nitidus* L., *C. ocellatus* Drap., *C. octacosmus* Bedel., *C. octopunctatus* Scop., *C. pilosus* Gyll., *C. planifrons* Wse., *C. populi* Sffr., *C. pusillus* F., *C. sericeus* L., *C. seristula* Duft., *C. sexpunctatus* L., *C. schaefferi* Schrnk., *C. virens* Sffr., *Dibolia metallica* Motsch., *Entomoscelis adonidis* Pall., *E. suturalis* Wse., *Euluperus xanthopus* Duft., *Eumolpus asclepiadeus* Pall., *Galeruca dahli* Joan., *G. interrupta circumdata* Duft., *G. melanocephala* Ponza., *G. pomonae* Scop., *G. tanaceti* L., *Galerucella luteola* Müll., *Gastrophysa polygoni* L., *G. viridula* Deg., *Halticini sp. sp.*, *Hispella atra* L., *Hypocassida subferruginea* Schrnk., *Labidostomis beskeri* Wse., *L. cyanicornis* Germ., *L. humeralis* Schneid., *L. longimana* L., *L. lucida* Germ., *L. pallidipennis* Gebl., *L. tridentata* L., *Leptinotarsa decemlineata* Say., *Linnaeidea aenea* L., *Longitarsus anchusae* Pk., *L. salviae* Gruev., *L. tabidus* F., *Luperus flavipes* L., *L. longicornis* F., *L. xanthopoda* Schrnk., *Neophaedon pyritosus* Rossi, *Orsodacne cerasi* L., *O. lineola* Pz., *Oulema lichenis* Voet., *O. melanopus* L., *O. tristis* Hbst., *Pachnophorus pilosus* Rossi, *P. villosus* Duft., *Pachybrachys fimbriolatus* Sffr., *P. hieroglyphicus* Leich., *P. probus* Wse., *P. tessellatus* Ol., *Phaedon cochleariae* F., *Phratora tibialis* Sffr., *P. vitellinae* L., *P. vulgarissima* L., *Phyllotreta armoraciae* Koch., *P. atra* F., *P. nemorum* L., *P. nodicornis* Marsh., *P. undulata* Kutsch., *P. vittula* Redt., *Pilemastoma fastuosa* Schall., *Plagioderia versicolora* Leich., *Plateumaris braccata* Scop., *P. consimilis* Schrnk., *P. discolor* Pz., *P. sericea* L., *Prasocuris phellandrii* L., *Psylliodes affinis* Pk., *P. attenuatus* Koch., *P. chrysocephala* L., *P. cupreata* Duft., *P. cyanoptera* Ill., *P. luteola* Müll., *P. napi* F., *P. sophiae* H. Kig., *Pyrhalta tenella* L., *P. viburni* Pk., *Smaragdina affinis* Hellw., *S. aurita* L.;

**Cisidae:** *Cis castaneus* Mellie;

**Cleridae:** *Necrobia ruficollis* F., *N. violacea* L., *Thanasimus formicarius* L., *Trichodes apiarius* L.;

**Coccinellidae:** *Adalia bipunctata* L., *Adonia variegata* Gz., *Anatis ocellata* L., *Anisosticta novemdecimpunctata* L., *Calvia decimguttata* L., *C. quatuordecimguttata* L., *C. quinquedecimguttata* F., *Chilocorus bipustulatus* L., *Coccidula rufa* Hbst., *C. scutellata* Hbst., *Coccinella distincta* Fald., *C. septempunctata* L., *Coccinula quatuordecimpustulata* L., *Cynegetis impunctata* L., *Exochomus quadripustulatus* L., *Halyzia sedecimguttata* L., *Harmonia quadripunctata* Pont., *Hyperaspis campestris* Hbst., *H. reppensis* Hbst., *Hyppodamia tredecimpunctata* L., *Neomysia oblongoguttata* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Scymnus ferrugatus* Moll., *S. frontalis* F., *S. rubromaculata* Gz., *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L., *Synharmonia conglobata* L., *Thea vigintiduopunctata* L., *Titthaspis sedecimpunctata* L.;

**Colydiidae:** *Aulonium trisulcatum* Geoffr., *Cerylon sp.*, *Corticeus bicolor* Ol.;

**Cryptophagidae:** *Atomaria sp.*, *Cryptophagus lygoperdi* Hbst., *C. pilosus* Gyll., *C. sp.*;

**Cucujidae:** *Silvanus sp.*, *Uleiota planatus* L.;

**Curculionidae:** *Adosomus roridus* Pall., *Alophus triguttatus* F., *A. sp.*, *Apion aestivum* Germ., *A. apricans* Hbst., *A. carduorum* Kby., *A. cerdo* Gerst., *A. corniculatum* Germ., *A. cracca* L., *A. curtirostris* Germ., *A. elegantum* Germ., *A. elongatum* Desbr., *A. elongatum* Germ., *A. filirostre* Kby., *A. flavipes* Pk., *A. frumentarium* L., *A. loti* Kby., *A. meliloti* Kby., *A. miniatum* Germ., *A. onopordi* Kby., *A. pavidum* Germ., *A. pisi* F., *A. radiolus* Kby., *A. reflexum* Gyll., *A. seniculus* Kby., *A. stolidum* Germ., *A. tenue* Kby., *Baridius timida* Rossi, *Baris analis* Ol., *B. artemisiae* Hbst., *B. atramentaria* Boh., *B. carbonaria* Boh., *B. chlorisans* Germ., *B. coerulea* Scop., *B. janthina* Boh., *B. laticollis* Marsh., *B. lepidii* Germ., *B. melaena* Boh., *B. scolopacea* Germ., *B. semistriata* Boh., *Bothynoderes foveicollis* Gebl., *B. punctiventris* Germ., *B. strabus* Gyll., *Brachyderes incanus* L., *Brachysomus echinatus* Bousd., *Bradybatus tomentosus*

Desbr., *Byctiscus betulae* L., *Ceuthorrhynchus assimilis* Pk., *C. chlorophanus* Rouget., *C. erysimi* F., *C. granulicollis* Thoms., *C. ignitis* Germ., *C. inaeffectatus* Gyll., *C. longatus* Schultze, *C. millefolii* Schultze, *C. nubeculosus* Gyll., *C. pleurostigma* Marsh., *C. pulvinatus* Gyll., *C. quadridens* Pz., *C. sisymbrii* Dickm., *C. sulcicollis* Pk., *C. symphyti* Beg., *C. turbatus* Schze., *C. virgatus* Gyll., *Chlorophanus sellatus* F., *C. viridis* L., *Chromoderes declivis* Ol., *C. fasciatus* Müll., *Cionus hortulanus* Geoffr., *C. olivieri* Rosensch., *Cleonus piger* Scop., *Cleopomiarus graminis* Gyll., *Cneorrhynus albinus* Boh., *Coenorrhynus aequatus* L., *C. pauxyllus* Germ., *Coniocleonus nigrosuturalis* Gz., *Coryssomerus capucinus* Beck., *Cossonus linearis* F., *Cryptorrhynchidius lapathi* L., *Curculio glandium* Mardh., *Cycloderes pilosus* F., *Cyphocleonus tigrinus* Pz., *C. trisulcatus* Hbst., *Dorytomus ictor* Hbst., *Eusomus acuminatus* Boh., *E. ovulum* Germ., *E. pascuorum* Gyll., *Foucartia squamulata* Hbst., *Furcipes rectirostris* L., *Gronops lunatus* F., *G. sulcatus* Boh., *Gymnetron antirrhini* Pk., *G. collinum* Gyll., *G. labile* Hbst., *G. melanarius* Germ., *G. netum* Derm., *G. pascuorum* Gyll., *G. plantaginis* Epp., *G. tetrum* L., *G. zuberi* Desbr., *Haplorhynchites pubescens* F., *Hylobius abietis* L., *Hypera pestica* Gyll., *Larinus inaequalicollis* Cap., *L. ninutus* Gyll., *L. turbinatus* Gyll., *Larinus vulpes* Ol., *Lepyrus capucinus* Schall., *L. palustris* Scop., *Liophloeus tessulatus* Müll., *Liparus tenebrioides* Pall., *Lixus albomarginatus* Boh., *L. algirus* L., *L. ascanii* L., *L. brevipes* Bris., *L. cardui* Ol., *L. cribricollis* Boh., *L. elongatus* Gz., *L. fasciculatus* Boh., *L. incanescens* Boh., *L. iridis* Ol., *L. paraplecticus* L., *L. sanguineus* Rossi, *L. subtilis* Sturm., *Lignyodes enucleator* Pz., *L. incanescens* Boh., *L. muerlei* Ferrari, *Liofloeus fessullatus* Müll., *Liparus tenebrioides* Pall., *Magdalis armigera* Geoffr., *M. barbicornis* Latr., *M. cerasi* L., *M. ruficornis* L., *M. violacea* L., *Marmaropus besseri* Gyll., *Mecinus janthinus* Germ., *Metadontus distinguendus* Boh., *Minyops carinatus* L., *Mononychus punctum-album* Hbst., *Mylacus rotundatus* F., *Nedyus quadrimaculatus* L., *Notaris bimaculatus* F., *N. scirpi* F., *Omius borysthenicus* Korot., *O. rotundatus* F., *O. verruca* Stev., *Otiorrhynchus caucasicus* Strl., *O. conspersus* Germ., *O. fullo* Schrnk., *O. ligustici* L., *O. ovatus* L., *O. raucus* F., *O. rotundatus* Sieb., *O. ruscicus* Otrl., *O. scopularis* Hoch., *O. singularis* L., *O. smreczynskii* Cmol., *O. velutinus* Germ., *Pachycerus cordiger* Germ., *Paratinus femoralis* Er., *Phyllobius argentatus* L., *P. brevis* Gyll., *P. contemptus* Stev., *P. fulvago* Stev., *P. oblongus* L., *P. pomaceus* Gyll., *P. pyri* L., *P. vespertinus* F., *P. viridicollis* F., *Phytonomus adspersus* F., *P. arator* L., *P. pedestris* Pk., *P. transsylvanicus* Petri, *P. variabilis* Hbst., *Peritelus familiaris* Boh., *Polydrosus inustus* Germ., *P. picus* F., *P. pterygomalis* Boh., *P. sericeus* Schall., *P. viridicinctus* Gyll., *Poophagus sisymbrii* F., *Procas armillatus* F., *Psalidium maxillosum* F., *Pseudocleonus cinereus* Schrnk., *Ptochus porcellus* Boh., *Rhinoncus pericarpus* L., *R. smreczynskii* Dveckmann., *Rhynchaenus alni* Müll., *R. populi* F., *Sciaphobus squalidus* Gyll., *Sirocalus floralis* Pk., *S. pulvinatus* Gyll., *S. terminatus* Hbst., *Sitona callosus* Gyll., *S. crinitus* Hbst., *S. cylindricollis* Fahrs., *S. inops* Gyll., *S. languidus* Gyll., *S. lineatus* L., *S. longulus* Gyll., *S. suturalis* Steph., *S. tibialis* Hbst., *S. waterhousei* Walt., *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* F., *Smicronyx smreczynskii* Solari, *Spermophagus sericeus* Geoffr., *Sphenophorus abbreviatus* F., *S. piceus* Pall., *S. striatopunctatus* Gz., *Stephanocleonus microgrammus* Gyll., *Strophosomus capitatus* Deg., *S. albolineatus* Seidl., *Tanymecus palliatus* F., *Trachyphloeus alternans* Gyll., *T. inermis* Boh., *Trichosirocalus horridus* Gyll., *Tychius crassirostris* Kirsch., *T. femoralis* Bris., *T. flavus* Besk., *T. medicaginis* Bris., *T. meliloti* Steph., *T. micaceus* Muls., *T. quinquepunctatus* L., *T. tomentosus* Hbst., *Urometopus nemorum* L.;

**Dermestidae:** *Anthrenus scrophulariae* L., *Attagenus megatoma* F., *A. unicolor* Brahm., *Dermestes bicolor* F., *D. erichsoni* Gelb., *D. kaszabi* Kalik, *D. lanarius* Ill., *D. lardarius* L., *D. olivieri* Lep., *D. undulatus* Brahm.; **Dytiscidae:** *Agabus bipustulatus* L., *Coelambus impressopunctatus* Schall., *Hydaticus transversalis* Pont., *Hydrotus versicolor* Schall., *Hyphydrus ovatus* L., *Ilybius apicalis* Scharp., *I. fuliginosus* F., *I. obscurus* Marsh., *I. quadriguttatus* Boisd., *Laccophilus hyolinus* Deg., *L. variegates* Germ., *Noterus clavicornis* Deg., *Rhantus notatus* F., *R. pulverosus* Steph.;

**Elateridae:** *Aelosomus rossi* Germ., *Actenicerus sjaelandicus* Müll., *Agriotes aterrimus* L., *A. fusciceps* Gyll., *A. gurgistanus* Fald., *A. lineatus* L., *A. obscurus* L., *A. sputator* L., *A. ustulatus* Schall., *Agripnus murinus* L., *Ampedus pomorum* Hbst., *A. sanguineus* L., *A. sanquinolentus*



Schrnk., *Athous haemorrhoidalis* F., *A. jejunos* Ksw., *A. niger* L., *A. villosus* Geoffr., *A. vittatus* F., *Cardiophorus cinereus* Hbst., *C. c. testaceum* F., *C. dolini* Mardz., *C. equiseti* Hbst., *C. maritimus* Dolin, *C. vestigialis* Er., *Corymbites pectinicornis* L., *Drasterius bimaculatus* Rossi, *Melanotus castaniceps* Pk., *M. fuscipes* Gyll., *Prosternon tessellatum* L., *Pseudonostirus globicollis* Germ., *Selatosomus aeneus* L., *S. cruciatus* L., *S. impressus* F., *S. latus* F.;

**Endomychidae:** *Lycoperdina succincta* L.;

**Erotylidae:** *Combocerus glaber* Schall., *Dacne bipustulata* Thunb., *D. pontica* Bed., *Triplax aenea* Schall., *T. collaris* Schall., *T. russica* L.;

**Eucinetidae:** *Eucinetus haemorrhous* Duft.;

**Gyrinidae:** *Gyrinus marinus* Gyll.;

**Helodidae:** *Cyphon* sp., *Scirtes hemisphaericus* L., *S. orbicularis* Pz.;

**Heteroceridae:** *Heterocerus* sp.;

**Histeridae:** *Atholus corvinus* Germ., *A. duodecimstriatus* Schrnk., *Chalcionellus amoeus* Er., *Eudiplister planulus* Mén., *Gnathoncus suturifer* Rtt., *Hister quadrimaculatus* L., *H. quadrinotatus* Scrib., *Hololepta plana* Sulz., *Hypocacculus rufipes* Pk., *Hypocaccus rubripes* Er., *H. rufifrons* Pk., *Margarinotus bipustulatus* Schrnk., *M. cadaverinus* Hoff., *M. carbonarius* Ill., *M. purpurascens* Hbst., *M. silantjevi* Schir., *M. stercorarius* Hoff., *Pachylister inaequalis* Ol., *Paromalus flavicornis* Hbst., *Platynomalus complanatus* Pz., *Platysoma compressum* Hbst., *Saprinus aeneus* F., *S. georgicus* Mars., *S. lautus* Er., *S. planiusculus* Motsch., *S. semistriatus* Scrib., *S. subnitescens* Bikch., *S. turcomanicus* Mén., *S. virescens* Pk.;

**Hydrophilidae:** *Berosus* sp., *Cercyon analis* Pk., *C. laminatus* Sharp., *C. marinus* Thoms., *C. unipustulatus* L., *Coelostoma* sp., *Enochrus bicolor* F., *E. melanocephalus* Ol., *Enochrus quadripunctatus* Herbst., *E. testaceus* F., *E. sp.*, *Hydrobius fuscipes* L., *H. sp.*, *Hydrophilus caraboides* L., *H. piceus* L., *Hydrous aterrimus* Ech., *Limnoxenus niger* Zsch.;

**Ipididae:** *Hylesinus fraxini* Pz., *H. oliperda* F., *Hylurgius ligniperda* F., *Pteleobius craatzi* Eichh., *Scolytus intricatus* Ratz., *S. kirschi* Skal., *S. laevis* Chap., *S. pygmaeus* F., *S. rugulosus* Ratz., *S. scolytus* F.;

**Lagridiidae:** *Lagria hirta* L.;

**Lathridiidae:** *Corticaria crenulata* Gyll., *C. sp.*, *Corticarina fuscula* Gyll., *Enicmus amici* Lohr., *E. rugosus* Gyll., *E. sp.*, *Lathridius anthracinus* Mnnh., *L. minutus* L., *L. sp.*, *Melanophthalma distinguenda* Com., *M. maura* Motsch.;

**Lucanidae:** *Dorcus parallelipedus* L., *Lucanus cervus* L., *Platycerus caraboides* L.;

**Meloidae:** *Cerocoma schaefferi* L., *Epicauta erythrocephala* Pall., *Lytta vesicatoria* L., *Meloë brevicollis* Pz., *M. coriarius* Brdt., *M. hungarus* Schrnk., *M. proscarabaeus* L., *M. rugosus* Marsh., *M. scabriusculus* Brdt., *M. uralensis* Pall., *M. variegates* Donovan., *M. violaceus* Marsh., *Mylabris fabricii* Sum., *M. geminata* F., *M. polymorpha* Pall., *M. pusilla* Ol., *M. quadripunctata* L., *M. quatuordecimpunctata* Pall., *M. sibirica* F.-W., *M. variabilis* Pall., *Stenoderus caucasicus* Pall.;

**Melyridae:** *Ebaeus* sp., *Dasytes niger* L., *Henicopus pilosus* Scop., *Malachius aeneus* L., *M. geniculatus* Germ., *M. marginellus* Ol., *Ttichocelebe floralis* Ol.;

**Monotomidae:** *Rhizophagus bipustulatus* F.;

**Mordellidae:** *Anaspis frontalis* L., *A. lobata* Costa., *Cyrtanaspis phalerata* Germ., *Mordella aculeata* L., *M. fasciata* F., *Mordellistena brevicauda* Boh., *M. micans* Germ., *M. nana* Motsch., *M. parvula* Gyll., *M. pseudobrevicauda* Erm., *M. pumila* Gyll., *M. rufifrons* Schilg., *M. salsoparvuliformis* Erm., *M. thuringiaca* Frm.;

**Mycetophagidae:** *Lithargus connexus* Geoffr., *Mycetophagus piceus* F., *M. quadripustulatus* L.;

**Myodochidae:** *Pterotmetus staphyliniformis* Schil.;

**Nitidulidae:** *Brachypterolus pulicarius* L., *Brachypterus fulvipes* Er., *Meligethes aeneus* F., *M. clypeogethes aeneus* F., *M. clypeogethes coracinus* St., *M. c. sp.*, *M. maurus* Sturm., *M. viridescens* F., *M. sp.*;

**Oedemeridae:** *Oedemera flavescens* L., *O. flavipes* F., *O. virescens* L., *O. viridis* L., *O. sp.*;

**Ostomatidae:** *Nemosoma caucasicum* Mén., *Tenebrioides mauritanicus* L.;

**Phalacridae:** *Olibrus bicolor* F., *O. sp.*, *Phalacrus* sp., *Stilbus atomarius* L., *S. sp.*;

**Ptinidae:** *Ptinus desertorum* Rtt., *P. fur* L., *P. testaceus* Ol.;

**Pselaphidae:** *Bythinus aestivus* Leach.;

**Pyrochroidae:** *Pyrochroa* sp.;

**Rhinomaceridae:** *Nemonyx lepturoides* F.;

**Scaphidiidae:** *Scaphosoma agaricinum* L.;

**Scarabaeidae:** *Amphicoma vulpes* F., *Amphimallon solstitialis* L., *Anisoplia agricola* Poda., *A. austriaca* Hbst., *A. deserticola* F.-W., *A. segetum* Hbst., *Anomala dubia* Scop., *Aphodius aestivalis* Steph., *A. brevis* Er., *A. circumcinctus* A. Schm., *A. distinctus* Müll., *A. erraticus* L., *A. fimetarius* L., *A. granarius* L., *A. haemorrhoidalis* L., *A. immundus* Creutz., *A. ivanovi* Lebed., *A. linears* Reiche., *A. lugens* Creutz., *A. melanostictus* W. Schm., *A. novikovi* Kabakov, *A. plagiatus* L., *A. prodromus* Brachm., *A. quadrimaculatus* L., *A. rectus* Motsch., *A. rotundangulus* Rtt., *A. rufipes* L., *A. sordidus* F., *A. tessulatus* Pk., *A. varians* Duft., *Blitopertha lineolata* F.-W., *Bolbeceras armiger* Scop., *Bolbelasmus unicornis* Schrnk., *Caccobius schreberi* L., *Cetonia aurata* L., *Copris lunaris* L., *Epicometis hirta* Poda, *Geotrupes spiniger* Marsh., *G. stercorosus* Scrib., *Gymnopleurus mopsus* Pall., *G. geoffroyi* Fuessel., *Hoplia parvula* Kryn., *Lethrus apterus* Laxm., *Maladera holosericea* Scop., *Melolontha melolontha* L., *Miltotrogus aequinoctialis* Hbst., *Oniticellus fulvus* Gz., *Onthophagus coenobita* Hbst., *O. furcatus* F., *O. gibbulus* Pall., *O. illiricus* Scop., *O. leucostygma* Stev., *O. nuchicornis* L., *O. ovatus* L., *O. semicornis* Pz., *O. taurus* Schreb., *O. vacca* L., *O. verticicornis* Leich., *O. vitulus* F., *Orictes nasicornis* L., *Oxythyrea funesta* Poda., *Palorus depressus* F., *Pentodon idiota* Hbst., *Phylopertha horticola* L., *Pleurophorus caesus* Pz., *Polyphilla fullo* L., *Potosia fieberi boldirevi* Zabr., *P. hungarica* Hbst., *P. metallica metallica* Hbst., *Rhisotrogus aestivus* Ol., *R. vernus vernus* Germ., *Rhyssemus germanus* L., *Serica brunnea* L., *Sisiphus schaefferi* L., *S. s. loschniacus* L., *Valgus hemipterus* L.;

**Scaphidiidae:** *Scaphosoma agaricinum* L.;

**Silphidae:** *Aclypaea undata* Mull., *Necrodes littoralis* L., *Nicrophorus antennatus* Rtt., *N. fossor* Er., *N. germanicus* L., *N. humator* F., *N. investigator* Zelt., *N. sepultor* Harp., *N. vespillo* L., *N. vespilloides* Hbst., *N. vestigator* Hersch., *Oiceptoma thoracica* L., *Phosphuga atrata* L., *Silpha carinata* Hbst., *S. obscura* L., *S. tristis* Ill., *Thanatophilus rugosus* L., *T. sinuatus* F., *Xylodrepa quadripunctata* L.;

**Sphindidae:** *Aspidiphorus orbiculatus* Gyll.;

**Staphylinidae:** *Achenium depressum* Gr., *Acrognathus mandibularis* Gyll., *Aleochara bipustulata* L., *A. curtula* Gz., *A. erythroptera* Grav., *A. laevigata* Gyll., *A. sp.*, *Aleocharinae* spp., *Anotylus insecatus* Grav., *Astenus gracilis* Payk., *Atheta* sp., *Bledius fracticornis* Pk., *B. spectabilis* Kr., *B. tricornis* Hbst., *Creophilus maxillosus* L., *Dolicaon biguttulus* Lac., *Drusilla canaliculata* F., *Elonium schuberti* Motsch., *E. sp.*, *Emus hirtus* L., *Enaestethus bipunctatus* Ill., *Falagria hirta* Grav., *Gabrius femoralis* Grav., *G. osseticus* Kolepati, *G. suffragani* Joy., *G. sp.*, *Gyrophypnus punctulatus* Pk., *G.sp.*, *Heterothops dissimilis* Grav., *H. niger* Kr., *H. quadripunctatus* Grav., *Lathrobium elongatum* L., *L. flavipes* Hochh., *L. fovulum* Steph., *L. geminum* Kr., *L. rufipenne* Gyll., *Leptacinus batychnus* Gyll., *Leptobium gracilis* Grav., *Lithocharis ochraceus* Grav., *Mycetoporus* sp., *Ochtheophilum fracticorne* Pk., *Ocypus brunnipes* F., *O. ophthalmicus* Scop., *O. picipennis* F., *O. similis* F., *Olophrum assimile* Pk., *Omalium* sp., *Ontholestes haroldi* Epp., *O. murinus* L., *Othius punctulatus* Gz., *Oxypoda abdominalis* Mnnh., *Oxyporus rufus* L., *Oxytelus insecatus* Grav., *O. piceus* L., *O. rugifrons* Hochh., *O. rugosus* F., *O. sculpturatus* Grav., *O. sculptus* Grav., *O. sp.*, *Paederus fuscipes* Curt., *P. riparius* L., *Philonthus carbonarius* Grav., *P. chalceus* Steph., *P. cognatus* Steph., *P. concinnus* Grav., *P. coruscus* Grav., *P. cruentatus* Gmel., *P. decorus* Grav., *P. dimidiatus* C. Sahlb., *P. ebeninus* Grav., *P. fulvipes* F., *P. lepidus* Grav., *P. micans* Grav., *P. nitidulus* Grav., *P. nitidus* F., *P. politus* L., *P. punctus* Grav., *P. quisquiliarius* Gyll., *P. rectangulus* Sharp., *P. scribeae* Fauv., *P. sordidus* Grav., *P. spinipes* Sharp., *P. tenuicornis* Muls.et Rey., *P. umbratilis* Grav., *P. varians* Pk., *Plataraea brunnea* F., *Platystethus capito* Heer., *P. cornutus* Grav., *P. rufospinus* Hochh., *Quedius ochripennis* Mén., *Rugilus geniculatus* Er., *Sepedophilus pedicularium* Grav., *S. testaceus* F., *Staphylinus caesareus* Cederh., *S. erythropterus* L., *S. stercorarius* Ol., *Stenus comma* Lec., *S. sp.*, *Stilicus rufipes* Germ., *S. subtilis* Er., *Tachinus*

*discoideus* Er., *T. rufipes* Deg., *Tachyporus hypnorum* F., *T. nitidulus* F., *T. pusillus* Grav., *Trogophloeus bilineatus* Steph., *T. pusillus* Grav., *T. sp.*, *Xantholinus fortepunctatus* Motsch., *X. linearis* Ol., *X. longiventris* Heer., *X. semirufus* Rtt., *X. tricolor* F., *Ziras cognatus* Maerkl., *Z. haworthi* Steph., *Z. humeralis* Grav.;

**Tenebrionidae:** *Alphitophagus bifasciatus* Say., *Anatolica eremita* Stev., *Asida lutosa* Sol., *Belopus procerus* Muls., *Blaps halophyla* F.-W., *B. lethifera* Marsh., *Bolitophagus reticulatus* L., *Cossyphus tauricus* Stev., *Crypticus quisquilius* Pk., *Gnaptor spinimanus* Pall., *Gonocephalum pusillum* F., *Hypophloeus bicolor* Ol., *Laena pulchella* F.-W., *Melanimon tibialis* F., *Nalassus brevicollis* Kryn., *N. dermestoides* Ill., *N. sareptanus* Allarol, *Odocnemis perplexus* Mén., *Oodescelis melas* Fisch., *O. polita* Sturm., *Opatrum sabulosum* L., *Palorus depressus* F., *Pedinus boristhenicus* Rhdt., *P. femoralis* L., *Pimelia subglobosa* Pall., *Probaticus subrugosus* Duft., *Prosodes obtusa* F., *Scaphidema metallicum* F., *Tenebrio molitor* L., *T. obscurus* F., *Teneboides fuscus* Gz., *Tenebrioides mauritanicus* L., *Tenthylia nomas* Pall., *Uloma culinaris* L., *U. rufa* Pall.;

**Trogidae:** *Trox cadaverinus* Ill., *T. hispidus* Pont., *T. sabulosus* F., *T. scaber* Schall.

Естественно предположить, что видовое разнообразие жесткокрылых на территории Днепропетровской области далеко не исчерпываются указанными видами, и дальнейшие исследования в этом направлении значительно дополняют приведенный выше список.

Путем анализа было установлено, что более половины из указанных видов жуков впервые отмечены для вторичных и первичных биоценозов области. В ряде опубликованных нами работ впервые на большом фактическом материале доказано, что значительное снижение пестицидной нагрузки в последнее десятилетие способствовало увеличению в 1,5-2 раза видового разнообразия всех трофических групп жесткокрылых, и, в первую очередь, зоофагов. Последние без применения инсектицидов в агроценозах эффективно регулировали численность вредных видов фитофагов и были способны сдерживать их численность на экономически безопасном уровне. Нами предложено изменить принципы внесения тех или иных видов в Красную книгу Украины и области, обоснована необходимость включать не только крупные и заметные виды насекомых, но и более мелкие формы, редко встречающиеся в исследуемых регионах [42].

## Выводы

На момент написания данной работы на территории Днепропетровской области зафиксировано 1384 вида жесткокрылых, относящихся к 61 семейству. Для составления более полного списка жуков необходимо проведение дальнейших исследований. В природоохранном аспекте очевидным является сохранение видового разнообразия фауны жесткокрылых не только на территориях заказников и заповедников, но также и во вторичных биоценозах, где нами зафиксировано более 50 видов жуков, не отмеченных в других биоценозах.

## Список литературы

1. *Якобсон Г.Г.* Жуки России и Западной Европы. – С.-Пб.: Изд-во "Девриена", 1905–1916 (не оконч.). – 1024 с.
2. *Ильин Б.С.* Список жуков Екатеринославской губернии // Русское энтомологическое обозрение. – 1925. – № 3–4. – С. 82-97.
3. *Топчиев А.Г.* Почвенная фауна и ее распространение в Кировском лесу Днепропетровской области // Вопросы степн. лесовед. – Днепропетровск: ДГУ, 1968. – Вып. 1. – С. 131-140.
4. *Топчиев А.Г., Гламазда В.В.* Некоторые данные о распределении основных групп полезных и вредных почвенных беспозвоночных животных в байрачных лесах Присамарья Днепропетровской области // Мат. 2 Всес. совещ. "Проблемы почвенной зоологии". – М.: Наука, 1966. – С. 139-140.
5. *Петрусенко А.А.* Эколого-зоогеографический анализ жужелиц лесостепной и степной зон Украины: Дис. ... канд. биол. наук. – К., 1971. – 231 с.

6. *Пилипенко А.Ф.* Почвенная мезофауна лесных биогеоценозов юго-восточной Украины. – Днепропетровск: ДГУ, 1973. – 18 с.
7. *Пилипенко А.Ф., Жуков А.В., Киреева О.П.* Животное население эдафотопов экспериментального участка лесной рекультивации в Западном Донбассе // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск, 1997. – С. 93-98.
8. *Барсов В.А., Смирнов М.Э., Антонец Н.В.* Материалы к инвентаризации жесткокрылых Днепровско–орельского заповедника // Мат. наук. конф., присвяченої 75-річчю Канівського природного заповідника "Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття". – Канів: Фітосоціоцентр, 1998. – С. 146-151.
9. *Барсов В.А., Кораблев А.М., Пилипенко А.Ф., Смирнов Ю.Б.* Кадастровая характеристика населения беспозвоночных животных основных биогеоценологических катен степной зоны Украины (Присамарье, приводораздельно–балочный ландшафт) // Мониторинговые исследования биогеоценологических катен степной зоны. Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДГУ, 1995. – С. 137-157.
10. *Барсов В.А., Кораблев А.М., Кульбачко Ю.Л., Пилипенко А.Ф., Смирнов Ю.Б.* Кадастровая характеристика населения беспозвоночных животных основных биогеоценологических катен степной зоны Украины (Присамарье). Придолинно-балочный ландшафт // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель: Межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ДГУ, 1996. – С. 132-142.
11. *Смирнов Ю.Б.* Эколого-биохимическая характеристика почвенной мезофауны верхнего и нижнего течения реки Орель // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія, екологія. – 1997. – С. 120-130.
12. *Смирнов Ю.Б.* Экологическая характеристика почвенной мезофауны зональных степных биогеоценозов Приднепровья // Мат. II (XII) Всерос. совещ. по почв. зоологии. – М., 1999. – С. 297-298.
13. *Кульбачко Ю.Л.* Беспозвоночные животные подстилки искусственных белоакациевых насаждений как биоиндикаторы загрязнения окружающей среды выбросами промышленного производства // Придніпровський наук. вісн. – № 113 (180). – 1998. – С. 121-124.
14. *Кульбачко Ю.Л.* Беспозвоночные подстилки как индикатор состояния пойменных биогеоценозов Западного Донбасса, находящихся под техногенной нагрузкой // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Дніпропетровськ: ДДУ, 1998. – Вип. 2. – С. 174-179.
15. *Кульбачко Ю.Л.* Стан структурної організації безхребетних тварин підстилки степових лісів в умовах промислового забруднення: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Дніпропетровськ: ДНУ, 1999. – 19 с.
16. *Жуков А.В.* Динамика почвенной фауны урочища Круглик (Днепропетровская область) // Изв. Харьков. энтомол. об-ва. – 1999. – Т. 7, № 2. – С. 62–70.
17. *Жуков А.В., Пилипенко А.Ф., Барсов В.А., Смирнов Ю.Б., Кульбачко Ю.Л., Кисенко Т.И.* Зоогеографический анализ почвенной и подстилочной фауны степного Приднепровья // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск: ДГУ, 1997. – Вып. 1. – С. 89-92.
18. *Бригадиренко В.В.* Фауна жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Днепропетровской области // Пробл. экологии и охраны природы техноген. региона: Міжвід. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонНУ, 2003. – Вип. 3. – С. 77-86.
19. *Лапін Є.І.* Сучасний стан ентомофауни державного заказника Балка Червона Північна // Матер. IV з'їзду Укр. ентомол. т-ва. – Харків: ХДУ, 1992. – С. 42-47.
20. *Лапін Є.І.* Деякі особливості екологічної структури та сезонної динаміки активності твердокрилих техногенних біотопів Криворіжжя // Матер. I Всеукр. конф. "Пробл. фундам. екології: структура угруповань". – Кривий Ріг: КДПІ, 1999. – С. 27-30.

21. Федько И.А. Видовой состав жужелиц на посевах озимой пшеницы // Приемы повышения продуктивности кукурузы и озимой пшеницы в степи УССР. – Днепропетровск, 1979. – С. 219-224.
22. Бондаренко Н.И. Особенности формирования и пути повышения активности энтомофагов основных вредителей зерновых культур: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1985. – 15 с.
23. Колесников Л.О., Сумароков А.М. Зональные особенности фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) пшеничных ценозов лесостепной и степной зон Украины // Энтотомол. обозр. – 1993. – Т. 72, № 2. – С. 326-332.
24. Мирошниченко С.Ф., Сумароков А.М. Дія гербіцидів на фауну жужелиць (Coleoptera, Carabidae) у посівах укісно-кормового гороху і соняшнику // Вісн. с.-г. науки. – К.: Урожай. – 1987. – № 5 (354). – С.34-36.
25. Писаренко В.Н., Сумароков А.М., Ковалёв А.М. Особенности формирования карабидофауны в агроценозах кукурузы в условиях монокультуры и севооборотов // Экология и таксономия насекомых Украины. – К.: Наук. думка, 1988. – С. 44-47.
26. Сумароков А.М. Закономерности формирования фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в полевых агроценозах степной зоны Украинской ССР // XII Междунар. симп. по энтомофауне Средней Европы (1988). – К.: Наук. думка. – 1991. – С. 424-426.
27. Сумароков А.М. Изменение структуры фауны жесткокрылых (Coleoptera) пшеничных полей Степи Украины при снижении уровня применения инсектицидов // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2001 а. – Вип. 9. – Т. 1. – С.153-156.
28. Сумароков О.М. Колеоптерофауна в посівах озимі пшениці північного степу України // Бюл. ін-ту зернового господ. – 2001 б. – № 15–16. – С. 49-56.
29. Сумароков А.М. Жужелицы (Coleoptera: Carabidae) посевов озимой пшеницы северной части степной зоны Украины // Изв. Харьков. энтомот. об-ва. – 2001 (2002). – Т. 9, вып. 1–2. – С. 216-233.
30. Сумароков А.М. Туруни (Coleoptera, Carabidae) ползахисних лісосмуг степової зони України // Лісівництво і агро меліорація. – Харків: "Майдан". – 2002. – Вип. 102. – С.136-139.
31. Сумароков А.М. Изменение видового состава и трофической структуры колеоптерофауны при уменьшении пестицидной нагрузки на биоценозы степной зоны Украины // Изв. Харьков. энтомот. об-ва. – 2002 (2003). – Т. X, вып. 1–2. – С. 160-174.
32. Сумароков А.М. Пути повышения видового разнообразия и численности полезной фауны жесткокрылых (Coleoptera) в биоценозах степи Украины // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2003. – Вип. 11. – Т. 1. – С.127-132.
33. Сумароков А.М. Экологическая структура фауны жуков (Coleoptera) ползащитных лесополос Степи Украины // Вестник зоологии. – Энтотомол. исслед. в Украине. – 2003 а. – Тр. УЭО. – Отд. вып. 16. – С. 146-149.
34. Сумароков А.М. Закономерности формирования фауны жесткокрылых (Coleoptera) основных биоценозов степной зоны Украины // Тез. допов. VI з'їзду Укр. ентотомол. тов (м. Біла Церква, 8–11 вересня 2003 р.). – Ніжин, 2003 б. – С. 118.
35. Сумароков А.М. Полезная фауна жесткокрылых (Coleoptera) биоценозов степи Украины и пути увеличения её видового разнообразия и численности // Мат. II междунар. научн. конф. "Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах" (г. Днепропетровск, 28–31 октября 2003 г.). – Днепропетровск: ДНУ, 2003 в. – С. 166-169.
36. Сумароков А.М. Видовое разнообразие фауны жесткокрылых (Coleoptera) биоценозов степной зоны Украины // Тр. Русск. энтомот. об-ва. – С.-Пб., 2003 г. – Т. 74. – С. 95-100.

37. Сумароков А.М. Видове різноманіття і екологічна структура фауни журунів (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах соняшнику степової зони України // Захист і карантин рослин. Міжвід. темат. наук. зб. – К., 2003 д. – Вип. 49. – С. 179-187.
38. Сумароков А.М. Экологическая структура фауны жесткокрылых (Coleoptera) посевов люцерны северной Степи Украины // Межвед. сб. науч. работ. "Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона". – Донецк: ДонНУ. – 2003 е. – Вип. 3. – С. 165-172.
39. Сумароков А.М. Ответные реакции популяций насекомых на изменение уровня пестицидного воздействия на биоценозы степной зоны Украины // Матер. VIII Междунар. экологич. конф. "Актуальные проблемы сохранения устойчивости живых систем" (г. Белгород, 27–29 сентября 2004 г.). – Белгород, 2004. – С. 213-214.
40. Сумароков А.М. Экологическая структура фауны жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) агроценозов ярового ячменя степной зоны Украины // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Серія "Ентомологія та фітопатологія". – Харків. – 2004. – № 5. – С.110-117.
41. Сумароков А.М. Влияние пестицидов на популяции жесткокрылых (Coleoptera) биоценозов степной зоны Украины // Науч. ведомости БелГУ. Сер. "Экология". – № 1 (21), вып. 3. – Белгород. – 2005. – С. 26-30.
42. Сумароков А.М. Редкие виды фауны жесткокрылых (Coleoptera) Днепропетровской области и пути сохранения ее видового разнообразия // Сб. наук. праць "Рідкісні та зникаючі види комах і концепції Червоної книги України". – К., 2005. – С. 104-108.

**Сумароков О.М. Матеріали до видового складу фауни жорстокрилих (Insecta: Coleoptera) Дніпропетровської області.** – Наведено видовий склад фауни жорстокрилих Дніпропетровської області, що складає 1384 види з 61 родини. Звернуто увагу, що наведений перелік видів жуків не є повним, тому акцентується на необхідності проведення подальших досліджень з вивчення фауни жуків.

*Ключові слова:* жуки (Insecta: Coleoptera), видовий склад, Дніпропетровська область, Україна.

**Sumarokov A.M. Materials for the fauna beetles (Insecta: Coleoptera) of the Dnjepropetrovsk region.** – Specific composition of fauna of beetles of the Dnjepropetrovsk region, including 1384 species from a 61 family. Is resulted it is marked that the list of the resulted types of beetles is not far complete. Because of it attention on the necessity of conducting of further researches on the study of the fauna.

*Key words:* beetles (Insecta: Coleoptera), specific composition, Dnjepropetrovsk region, Ukraine.

**Ю.А. Штирц**

**ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ТОПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ  
ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ ГОРОДА ДОНЕЦКА**

*Донецкий национальный технический университет;*

*83015, г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 106, к. 7.309, e-mail: strelk@dongu.donetsk.ua*

**Штирц Ю.А. Циклическая динамика топической структуры орнитокомплексов города Донецка.** – В процессе изучения сезонной динамики орнитокомплексов г. Донецка зарегистрировано 118 видов птиц. Выявлена асинхронность циклической динамики топической структуры населения птиц различных городских биотопов. Наиболее динамичным является доленое участие группы синантропов.

*Ключевые слова:* урбанизированные территории, птицы, циклическая динамика, топическая структура.

### **Введение**

Изучению населения птиц урбанизированных территорий посвящено значительное количество разноплановых работ. Вместе с тем, было бы неверным считать данное направление орнитологии исчерпывающе разработанным.

Птицы городов интересуют исследователей с разных точек зрения. Прежде всего, они являются неотъемлемым составным компонентом городских экосистем. Это многочисленная, мобильная, чрезвычайно разнообразная группа организмов. Их характеризует большое количество трофических, топических, форических и фабрических связей с множеством других биотических компонентов экосистемы [13]. Население птиц и отдельные их виды способны выполнять индикаторную роль при исследовании изменений среды вследствие преобразования её человеком [5, 6, 8, 13, 15 и др.]. Использование птиц в мониторинге состояния окружающей среды имеет давние традиции. Для оценки воздействия антропогенных факторов используют показатели различных структурно-функциональных уровней [6].

По мнению М.П. Акимова [2], для характеристики абиотических условий среды существенное значение имеет изучение жизненных форм, которые являются индикаторами этих условий и могут быть использованы при сравнении между собой биотопов, для выяснения их сходства и различия путём сопоставления спектров населяющих их жизненных форм, для классификации биотопов по этому признаку. Такая категория жизненных форм как топоморфы базируется на адаптациях к свойствам биотопа.

Целью проводимых нами исследований являлось установление закономерностей циклической динамики топической структуры населения птиц города Донецка. Выполнение поставленной цели предусматривало решение следующих задач: выявление особенностей топической структуры орнитокомплексов биотопически разнородных территорий города в различные периоды года, установление степени сходства топической структуры населения птиц различных биотопов и динамики этого сходства на протяжении годового цикла, оценка изменений долевого вклада топических групп в структуру населения птиц в течение года.

### **Материал и методы**

Сбор материала осуществлялся в период с 1997 по 2003 гг. Исходя из анализа литературных источников, следует сделать вывод, что единой классификации городских биотопов к настоящему времени не разработано. Градация биотопов обусловлена, в первую очередь, задачами каждого конкретного исследования, а также особенностями того или иного города или населённого пункта. Изучение закономерностей циклической динамики орнитокомплексов территории г. Донецка проводилось в пределах следующих типов биотопов: многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, скверы, парки, лесопарки, кладбища, водно-болотные комплексы. В категорию водно-болотных комплексов нами были условно объединены водная поверхность с воздушным пространством над ней, различные прибрежные и заболоченные участки.

Указанные категории биотопов представлены практически в каждом среднем и крупном городе Донбасса. По данным Главного управления градостроительства и архитектуры г. Донецка на территории города соотношение площадей, занятых указанными биотопами имеет следующую картину: многоэтажная жилая застройка – 2134 га, одноэтажная жилая застройка – 5821 га, парки и скверы – 1328 га, лесопарки – 5660 га, кладбища – 349 га, водные пространства – 213 га. Общая площадь территории города составляет 19013 га.

При изучении циклической динамики орнитокомплексов использовалась периодизация годового цикла, разработанная С.А. Лопарёвым [10]: зимний период (с 1 декабря – 1 января до последней декады февраля), предвесенний (обычно с 20 февраля по 5–8 марта, иногда период выпадает), ранневесенний (с 5–8 марта до конца первой декады апреля), поздневесенний (середина апреля – середина мая), летне-гнездовой (с 20 мая до начала июля), позднелетний (с 1 июля до середины августа), раннеосенний (15 августа – конец первой декады сентября), осенний (со второй декады сентября до середины третьей декады октября; в годы с ранней и холодной осенью – до 20 октября, с затяжной и тёплой – до начала ноября) и позднеосенний (в годы с ранней и холодной зимой аспект отсутствует, в годы с мягкой зимой может продолжаться до середины января) периоды. Каждый из периодов имеет конкретные календарные сроки и заметные индикаторы начала и окончания, что позволяет выделять их во время проведения учётов.

При проведении учётов за основу был принят маршрутный метод. Учёты птиц проводились в повторности, превышающей пятикратную. В пределах биотопов, шириной не менее 200 м, применялся метод Е.С. Равкина и Н.Г. Челинцева (подробное описание метода приведено в работе А.И. Гузия [7]). В пределах биотопов, в которых учётное пространство ограничивалось строениями и составляло менее 200 м (многоэтажная и одноэтажная жилая застройка), применялся маршрутный метод учёта в полосе фиксированной ширины, которая определялась расстоянием между строениями. Описание метода содержится в указанной выше работе А.И. Гузия [7].

Принимая во внимание методические подходы А.А. Бокотея [4] к проведению учётов в пределах урбанизированных территорий, учётные маршруты прокладывались таким образом, чтобы учётная полоса, по возможности, полнее охватывала площадь биотопа. При этом исключалась возможность повторного прохождения по одному и тому же участку маршрута на протяжении учёта. В случаях, когда избежать этого не удавалось, птиц учитывали только во время одного прохождения, а время повторного прохождения исключалось из общего времени учёта.

Изучение циклической динамики населения птиц проводилось на стационарных маршрутах. Ввиду того, что анализу подвергалось население птиц в целом, в ходе сбора материала учитывались все виды, каким-либо образом использующие в конкретный период исследуемые биотопы, включая виды-посетители.

При изучении топической структуры выделялись группы соответственно грациям топоморф системы жизненных форм М.П. Акимова [1, 2] с некоторыми дополнениями: дендрофилы – тяготеющие к древесной и кустарниковой растительности; синантропы – тяготеющие к обитанию вблизи жилья человека; склерофилы – нуждающиеся в эрозионных обнажениях геологических пород или их аналогах (согласно определению, приведенному В.П. Беликом [3: с. 72]); убиквисты – обитающие в различных биотопах (живущие повсюду); гигрофилы – связанные с водными ценозами и околородными биотопами. В основу анализа положено доленое участие указанных групп в структуре орнитокомплексов. Принадлежность вида к конкретной топической группе определялась на основе анализа литературы [12, 14 и др.].

С целью выявления сходства в топической структуре орнитокомплексов различных биотопов применён метод кластерного анализа с использованием средних арифметических невзвешенных значений евклидова расстояния между присоединяемым объектом и всеми объектами группы. Подробное описание метода и формула расчёта евклидова расстояния



приведены в работе Ю.А. Песенко [11]. Построение дендрограмм сходства проводилось с использованием пакета Statistica 5.0 for Windows. Кластеризации подвергнуты данные о доле участия (в процентах) топических групп в структуре орнитокомплексов в конкретные периоды года. Величина евклидова расстояния, при которой производилось разделение кластеров, представляла собой значение на оси ординат, равноудалённое от самого нижнего и самого верхнего уровней присоединения сравниваемых объектов. Определение самого нижнего и самого верхнего уровней присоединения производилось с учётом всех дендрограмм сходства топической структуры орнитокомплексов, построенных для девяти рассматриваемых периодов годового цикла.

С целью оценки достоверности изменений топической структуры на протяжении года проведено сравнение долевого участия выделяемых групп в структуре орнитокомплексов между смежными периодами способом проверки равенства долей, основанном на использовании угловой трансформации ( $\phi$ -преобразования Фишера). Подробное описание метода приведено в работе Г.Ф. Лакина [9].

### **Результаты и обсуждение**

В процессе изучения циклической динамики орнитофауны г. Донецка в пределах исследуемых биотопов зарегистрировано 118 видов птиц. Долевое участие топических групп в структуре населения птиц отражено в таблице 1. Дендрограммы сходства топической структуры в анализируемые периоды года представлены на рисунке 1.

Величина евклидова расстояния, при которой производилось разделение кластеров, составила 52. Таким образом, в одну группу объединены объекты (т.е. биотопы, орнитокомплексы которых имеют сходную структуру), верхняя граница присоединения которых с другими объектами на дендрограмме находится ниже отметки на оси ординат, соответствующей евклидову расстоянию, равному 52.

Зимний период. Результаты кластерного анализа отражены на рис. 1-I.

Выделены два кластера: 1) скверы, парки, лесопарки, кладбища – более половины населения птиц составляет группа дендрофилов (59,3–94,8%); 2) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, водно-болотные комплексы – в структуре орнитокомплексов большую часть составляет группа синантропов (53,9–71,0%). В первом кластере наиболее сходной является структура орнитокомплексов кладбищ и парков. Во втором кластере максимальная степень сходства характерна для населения птиц многоэтажной и одноэтажной жилой застройки.

Предвесенний период. Результаты кластерного анализа отражены на рис. 1-II. Выделены три кластера: 1) скверы, парки, лесопарки, кладбища – как и в предыдущий период, более половины общей численности всех видов составляют дендрофилы (59,9–97,5%); 2) водно-болотные комплексы – 60,0% населения птиц представлено группой гигрофилов; 3) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка – подавляющую часть орнитонаселения составляют синантропы (71,3–78,0%).

В первом кластере наибольшая степень сходства отмечена между структурой орнитокомплексов лесопарков и кладбищ. В сравнении с зимним периодом снижается степень сходства топической структуры населения птиц парков со структурой населения птиц лесопарков и кладбищ.

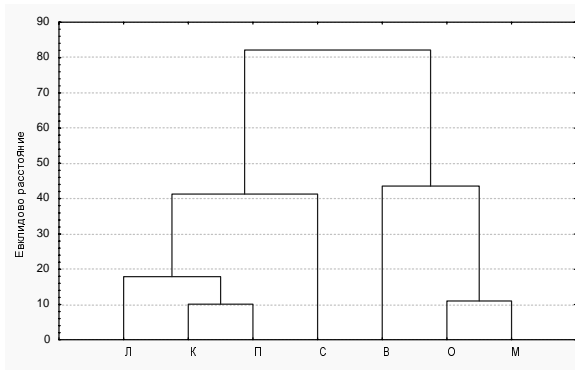
Ранневесенний период. Результаты кластерного анализа отражены на рис. 1-III. Выделены те же три кластера, что и в предыдущий период: 1) скверы, парки, лесопарки, кладбища – установлен существенный долевого вклад группы дендрофилов – от 44,1 (скверы) до 90,6% (лесопарки); 2) водно-болотные комплексы – большую часть населения птиц составляют гигрофилы – 61,6%; 3) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка – преобладает группа синантропов – 77,2–85,3%.

## Топическая структура орнитокомплексов г. Донецка, %

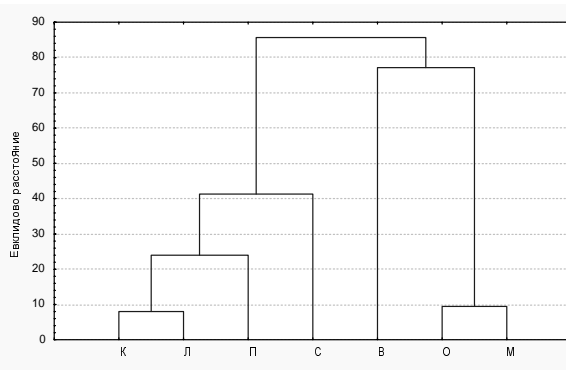
Топические группы		М	О	С	П	Л	К	В
Зимний период	Дендрофилы	28,9	21,1	59,3	80,2	94,8	84,8	11,0
	Синантропы	71,0	78,8	39,9	17,5	0,6	9,3	53,9
	Убиквисты	0,1	0,1	0,8	2,3	4,6	5,9	+
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	–	35,1
Предвесенний период	Дендрофилы	28,6	21,9	59,9	77,1	97,5	91,5	10,2
	Синантропы	71,3	78,0	39,2	20,6	1,4	6,7	29,3
	Убиквисты	0,1	0,1	0,9	2,3	1,1	1,8	0,1
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	–	60,4
Ранне-весенний период	Дендрофилы	22,3	13,6	44,1	62,8	90,6	80,9	3,4
	Синантропы	77,2	85,3	54,5	35,3	7,3	18,4	8,2
	Убиквисты	0,5	1,1	1,5	1,9	2,0	0,7	26,8
	Гигрофилы	–	–	–	0,1	0,1	–	61,6
Поздне-весенний период	Дендрофилы	16,0	7,6	32,2	38,7	32,8	62,0	1,6
	Синантропы	82,9	90,5	65,3	59,1	60,5	37,4	51,8
	Убиквисты	1,1	1,9	2,5	2,2	6,6	0,6	7,7
	Гигрофилы	–	–	–	+	0,1	+	35,6
	Склерофилы	–	–	–	–	–	–	3,3
Летне-гнездовой период	Дендрофилы	14,6	7,5	28,5	37,6	83,3	83,2	1,2
	Синантропы	84,5	90,9	69,7	60,7	14,7	16,2	66,8
	Убиквисты	0,9	1,6	1,8	1,7	1,8	0,6	2,3
	Гигрофилы	–	–	–	+	0,2	+	28,1
	Склерофилы	–	–	–	–	–	–	1,6
Поздне-летний период	Дендрофилы	8,7	4,9	17,4	22,7	64,5	62,7	0,8
	Синантропы	90,5	93,7	81,0	75,5	33,5	36,7	68,8
	Убиквисты	0,8	1,4	1,6	1,8	2,0	0,6	2,1
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	+	28,3
Раннеосенний период	Дендрофилы	10,4	6,7	13,6	20,6	88,6	81,9	2,1
	Синантропы	88,9	92,6	85,5	78,6	10,0	17,6	22,6
	Убиквисты	0,7	0,7	0,9	0,8	1,4	0,5	6,2
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	–	66,1
	Склерофилы	–	–	–	–	–	–	3,0
Осенний период	Дендрофилы	13,8	13,9	36,2	27,8	97,8	86,4	5,2
	Синантропы	85,9	85,8	63,2	71,9	1,6	11,8	22,2
	Убиквисты	0,3	0,3	0,6	0,3	0,6	1,8	2,7
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	–	69,9
Поздне-осенний период	Дендрофилы	23,0	18,1	59,0	65,5	98,4	87,0	6,4
	Синантропы	76,9	81,8	40,4	33,3	0,7	9,5	28,0
	Убиквисты	0,1	0,1	0,6	1,2	0,9	3,5	+
	Гигрофилы	–	–	–	+	+	–	65,6

## Примечания:

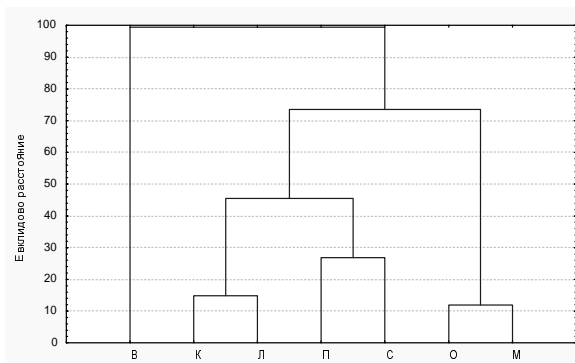
1. М – многоэтажная жилая застройка, О – одноэтажная жилая застройка, С – скверы, П – парки, Л – лесопарки, К – кладбища, В – водно-болотные комплексы;
2. + – долевое участие группы составляет менее 0,1%.



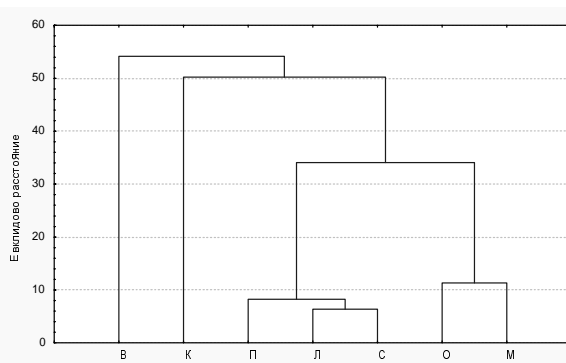
I



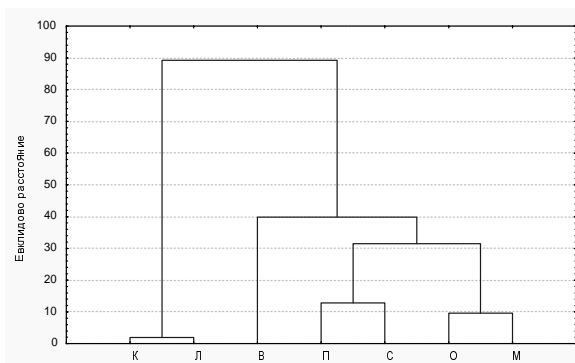
II



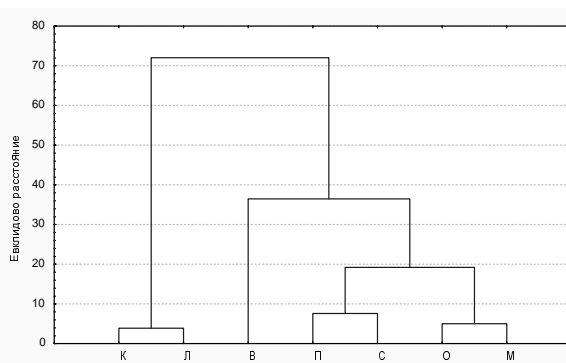
III



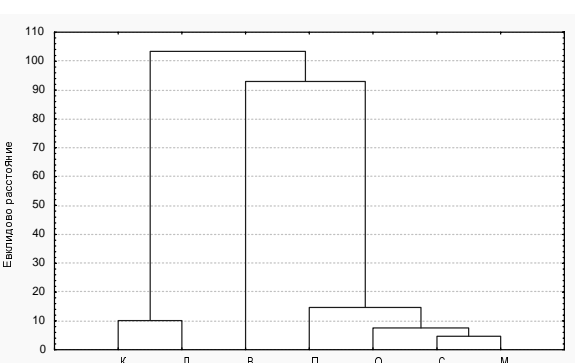
IV



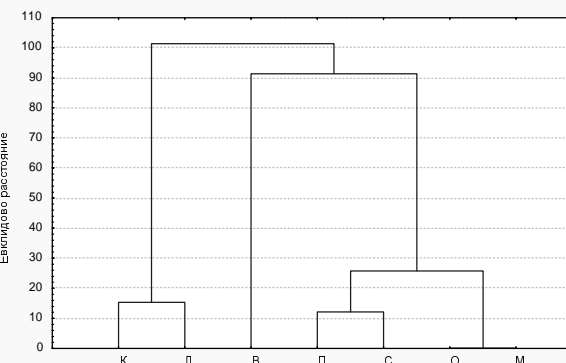
V



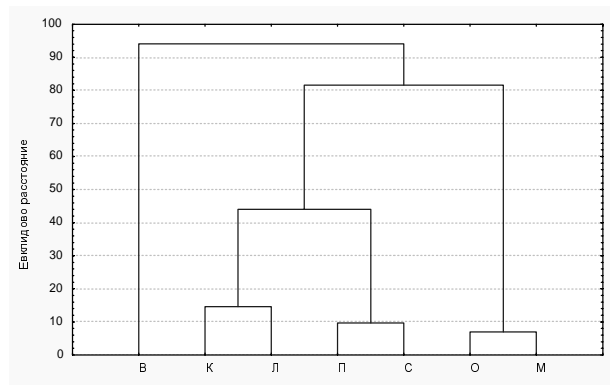
VI



VII



VIII



## IX

*Рис. 1.* Дендрограммы сходства топической структуры орнитокомплексов города:

I) зимний; II) предвесенний; III) ранневесенний; IV) поздневесенний; V) летне-гнездовой; VI) позднелетний; VII) раннеосенний; VIII) осенний; IX) позднеосенний периоды  
 М – многоэтажная жилая застройка, О – одноэтажная жилая застройка, С – скверы, П – парки, Л – лесопарки, К – кладбища, В – водно-болотные комплексы

В пределах первого кластера наибольшим сходством, как и в предвесенний период, характеризуется население птиц кладбищ и лесопарков, вместе с тем, степень их различия возрастает. Наиболее сходной для данного периода является топическая структура орнитокомплексов одноэтажной и многоэтажной жилой застройки.

Поздневесенний период (рис.1-IV). Выделены два кластера: 1) водно-болотные комплексы – наиболее выражена группа синантропов – 51,8%, значительную часть населения птиц составляют также гигрофилы – 35,6%; 2) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, скверы, парки, лесопарки, кладбища – наиболее выражены две топические группы: синантропов (37,4–90,5%) и дендрофилов (7,6–62,0%). Гигрофилы составляют менее 1,0% или не представлены.

Во втором кластере наиболее сходна структура орнитокомплексов лесопарков и скверов.

Летне-гнездовой период. Дендрограмма, отражающая сходство в структуре орнитокомплексов данного периода, отражена на рис. 1-V.

Выделены два кластера: 1) кладбища и лесопарки – более 80,0% населения птиц составляют дендрофилы; 2) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, скверы, парки, водно-болотные комплексы – в структуре орнитокомплексов большую часть составляют синантропы – от 60,7% в парках до 90,9% в пределах одноэтажной жилой застройки. В пределах второго кластера наибольшей степенью сходства характеризуется структура орнитокомплексов одноэтажной и многоэтажной жилой застройки. В целом для периода наиболее сходным по топической структуре является население птиц лесопарков и кладбищ.

Позднелетний период. Дендрограмма сходства изображена на рис. 1-VI. Распределение по группам сходства такое же, как и в предыдущий период. Также наиболее сходны по структуре орнитокомплексы кладбищ и лесопарков. В пределах второго кластера, по сравнению с летне-гнездовым периодом, снижается различие между группами: одноэтажная и многоэтажная жилая застройка – скверы и парки.

Раннеосенний период (рис. 1-VII). Выделены три кластера: 1) лесопарки и кладбища – подавляющее большинство населения птиц представлено группой дендрофилов (более 80,0%); 2) водно-болотные комплексы – 66,1% составляют гигрофилы; 3) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, скверы, парки – большая часть населения птиц представлена группой синантропов (78,6–92,6%).

В пределах третьего кластера, как и в целом на дендрограмме для данного периода, максимальная степень сходства характерна для топической структуры орнитокомплексов многоэтажной жилой застройки и скверов.

Осенний период. Результаты кластерного анализа отражены на рис. 1-VIII. Выделены те же кластеры, что и в предыдущий период. Наибольшей степенью сходства характеризуется структура орнитокомплексов многоэтажной и одноэтажной жилой застройки. Сравнивая дендрограмму сходства для данного периода с дендрограммой для раннеосеннего периода, следует отметить изменения внутри третьего кластера. В осенний период возрастает степень различия между группами: парки, скверы – многоэтажная и одноэтажная жилая застройки. В данный период также уменьшается степень сходства топической структуры орнитокомплексов лесопарков и кладбищ.

Позднеосенний период. Дендрограмма сходства отражена на рис. 1-IX. Выделены три кластера: 1) водно-болотные комплексы – большую часть населения птиц составляет группа гигрофилов – 65,6%; 2) скверы, парки, лесопарки, кладбища – более половины общей численности всех видов составляют дендрофилы (59,0–98,4%); 3) многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка – наиболее выражен долевым вклад группы синантропов (76,9–81,8%).

В пределах второго кластера наибольшим сходством характеризуется топическая структура орнитонаселения скверов и парков. В целом для данного периода наиболее сходными по структуре следует считать орнитокомплексы биотопов третьего кластера – многоэтажной и одноэтажной жилой застройки. Вместе с тем, степень их сходства в сравнении с осенним периодом снижается.

Оценка достоверности изменений долевого участия топических групп в структуре орнитокомплексов на протяжении года показала следующее. Из 63 проведенных сравнений долевого участия группы дендрофилов между граничащими периодами в 48 случаях выявлены статистически достоверные различия (76,2% от общего числа сравнений для данной группы). Различия для группы синантропов достоверны в 52 случаях из 63 сравнений (82,5% от общего числа сравнений долевого участия данной группы между граничащими периодами). Изменения вклада убиквистов в топическую структуру орнитокомплексов достоверны в 32 из 63 сравнений (50,8% от общего количества сравнений). Из 30 попарных сравнений долевого вклада группы гигрофилов различия статистически достоверны в 6 случаях (20,0% от общего числа сравнений). Для водно-болотных комплексов проведено сравнение долевого участия склерофилов в поздневесенний и летне-гнездовой периоды – различия статистически недостоверны.

## **Выводы**

1. В топической структуре орнитокомплексов многоэтажной и одноэтажной жилой застройки города на протяжении всего года доминирует группа синантропов. В структуре населения птиц городских кладбищ во все периоды наиболее выражен долевым вклад группы дендрофилов. На территории скверов, парков и лесопарков выявлена смена доминирования групп дендрофилов и синантропов, в пределах водно-болотных комплексов – гигрофилов и синантропов.

2. Перераспределение кластеров на дендрограммах сходства свидетельствует об асинхронности циклической динамики топической структуры орнитокомплексов городских биотопов, что объясняется нетождественными изменениями абиотических и биотических характеристик рассматриваемых градаций территории города в выделяемые периоды года и варьированием потребностей птиц в конкретных ресурсах, определяемым сменой фаз сезонного цикла.

3. В топической структуре населения птиц города наиболее динамичным является долевым участие группы синантропов: 82,5% проведенных сравнений между граничащими периодами года показали статистически достоверные различия.

## Список литературы

1. *Акимов М.П.* Биоценотическая рабочая система жизненных форм – биоморф // Науч. зап. ДГУ, 1948. – Т. XXX. – С. 61-63.
2. *Акимов М.П.* Биоценотическая рабочая система жизненных форм – биоморф // Науч. зап. ДГУ: Сб. работ биол. ф-та. – Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1955. – Т. 51. – С. 5-24.
3. *Белик В.П.* Птицы степного Придонья: формирование фауны, её антропогенная трансформация и вопросы охраны. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2000. – 376 с.
4. *Бокотей А.А.* Структура методичних підходів до вивчення населення птахів урболандшафтів (на прикладі м. Львів) // Мат. шк. по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України "Обліки птахів: підходи, методики, результати" (сmt. Івано-Франкове, 26–28 квітня 1995 р.). – Львів – Київ, 1997. – С. 58-62.
5. *Булахов В.Л., Бобылев Ю.П., Гассо В.Я., Губкин А.А., Пахомов А.Е., Рева А.А., Тарасенко С.Н.* Структурно-функциональная организация наземных позвоночных долин малых рек степного Приднепровья в условиях усиленного антропогенного пресса // Вестн. Днепропетровского ун-та. Сер. Биология. Экология. – 1996. – Вып. 2. – С. 14-23.
6. *Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г.* Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: УИФ "Наука", 1994. – 280 с.
7. *Гузий А.И.* Методы учётов птиц в лесах // Мат. шк. по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України "Обліки птахів: підходи, методики, результати" (сmt. Івано-Франкове, 26–28 квітня 1995 р.). – Львів – Київ, 1997. – С. 18-48.
8. *Ильичёв В.Д., Бутъев В.Т., Константинов В.М.* Птицы Москвы и Подмосковья. – М.: Наука, 1987. – 272 с.
9. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Выс. шк., 1990. – 352 с.
10. *Лопарьов С.О.* Орнітофауна населених пунктів центру України та її зміни: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08 / Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України. – К., 1997. – 25 с.
11. *Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
12. *Птицы Советского Союза* / Под ред. Г.П. Дементьева, Н.А. Гладкова. – М.: Советская наука, 1951–1954. – Т. I–VI.
13. *Сеник М.* Орнітокомплекси лучних екосистем Заходу України, що перебувають під впливом господарської діяльності // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. – 2002. – Вип. 29. – С. 102-107.
14. *Фесенко Г.В., Бокотей А.А.* Птахи фауни України: польовий визначник. – К.: ТОВ "Новий друк", 2002. – 416 с.
15. *Чаплыгина А.Б.* Влияние антропогенной трансформации ландшафта на репродуктивные показатели птиц рода *Turdus* // Зб. наук. праць Луганського нац. аграр. ун-ту. – Луганськ: Вид-во "Елтон-2", 2003. – № 32 (44). – С. 84-87.

**Штірц Ю.О.** Циклічна динаміка топічної структури орнітокомплексів міста Донецька. – У процесі вивчення сезонної динаміки орнітокомплексів м. Донецька зареєстровано 118 видів птахів. Виявлено асинхронність циклічної динаміки топічної структури населення птахів різних міських біотопів. Найбільш динамічною є частка групи синантропів.

*Ключові слова:* урбанізовані території, птахи, циклічна динаміка, топічна структура.

**Shtirts Yu.A.** The cyclic dynamics of topical structure of ornithocomplexes of the city of Donetsk. – During learning seasonal dynamics of ornithocomplexes of Donetsk 118 species of birds is registered. Asynchrony of cyclic dynamics of topical structure of the ornithocomplexes of various urban biotopes. The most dynamical is the individual share of synanthropous group.

*Key words:* urban territory, bird, cyclic dynamics, topical structure.

**Н.Н. Ярошенко**

**ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ УЧАСТКА, ОТВОДИМОГО ПОД ПРОМЫШЛЕННУЮ  
ДОБЫЧУ ГИПСА (ДОНЕЦКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46, к. 316  
e-mail: zool@dongu.donetsk.ua*

**Ярошенко Н.Н. Панцирные клещи участка, отводимого под промышленную добычу гипса (Донецкая область).** – Проведены исследования о состоянии почвенного зооценоза на участке, отводимого под разработку гипса в окр. с. Николаевка-2 Артемовского района Донецкой области. В байрачном лесу выявлен максимальный видовой состав панцирных клещей (36), обнаружено 344 экз. (71,22%), плотность – 13760 экз./м<sup>2</sup>, других членистоногих – 139 экз. (28,78%) от общего числа собранных обитателей почвы (483 экз.). На участке деградированного чернозёма, отводимого под разработку гипса, численность панцирных клещей минимальна – 96 экз. (32,21%), 16 видов, плотность – 3840 экз./м<sup>2</sup>, других членистоногих – 202 экз. (67,79%), плотность – 8080 экз./м<sup>2</sup>. В отработанном карьере количество панцирных клещей увеличивается – 366 экз. (66,18%), плотность – 14640 экз./м<sup>2</sup>, 25 видов; других членистоногих – 187 экз. (33,82%), плотность – 7480 экз./м<sup>2</sup>. Всего в исследуемых биотопах собрано 806 экз. (60,43%). Отмечено 52 видов панцирных клещей со средней плотностью населения 10744 экз./м<sup>2</sup>; других членистоногих – 528 экз. (39,58%), плотность – 7040 экз./м<sup>2</sup>. Впервые для фауны Донецкой области отмечен вид *Trhypochthonius conspectus* Serg.

*Ключевые слова:* панцирные клещи, членистоногие, биотоп, плотность.

### **Введение**

Донецкая область является одним из промышленных центров Украины по добыче природных ископаемых. Залежи гипса для производства цемента находятся в окрестностях села Николаевка-2 Артемовского района Донецкой области, на площади более 60 гектаров. Эта площадь запланирована под промышленную разработку гипса. Ранее этот участок представлял собой петрофитную разнотравно-типчаково-ковыльную степь. Затем его основная площадь была распахана под сельскохозяйственные культуры, местами проводили добычу гипса, оставив небольшие карьеры. В настоящее время распаханные земли представлены маломощными деградированными черноземами, под которыми залегают пласты гипса. На территории участка расположен небольшой байрачный лес. На этой разрабатываемой площади в трех биотопах (байрачный лес, участок деградированного чернозема, небольшой карьер) нами впервые были проведены сборы почвенных образцов для выявления видового состава и численности панцирных клещей, а также других почвенных беспозвоночных животных. В результате добычи гипса нарушается целостность данной экосистемы, которая и ранее подвергалась антропогенному воздействию. При этом нарушается среда обитания сообществ почвообитающих членистоногих. Известно, что почвенные беспозвоночные, в том числе панцирные клещи, принимают активное участие в разложении органических остатков, которые вовлекаются в биогенный круговорот веществ, чем способствуют почвообразовательному процессу. Почвообитатели обогащают почву гумусом, перемешивают поверхностный слой почвы, усиливают ее аэрацию, водопроницаемость и биологическую активность. Почва является средой обитания многих беспозвоночных животных, которые составляют тонкую, живую, биологически активную пленку. Антропогенное вмешательство разрушает целостность этой биологически активной оболочки, разрывая ее на куски, разрушая устойчивые почвенные зооценозы, резко снижает их биологическую активность.

### **Материал и методы исследований**

Многие почвообитатели являются чуткими индикаторами состояния окружающей среды. Учитывая это, 14 сентября 2005 г. нами впервые на территории по разработке гипса были проведены исследования по изучению видового состава и численности панцирных клещей, а также других почвенных членистоногих в трех биотопах. Почвенные пробы брали объемом 250 см<sup>3</sup> в 10 повторностях. Перерасчет почвообитателей проводили на одну повторность. В момент взятия почвенных проб температура воздуха достигала 25<sup>0</sup>С.

Дальнейшую обработку почвенных образцов проводили в лаборатории кафедры зоологии ДонНУ по общепринятой методике М.С. Гилярова [3] и Е.М. Булановой-Захваткиной [2]. Для сравнения количественных характеристик применяли показатели индекса доминирования по обилию, выраженного в процентах (свыше 5% – доминирующий, от 2 до 5 – часто встречаемый, менее 2% – редкий вид) [1]. Плотность почвообитателей определяли по методике К.К. Фасулати [4]. Видовой состав панцирных клещей и других членистоногих, индексы доминирования и средняя плотность населения приведены в табл. 1.

### Результаты и обсуждение

Байрачный лес представляет собой облесенную степную балку, где основными древесно-кустарниковыми породами являются: дуб обыкновенный (*Quercus robur*), клен полевой (*Acer campestre*), ясень (*Fraxinus excelsior*), шиповник собачий (*Rosa canina*), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*) и др. В байрачном лесу сухая подстилка поддерживает определенный микроклимат, и является пищевым субстратом для почвообитателей. Здесь из 10 проб извлечено с помощью аппарата Тульгрена 344 экз. панцирных клещей, которые составили 71,22% от общего количества собранных почвообитателей. Из общего числа панцирных клещей личинки и нимфы составили 35,47% (122 экз.), что указывает на высокую осеннюю репродуктивную деятельность орибатид. Средняя плотность населения панцирных клещей для биотопа лесного характера в целом невысокая (13760 экз./м<sup>2</sup>), даже несколько ниже, чем в небольшом карьере, и более чем в 3,5 раза выше, чем на участке деградированного чернозема. Видовой состав панцирных клещей в биотопе лесного характера был максимальным, по сравнению с двумя другими исследуемыми биотопами, и представлен 36 видами, относящимися к 28 родам и 21 семейству. Доминировали 2 вида орибатид: *Punctoribates zachvatkini* – 19,77% и *Xiphobates spinosus* – 5,82%. Часто встречались 7 и редко – 27 видов панцирных клещей (см. табл. 1). Эти 2 доминанта обнаружены только в байрачном лесу и в остальных биотопах не встречались. Общими для всех трех биотопов являются 3 вида: *Schelorbates latipes*, *Galumna lanceata*, *Pilogalumna allifera*, которые широко распространены в степной зоне [6]. 21 вид орибатид встречались только в байрачном лесу и не обнаружены в двух других биотопах. Других почвенных членистоногих в байрачном лесу было собрано наименьшее количество – 139 экз. (28,78%) со средней плотностью населения 5560 экз./м<sup>2</sup>. Среди них доминировали свободноживущие гамазовые клещи – 11,51%, сборная группа других семейств акариформных клещей – 23,02%, кивсяки – 7,19, тли – 33,09, муравьи – 5,76 и личинки насекомых – 12,23%. Часто встречались акароидные клещи и коллемболы. Остальные представители обитателей почвы были встречены в единичных экземплярах (см. табл. 1). Всего в байрачном лесу было собрано 483 экз. почвообитателей со средней плотностью населения 19320 экз./м<sup>2</sup>, что, в целом, является характерным показателем для байрачных лесов степной зоны Украины [6].

На участке маломощного деградированного чернозема, заросшего сорно-рудеральной растительностью, было собрано минимальное количество почвообитателей – 298 экз., средняя плотность населения составила 11920 экз./м<sup>2</sup>, что в 1,6–1,8 раза меньше, чем в байрачном лесу и в карьере, соответственно. Из общего числа почвообитателей панцирные клещи составили 32,21% (96 экз.) с минимальной средней плотностью населения – 3840 экз./м<sup>2</sup>, что свидетельствует об интенсивном антропогенном прессинге на данную экосистему. Такое состояние, как низкие показатели средней плотности населения и небольшое видовое богатство панцирных клещей, в целом, характерны для техногенных экосистем Донбасса [5]. Из 16 обнаруженных нами видов, которые относятся к 10 родам и 9 семействам, доминировали 5 видов: *Zygoribatula frisiae* – 19,79%, *Z. exarata* – 11,46, *Z. thalassophila* – 8,33, *Protoribates capucinus* – 6,25, *Peloptulus phaenotus* – 8,33%. Часто встречались 7 и редко – 2 вида орибатид (см. табл. 1).



**Панцирные клещи промышленной площадки по добыче гипса  
(Донецкая область, 2005 г.)**

Вид	Биотоп, индекс доминирования, %			
	Байрачный лес	Пахотное поле	Дно карьера	Всего
<i>Hypochthoniella minutissima</i> (Berl.)	0,87	-	-	0,37
<i>Epilhomannia cylyndrica</i> (Berl.)	-	1,04	0,27	0,25
<i>E. inexpectata</i> Schuster	-	1,04	-	0,12
<i>Nothrus biciliatus</i> Koch	0,58	-	3,55	1,86
<i>N. borussicus</i> Selln.	0,29	-	-	0,12
<i>Camissia horrida</i> (Herm.)	0,29	-	0,55	0,37
<i>Heminothrus targionii</i> (Berl.)	0,87	-	-	0,37
<i>Trhypochthonius conspectus</i> Sergienko	-	-	0,55	0,25
<i>Hermanniella punctulata</i> Berl.	0,58	-	0,27	0,37
<i>Liodes theleproctus</i> (Hermann)	-	-	1,09	0,50
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> Koch	0,58	-	0,27	0,37
<i>Metabelba pulverulenta</i> (Koch)	0,29	-	0,55	0,37
<i>M. papillipes</i> (Nic.)	0,29	-	0,55	0,37
<i>Eremaeus oblongus</i> Koch *	0,29	-	-	0,12
<i>Fossermaeus laciniatus</i> (Berl.)	0,29	-	-	0,12
<i>Xenillus tegeocranus</i> (Herm.)*	2,33	-	-	0,99
<i>Dorycranosus splendens</i> (Coggi)	1,74	-	-	0,75
<i>Tectocepheus velatus</i> Mich. *	-	-	0,82	0,37
<i>Suctobelbella alloenasuta</i> Moritz	1,16	-	-	0,50
<i>S. subtrigona</i> (Oudms.)	1,16	-	-	0,50
<i>Quadroppia quadricarinata</i> (Mich.)	0,58	-	-	0,25
<i>Oppiella nova</i> (Oudms.)	-	2,08	0,27	0,37
<i>Epimerella smirnovi</i> var <i>longisetosa</i> Kulijev	0,29	-	-	0,12
<i>Microppia minus</i> (Paoli)	1,46	-	-	0,62
<i>Ramusella clavipectinata</i> (Mih.)	4,65	-	3,83	3,72
<i>Zygoribatula frisiae</i> (Oudms.)	-	19,79	0,27	2,48
<i>Z. exarata</i> Berl.	-	11,46	1,64	2,11
<i>Z. terricola</i> v.d.Hammen	-	4,17	-	0,50
<i>Z. thalassophila</i> Gr.	-	8,33	1,37	1,61
<i>Liebstadia humerata</i> Selln.	0,29	-	-	0,12
<i>Scheloribates latipes</i> (Koch) *	1,46	3,13	12,29	6,58
<i>Sch. laevigatus</i> (Koch)	-	4,17	9,02	4,59
<i>Peloribates pilosus</i> Hammer	-	-	0,27	0,12
<i>P. europaeus</i> Willmann *	-	-	2,19	0,99
<i>Protoribates monodactylus</i> (Haller)	2,62	-	10,11	5,71
<i>P. capucinus</i> Berl.	-	6,25	-	0,75
<i>Trichoribates trimaculatus</i> (Koch) *	0,29	1,04	-	0,25
<i>Ceratozetes mediocris</i> Berl.	2,62	-	-	1,12
<i>C. sellnicki</i> (Rajski)	2,62	-	-	1,12
<i>Punctoribates zachvatkini</i> Schald.	19,77	-	-	8,44
<i>Xiphobates spinosus</i> (Sellnick)	5,82	-	-	2,48
<i>Euzetes globulus</i> (Nic.)	1,16	-	-	0,50
<i>Peloptulus phaenotus</i> (Koch)	-	8,33	2,19	2,00

Вид	Биотоп, индекс доминирования, %			
	Байрачный лес	Пахотное поле	Дно карьера	Всего
<i>Tectoribates ornatus</i> (Schuster)	-	4,17	1,09	0,99
<i>Galumna lanceata</i> Oudms.	0,58	2,08	1,09	0,99
<i>Pilogalumna allifera</i> (Oudms.)	3,49	2,08	6,83	4,84
<i>Phthiracarus anonyum</i> Gr.	0,58	-	-	0,25
<i>P. globosus</i> (Koch)	0,87	-	-	0,37
<i>P. lentulus</i> (Koch)	0,58	-	-	0,25
<i>Steganacarus carinatus</i> (Koch)	2,03	-	-	0,87
<i>Rhysotritia duplicata</i> (Gr.)	0,29	-	0,55	0,37
<i>Oribotritia berlesei</i> (Mich.)	0,87	-	-	0,37
Преимагинальные фазы (личинки, нимфы)	35,47	20,84	38,52	35,11
Всего панцирных клещей, экз.	344	96	366	806
Количество проб	10	10	10	30
Количество клещей на 1 робу, экз.	34,4	9,6	36,6	26,86
Плотность, экз./м <sup>2</sup>	13760	3840	14640	10744
Процентное отношение орибатид к общему числу почвообитателей	71,22	32,21	66,18	60,42
Количество видов панцирных клещей	36	16	25	52
Отр. Acariformes. Сем. Trombidiidae	0,72	0,49	1,60	0,95
Надсем. Acaroidea	2,16	-	-	0,57
Прочие сем. отр. Acariformes	23,02	68,32	78,07	59,85
Отр. Parasitiformes. Надсем. Ixodoidea	0,72	-	-	0,19
Надсем. Gamasoidea	11,51	0,99	7,49	6,06
Отр. Pseudoscorpiones	0,72	-	-	0,19
Кл. Myriapoda	7,19	-	1,07	2,27
Кл. Insecta. Отр. Podura	2,88	6,44	2,67	4,17
Отр. Homoptera. Подотр. Aphidinae	33,09	3,47	0,54	10,23
Отр. Thysanoptera	-	0,49	3,21	1,32
Отр. Coleoptera	-	0,49	2,67	1,13
Отр. Hymenoptera. Надсем. Formicoidea	5,76	17,82	1,07	8,71
Надсем. Ichneumonoidea	-	-	0,54	0,19
Личинки насекомых	12,23	1,49	1,07	4,17
Количество других почвообитателей, экз.	139	202	187	528
Количество на одну пробу, экз.	13,9	20,2	18,7	17,6
Плотность, экз./м <sup>2</sup>	5560	8080	7480	7040
Процентное отношение к общему числу почвообитателей	28,78	67,79	33,82	39,58
Всего почвообитателей, экз.	483	298	553	1334
Количество на одну пробу, экз.	48,3	29,8	55,3	44,5
Плотность, экз./м <sup>2</sup>	19320	11920	22120	17784

Примечание. \* – виды, которые могут принимать участие в цикле развития ленточных червей из сем. Anoplocephalidae

Здесь проявляется следующая закономерность: чем меньше видовое богатство, тем больше количество доминирующих видов, и, наоборот, при большом видовом разнообразии число доминантов сокращается. Если говорить о других почвенных членистоногих, то их численность на деградируемом участке чернозема несколько выше, по сравнению с предыдущим биотопом, – 202 экз. (67,79%), плотность населения – 8080 экз./м<sup>2</sup>. Среди них преобладала сборная группа акариформных клещей – 68,32% (138 экз.), коллемболы – 6,44 (13 экз.) и муравьи – 17,82% (36 экз.). Остальные представители обитателей почвы были малочисленны (см. табл. 1).

В небольшом отработанном заброшенном карьере, глубиной до 17 м, после добывания гипса рекультивация не проводилась. Длительное время происходило спонтанное самозаращение карьера сорно-рудеральной растительностью с включением таких петрофитов, как ковыль волосистый (*Stipa capillata*), типчак валисский (*Festuca valesiaca*) и чабрец. Проективное покрытие растительности 100%. Наличие растительной подстилки создает благоприятные условия для нормальной жизнедеятельности многих почвообитателей. Здесь было собрано максимальное количество панцирных клещей – 366 экз. (6,18%), из них личинок и нимф – 141 экз. (38,52%), средняя плотность населения составила 14640 экз./м<sup>2</sup>. Личинок и нимф панцирных клещей в данном биотопе было собрано в 7 раз больше, чем на деградированном черноземном участке, что свидетельствует о более благоприятных условиях для развития преимагинальных фаз. Определено 25 видов панцирных клещей. Среди них доминировали 4 вида: *Schelorbates latipes* – 12,29%, *Sch. laevigatus* – 9,02, *Protoribates monodactylus* – 10,11, *Pilogalumna allifera* – 6,83%. Часто встречались 3 и редко – 18 видов. Только в карьере обнаружены 6 видов, которые не встречались в остальных биотопах. Из них вид *Trhypochthonius conspectus* Serg. впервые отмечен для фауны Донецкой области. Для фауны карьера и байрачного леса характерны 12 общих видов, для карьера и участка деградированного чернозема – 11. В карьере, кроме панцирных клещей, было собрано 187 экз. (33,82%) других почвенных членистоногих, со средней плотностью населения 7480 экз./м<sup>2</sup>. Среди них преобладали свободноживущие гамазовые клещи – 7,49%, другие семейства акариформных клещей – 78,07% (146 экз.). Часто встречались коллемболы, трипсы и жуки. Остальные почвообитатели были малочисленны. Всего в карьере было собрано максимальное количество почвообитателей – 553 экз. с наиболее высокой средней плотностью для трёх исследуемых биотопов – 22120 экз./м<sup>2</sup>.

### Выводы

В трех исследуемых биотопах из 30 проб было извлечено 806 экз. (60,42%) панцирных клещей (из них 283 экз. личинок и нимф – 35,11%) со средней плотностью населения 10744 экз./м<sup>2</sup>. Определено 52 вида панцирных клещей, относящихся к 38 родам и 29 семействам. Из них 7 видов, по литературным данным, известны как промежуточные хозяева ленточных червей из семейства Anoplocephalidae. Для трех исследуемых биотопов отмечены 3 доминанта: *Schelorbates latipes* – 6,58%, *Protoribates monodactylus* – 5,71, *Punctoribates zachvatkini* – 8,44%. Часто встречались 6 и редко – 43 вида орибатид. Других почвенных членистоногих было собрано 528 экз. (39,58%) со средней плотностью населения 7040 экз./м<sup>2</sup>. Среди них доминировали: группа акариформных клещей – 59,85% (316 экз.), гамазовые клещи – 6,06 (32 экз.), тли – 10,23 (54 экз.), муравьи – 8,71% (46 экз.). Часто встречались многоножки, коллемболы и личинки насекомых. Остальные почвообитатели были малочисленны. Всего из 30 проб добыто 1334 экз. обитателей почвы со средней плотностью населения 17784 экз./м<sup>2</sup>. Это довольно высокий показатель для биотопов степного характера. После завершения добычи гипса на исследуемом участке предприятие планирует провести рекультивацию выработанных карьеров. В дальнейшем необходимо проведение мониторинговых исследований на рекультивированных землях этого участка.

## Список литературы

1. Беклемишев В.Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов // Зоол. журн. – 1961. – 40, вып. 2. – С. 143-158.
2. Буланова-Захваткина Е.М. Панцирные клещи – орибатидаы. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
3. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
4. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1971. – 424 с.
5. Ярошенко Н.Н. Почвенные зооценозы промышленных экосистем Донбасса. – Донецк: ДонГУ, 1999. – 294 с.
6. Ярошенко Н.Н. Орибатидаыные клещи (Acariformes, Oribatei) естественных экосистем Украины. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 313 с.

**Ярошенко М.М. Панцирні кліщі ділянки, що відведена під промислове добування гіпсу (Донецька область).** – Проведено дослідження про стан ґрунтового зооценозу на ділянці, що відведена під промислове добування гіпсу в околицях с. Миколаївка-2 Артемівського району Донецької області. В байрачному лісі виявлено максимальний видовий склад панцирних кліщів (36), знайдено 344 екз. (71,22%), щільність – 13760 екз./м<sup>2</sup>, інших членистоногих – 139 екз. (28,78%) від загального числа зібраних ґрунтових мешканців (483 екз.). На ділянці деградованого чорнозему, який відводиться під розробку гіпсу, чисельність панцирних кліщів мінімальна – 96 екз. (32,21%), 16 видів, щільність – 3840 екз./м<sup>2</sup>, інших членистоногих – 202 екз. (67,79%), щільність – 8080 екз./м<sup>2</sup>. У відпрацьованому кар'єрі кількість панцирних кліщів збільшується – 366 екз. (66,18%), щільність – 14640 екз./м<sup>2</sup>, 25 видів; інших членистоногих – 187 екз. (33,82%), щільність – 7480 екз./м<sup>2</sup>. Усього в досліджених біотопах зібрано 806 екз. (60,43%). Виявлено 52 видів панцирних кліщів із середньою щільністю населення 10744 екз./м<sup>2</sup>; інших членистоногих – 528 екз. (39,58%), щільність – 7040 екз./м<sup>2</sup>. Вперше для фауни Донецької області відмічений вид *Trhypochthonius conspectus* Serg.

*Ключові слова:* панцирні кліщі, членистоногі, біотоп, щільність.

**Yaroshenko N.N. Oribatid mites of a site assigned under industrial extraction of a gypsum (Donetsk region).** – The researches about a state of the soil zoocenose on a site assigned under a gypsum extraction in the vicinity of Nikolaevka-2 village of Artiomovsk district of Donetsk region are carried out. In a bairak wood the maximal specific composition of oribatid mites (36) is detected, 344 specimens (71,22%), density – 13760 specimens/m<sup>2</sup>, others Arthropoda – 139 specimens (28,78%) from a total number of the collected inhabitants of ground (483 specimens) are revealed. On a site with degraded blacksoil, assigned under gypsum extraction, the number of oribatid mites is minimum – 96 specimens (32,21%), 16 species, density – 3840 specimens/m<sup>2</sup>, others Arthropoda – 202 specimens (67,79%), density – 8080 specimens/m<sup>2</sup>. In waste career the amount of oribatid mites is enlarged – 366 specimens (66,18%), density – 14640 specimens/m<sup>2</sup>, 25 species; others Arthropoda – 187 specimens (33,82%), density – 7480 specimens/m<sup>2</sup>. In total in researched biotopes 806 specimens (60,43%) of 52 species of oribatid mites with average density of the population 10744 specimens/m<sup>2</sup> are assembled; others Arthropoda – 528 specimens (39,58%), density – 7040 specimens/m<sup>2</sup>. For the first time for fauna of Donetsk region the species *Trhypochthonius conspectus* Serg. is found.

*Key words:* oribatid mites, Arthropoda, biotope, density.

УДК [581.132:581.526.42]:[502.55:661.41]

В.П. Бессонова<sup>1</sup>, С.О. Яковлева-Носарь<sup>2</sup>

**СТАН АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ І НЕТТО-ФОТОСИНТЕЗ  
ВІРГІНІЛЬНИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ЗА УМОВ ПРІОРИТЕТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ  
ХЛОРИСТИМИ СПОЛУКАМИ**

<sup>1</sup> Дніпропетровський державний аграрний університет,  
49600, м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25

<sup>2</sup> Запорізький національний університет; 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

Бессонова В.П., Яковлева-Носарь С.О. Стан асиміляційного апарату і нетто-фотосинтез віргінільних деревних рослин за умов пріоритетного забруднення хлористими сполуками. – Досліджено симптоми пошкодження газоподібними токсикантами асиміляційних органів, динаміку вмісту зелених пігментів у листках, швидкість нетто-фотосинтезу у 4 видів деревних культур різного віку. Встановлено, що реакція рослин на різні концентрації забруднювачів визначається не тільки їх видовою приналежністю, але й віком.

*Ключові слова:* віргінільні деревні рослини, асиміляційний апарат, нетто-фотосинтез, вікові стани, хлористі сполуки.

### **Вступ**

Лісові біоми правомірно назвати енергетичною базою біосфери, бо з 160 млрд. т сухої органічної речовини, яка щорічно утворюється на Земній кулі лише 1/3 припадає на моря й океани [1]. Вирішальним явищем, що забезпечує продуктивність лісу, є фотосинтез. Завдяки цьому метаболічному процесу виробляється приблизно 95% сухої маси рослин. За участю первинної продуктивності регулюється стік CO<sub>2</sub> із атмосфери в наземні екосистеми [2].

У сучасних умовах спостерігається істотний антропогенний вплив на продуктивність лісових фітоценозів, найбільшої втрати лісам завдають аеротехногенні полутанти. Багатьма авторами значна увага приділялась вивченню стійкості дерев і чагарників до різноманітних промислових викидів із урахуванням ступеня пошкодження асиміляційного апарату [3–7 та ін.]. Проте в літературі майже відсутні дані щодо його функціонування при пріоритетному забрудненні довкілля сполуками хлору (Cl<sub>2</sub>, HCl). Простежується також дефіцит інформації стосовно перебігу процесів самовідновлення лісових культур і життєдіяльності деревних порід різних вікових станів у зонах техногенного стресу. В зв'язку з цим нами проведено дослідження впливу аерогенних полутантів титано-магнієвого комбінату (переважно Cl<sub>2</sub>, HCl, SO<sub>2</sub>) на пошкодженість листків віргінільних рослин різного віку – першого і шостого років життя.

### **Матеріал і методи**

Дослідження проводили на чотирьох моніторингових ділянках у деревному штучному насадженні. Пріоритетними інгредієнтами викидів Запорізького титано-магнієвого комбінату (ЗТМК) є хлор і хлористий водень. Ділянка I розташована на відстані 0,5 км від основного джерела розсіювання (за розою вітрів), II – на відстані 3,5 км, контрольна ділянка знаходилася у відносно чистій зоні на відстані 7 км (проти рози вітрів). За другий контроль була обрана ділянка на відстані 20 км. Польові експерименти проводилися протягом чотирьох років.

Вік насаджень 35 років. Панівною породою є *Robinia pseudoacacia* L.; допоміжні види: *Acer negundo* L., *Fraxinus lanceolata* Borgh.; зустрічаються поодинокі екземпляри *Ulmus carpinifolia* Rurr. ex Suckow. Для обліку самосіву на кожній стаціонарній пробній площі закладали по 50–100 облікових ділянок розміром 1 x 1 м. Молоді рослини поділяли на наступні вікові групи: самосів (сходи, рослини 2-го, 3-го, 4-го і 5-го років) і підріст. Модельні сіянці зростали в подібних екологічних умовах на відкритому місці, при однаковому рівні освітленості.

Пошкодження листків оцінювали за В.С. Ніколаєвським [8], вміст хлорофілу визначали спектрофотометричним методом, розраховували за формулою Веттштейна [9]. Інтенсивність нетто-фотосинтезу встановлювали за [10]. Визначення проводилися в період найбільш активного росту сіянців – у червні місяці. Показник розраховували за приростом сухої речовини у мг на 1 дм<sup>2</sup> листової поверхні за добу. Одержані результати обробляли методами математичної статистики [11].

### Результати та їх обговорення

Вивчення характеру ступеня пошкодження листків самосіву показало, що вони значною мірою залежать від виду рослин. Так, основними симптомами ураження у *R. pseudoacacia* є хлоротичні плями між жилками листка, у *A. negundo* міжжилковий хлороз, який з часом може переходити у некрози, у *F. lanceolata* – некротична бура плямистість на пластинці листка, в кінці вегетації з'являється маргінальний некроз, у *U. carpinifolia* точковий некроз із наступним випаданням пошкоджених ділянок, плямистий хлороз.

Найбільше ураження асиміляційного апарату спостерігається в зоні сильного забруднення. При цьому більш чутливими виявилися види *F. lanceolata* і *U. carpinifolia* (рис. 1).

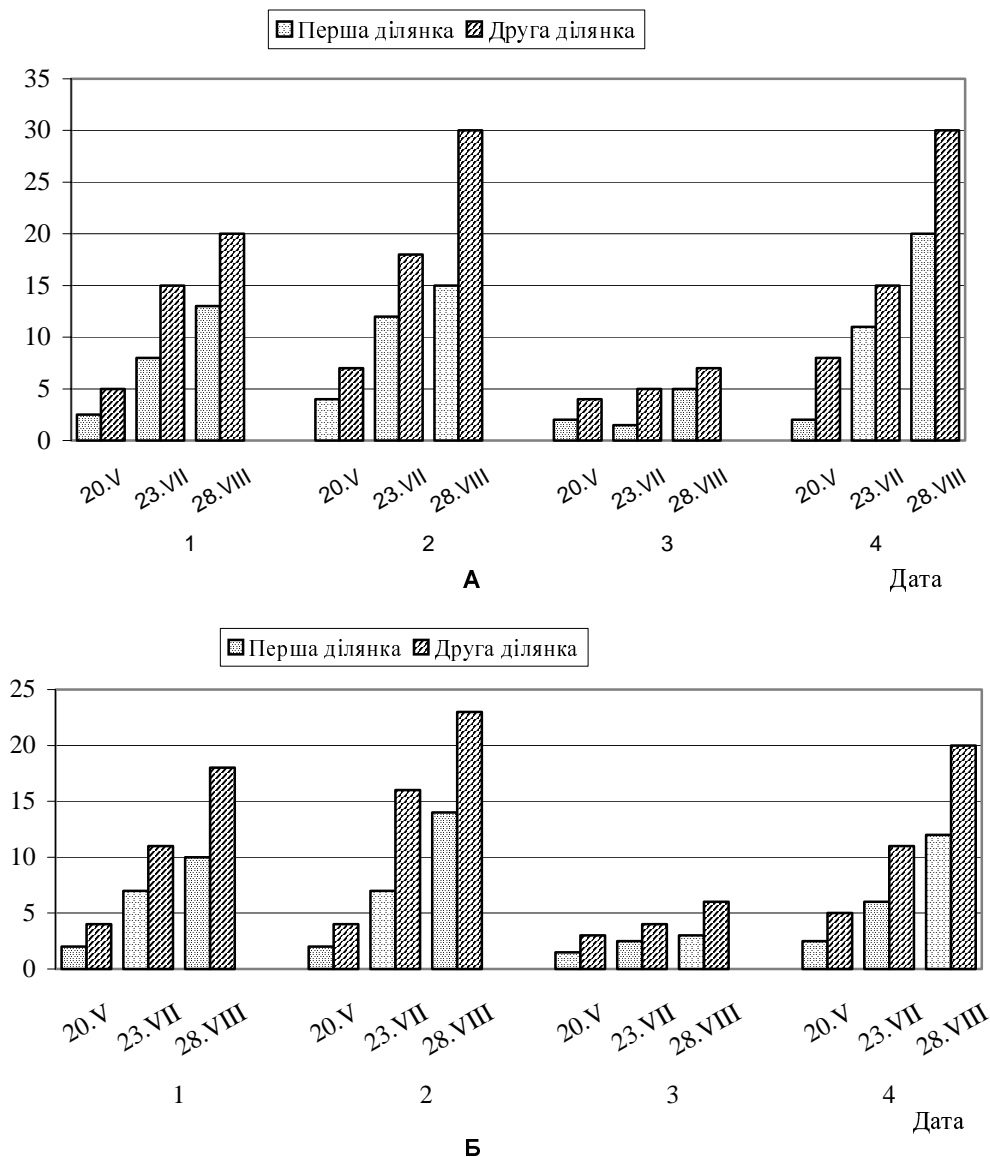


Рис. 1. Вплив забруднення довкілля на пошкодження листової пластинки самосіву деревних рослин 1 – *A. negundo*, 2 – *F. lanceolata*, 3 – *R. pseudoacacia*, 4 – *U. carpinifolia*: А – самосів першого року життя, Б – підріст шостого року життя

Дослідження показали, що ступінь порушення тканин листової пластинки залежить від віку самосіву. Найбільший відсоток пошкоджень листової пластинки спостерігається у рослин першого року життя. У п'ятирічних рослин листки виявилися більш стійкими до токсичних промислових газів. Як і рослини наймолодшої вікової групи, у рослин більш старшого вікового стану на обох дослідних ділянках чутливішими до аерогенних поллютантів виявилися *F. lanceolata* і *U. carpinifolia*. Ці види можуть бути використані як тест-об'єкти для індикації ступеня забруднення довкілля інгредієнтами промислових викидів як титано-магнієвого комбінату (переважно Cl<sub>2</sub>, HCl, SO<sub>2</sub>), так і виробництв, до складу експлатів яких входять хлористі сполуки.

Вивчення динаміки вмісту хлорофілу (a + b) в листках сходів лісових культур показало негативну дію хронічного впливу інгредієнтів промислових викидів. Кількість зеленого пігменту суттєво зменшується порівняно з контролем на ділянках як із сильним, так і слабким рівнем забруднення. В умовах останньої концентрація хлорофілу знижується більш істотно. Найменша відмінність у його рівні в листках контрольного і дослідних варіантів спостерігається на початку вегетації. Співставлення ступеня впливу фітотоксикантів на цей показник у різних сходів показало, що найсуттєвіше він проявляється у *F. lanceolata* і *U. carpinifolia*. Так, у червні на ділянці I його вміст у першого виду складає 58,0%, у другого – 60,8% від контролю (рис. 2, 3).

Аналіз одержаних даних свідчить, що найсильніше кількість хлорофілу в листках п'ятирічних віргінільних рослин падає у тих же видів, які було виділено серед однорічного самосіву. Але ступінь зниження його вмісту дещо менший, ніж у рослин більш молодого віку. Концентрація хлорофілу в листках *F. lanceolata* на ділянці I становить 70,2% і у *U. carpinifolia* 68,3%, на ділянці II – 74,3 і 75,2% відповідно.

Як у рослин наймолодшої, так і більш старшої вікової групи істотніше зниження рівня хлорофілу спостерігається у другій половині вегетації.

Зменшення кількості зеленого пігменту узгоджується зі змінами швидкості нетто-асиміляції (табл. 1). Виявилося, що у відносно толерантного виду *R. pseudoacacia* нетто-фотосинтез інгібується значно менше, ніж у чутливих за морфологічними ознаками порід – *F. lanceolata* і *U. carpinifolia*.

Таблиця 1

**Вплив забруднення довкілля рослин на нетто-асиміляцію у сянців деревних рослин, мг сухої речовини на 1 дм<sup>2</sup> листової поверхні за добу**

Вид	Контроль	Ділянка 2	t <sub>d</sub>
<i>F. lanceolata</i>	63,4 ± 1,8	44,3 ± 1,3	2,22
<i>R. pseudoacacia</i>	85,2 ± 1,4	70,8 ± 1,5	7,02
<i>U. carpinifolia</i>	52,9 ± 1,3	39,3 ± 1,2	7,73

Одержані дані свідчать про існування деяких відмін щодо швидкості фотосинтезу у різних порід дерев. На цей факт вказує У. Сміт [12], але прямих даних з цього питання в літературі ще мало.

Гальмування нетто-фотосинтезу в зоні сильного забруднення у *F. lanceolata* і *U. carpinifolia* становить 60,0 і 64,4% від контролю. На ділянці зі слабким рівнем забруднення ці цифри відповідно дорівнюють 69,8 і 74,2%. У *R. pseudoacacia* приріст сухої речовини за добу складає 83,0% відносно контрольних рослин.

Слід зазначити, що приріст визначається не тільки поглинанням вуглецю, але також транспортом асимілянтів, інтенсивністю росту окремих органів, який регулюється фітогормонами. Вплив зовнішніх факторів на СО<sub>2</sub>-газообмін і вищевказані процеси хоч і мають подібний напрям, але часто з різним ступенем прояву. Тому не слід чекати повної відповідності між газообміном і продуктивністю рослин [13].

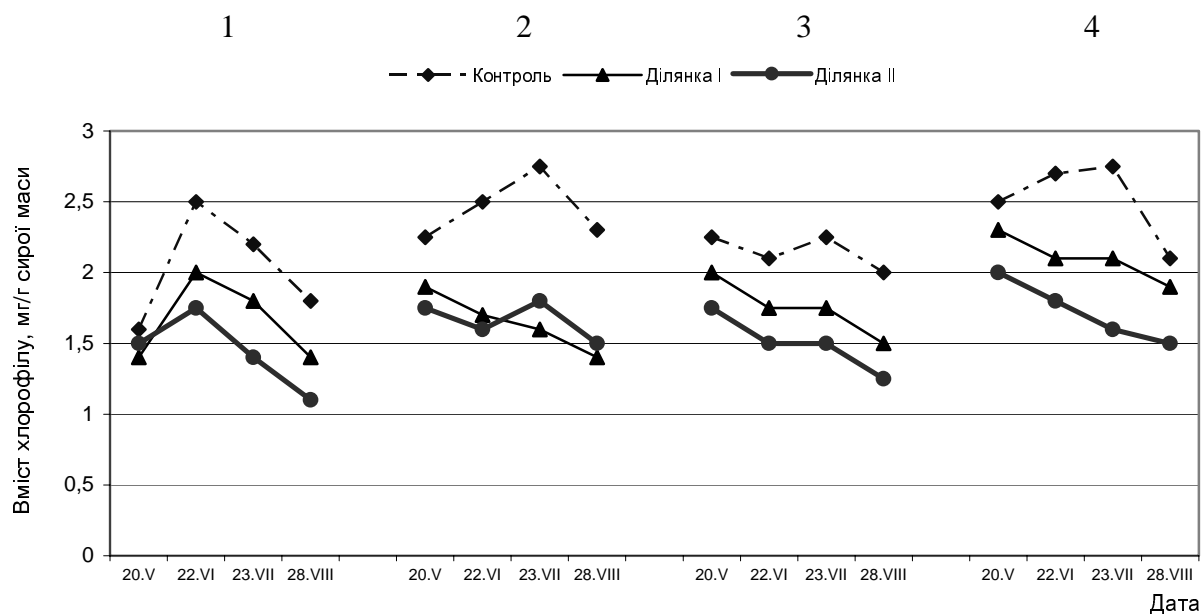


Рис. 2. Вплив забруднення довкілля на динаміку вмісту хлорофілу в листках сіянців першого року життя: 1 – *A. negundo*, 2 – *F. lanceolata*, 3 – *R. pseudoacacia*, 4 – *U. carpinifolia*

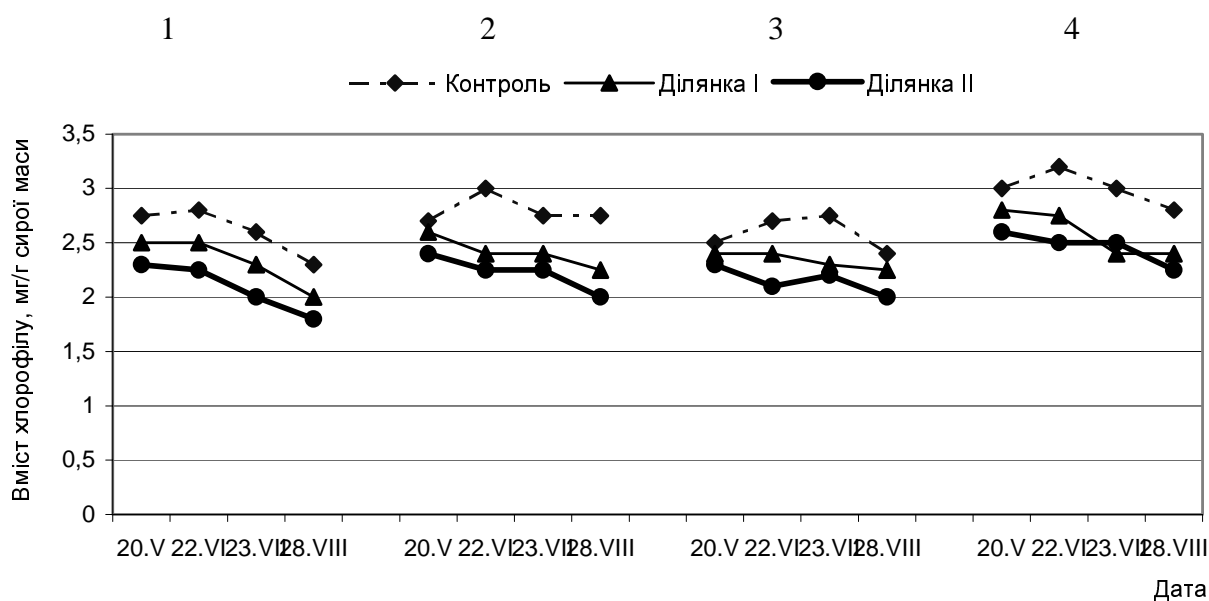


Рис. 3. Вплив забруднення довкілля на динаміку вмісту хлорофілу в листках підросту: 1 – *A. negundo*, 2 – *F. lanceolata*, 3 – *R. pseudoacacia*, 4 – *U. carpinifolia*

Порівняння отриманих даних у контрольному варіанті (7 км) з такими на ділянці, що віддалена від джерела забруднення на 20 км, показало їх близькість.

На підставі аналізу представлених результатів можна зробити висновок про перспективність подальших досліджень еколого-фізіологічних параметрів деревних рослин різних вікових станів в умовах пріоритетного забруднення сполуками хлору.



## Висновки

1. Хронічна дія емісій титано-магнієвого комбінату (переважно  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$ ) спричиняє ураження асиміляційного апарату сіянців вивчених деревних порід.
2. Вміст зелених пігментів у листках віргінільних деревних культур в умовах аеротехногенного стресу суттєво знижується порівняно з контролем. Найменша відмінність у концентрації хлорофілу між нормою і дослідними варіантами відзначається на початку вегетації.
3. Падіння рівня хлорофілу узгоджується зі змінами швидкості нетто-фотосинтезу у досліджених видів
4. Ступінь реакції досліджених порід на пошкоджуючі агенти визначається такими чинниками, як видова приналежність, рівень забруднення, вік рослин.
5. Враховуючи, що найбільша чутливість до інгредієнтів промислових викидів визначена у самосіву першого року життя, рекомендуємо для оцінки рівня забруднення довкілля використовувати такі показники, як ступінь пошкодження асиміляційного апарату, кількісних змін хлорофілу, пригнічення ростових процесів і нетто-асиміляції. Найбільш інформативним тест-об'єктом є *F. lanceolata*.

## Список літератури

1. Ситник К.М. Збереження і відтворення лісових багатств України // Укр. ботан. журн. – 2003. – Т. 60, № 1. – С. 3-5.
2. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений // Лесоведение. – 2000. – № 6. – С. 54-63.
3. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1981. – 280 с.
4. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – К.: Наук. думка, 1971. – 230 с.
5. Бессонова В.П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений. – Запорожье: Павел, 1999. – 208 с.
6. Сергейчик С.А., Сергейчик А.А., Сидорович Е.А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде. – Минск: Беларуская наука, 1998. – 199 с.
7. Бессонова В.П., Юсытыва Т.И. Семенное возобновление древесных растений и промышленные поллютанты ( $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$ ). – Запорожье: ЗГУ, 2001. – 193 с.
8. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 276 с.
9. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.
10. Летние практические занятия по физиологии растений / Под ред. М.С. Миллер. Изд. 3-е, перераб. – М.: Просвещение, 1973. – С. 173-174.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособ. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Смит У.Х. Лес и атмосфера. – М.: Прогресс, 1985. – 427 с.
13. Лархер В. Экология растений. – М.: Мир, 1978. – 382 с.

**Бессонова В.П., Яковлева-Носарь С.О. Состояние ассимиляционного аппарата и нетто-фотосинтез виргинильных древесных растений в условиях приоритетного загрязнения хлористыми соединениями.** – Исследованы симптомы поврежденных ассимиляционных органов газообразными токсикантами, динамика содержания зеленых пигментов в листьях, скорость нетто-фотосинтеза у 4 видов древесных культур разного возраста. Установлено, что реакция растений на разные концентрации загрязнителей определяется не только их видовой принадлежностью, но и возрастом.

*Ключевые слова:* виргинильные древесные растения, ассимиляционный аппарат, нетто-фотосинтез, возрастные категории, хлористые соединения.

**Bessonova V.P., Yakovleva-Nosar' S.O. The state of assimilation apparatus and net-photosynthesis of virgin arboreal plants on conditions of priority contamination by combinations of chlorine.** – The symptoms of assimilation organs damage with gaseous air pollutants (primary by combinations of chlorine), dynamics of maintenance of green pigments in leaves, speed of net-photosynthesis at 4 types of arboreal cultures of a different age are investigated. It is determined that the reaction of plants on different concentrations of air pollutants depend on not only their specific belonging but also age.

*Key words:* virgin arboreal plants, assimilation surface, net-photosynthesis, age states, combinations of chlorine.

**О.Е. Клименко, Н.И. Клименко, Т.А. Лацко**

## **ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ ПЕРСИКА КАК ТЕСТ-ФАКТОР КИСЛОТНОГО СТРЕССА**

*Никитский ботанический сад, Национальный научный центр УААН, Степное отделение*

**Клименко О.Е., Клименко Н.И., Лацко Т.А. Изменение элементов антиоксидантной системы персика как тест-фактор кислотного стресса.** – Исследованы изменения содержания аскорбиновой кислоты, глутатиона и общей редуцирующей активности в листьях 11 сортов персиков в условиях смоделированного кислотного стресса. Данные значения измеряли по методу Петта в модификации Прокошева. Условия кислотного стресса моделировали путем опрыскивания раствором  $H_2SO_4$  (рН=2) веток деревьев. Была установлена разная реакция сортов в данных условиях. Ранние сорта были более восприимчивы к кислотному стрессу. Рассчитаны относительные коэффициенты антиоксидантной активности при кислотном стрессе, на основе которых были сделаны выводы о чувствительности исследованных сортов к кислотному стрессу. Мы предложили использовать коэффициент общей редуцирующей активности как тест-фактор кислотного стресса для разных сортов.

*Ключевые слова:* элементы антиоксидантной системы персиков, тест-фактор кислотного стресса.

### **Введение**

Способность растения противостоять кислотному стрессу зависит от активности его антиоксидантной системы, к которой относятся окислительно-восстановительные ферменты, глутатион (ГТ), аскорбиновая кислота (АК) и др. [7]. АК и ГТ входят в систему защиты клетки от действия продуктов перекисного окисления липидов, регулируют окислительно-восстановительные процессы [6]. ГТ также защищает SH-группы белков, сохраняя их в восстановленном состоянии; выполняет специфическую роль при восстановлении окисленной формы АК [8]. Антиоксидантная система плодовых растений в условиях окислительного стресса практически не изучена [1, 9]. Известно лишь, что плодовые растения чувствительны или очень чувствительны к загрязнению воздуха оксидами [2]. В условиях усиления загрязнения воздуха продуктами горения и вредными кислотными выбросами важно определить степень относительной устойчивости или чувствительности сортов плодовых растений к стрессу для их использования в промышленном садоводстве и селекции.

В связи с этим целью наших исследований было установить воздействие искусственного кислотного дождя (ИКД) сульфатного состава на содержание некоторых компонентов антиоксидантной системы растений персика с целью использования их как диагностических для оценки относительной устойчивости сортов к окислительному стрессу.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили с 11 сортами персика (*Persica vulgaris* Mill.) отечественной (НБС) и американской (США) селекции различного происхождения и срока созревания с различным содержанием АК в плодах. Из них к группе ранних сортов относятся "Фаворита Мореттини" и "Пушистый ранний"; ранне-средних – "Небесный тихоход" и "Ореховый"; средних - "Кандидатский", "Докторский", "Redhaven", "Stanford", "Остряковский белый", "Babygold" и поздних – "Ак Шефталю". Растения со средним сроком созревания плодов имели наибольшее содержание АК в плодах (более 20 мг/%) по многолетним данным группы плодовых культур степного отделения НБС. Деревья привиты на миндалевом подвое (*Amigdalus communis* L.). Возраст растений 14–16 лет.

Условия кислотного стресса моделировали путем опрыскивания ветвей 1 порядка плодоносящих деревьев персика раствором серной кислоты с рН=2, приготовленном на дистиллированной воде, в дозе 2 мм дождя на протяжении 3 часов. Листья отбирали через 3 дня после обработки кислотой. Контролем служили неопрысканные деревья, которые находились под воздействием природных атмосферных осадков, средняя величина рН которых за вегетационный период равнялась 6,0.

Для анализа использовали молодые растущие листья с верхушек однолетних побегов в фазу окончания их интенсивного роста. В гомогенате из листьев определяли содержание АК, восстановленного глутатиона (ВГТ) и общей редуцирующей активности (ОРА) ткани, как суммы веществ, способных восстанавливать свободный йод при взаимодействии с  $KJO_3$  в кислой среде, определяли методом Петта в модификации Прокошева [4]. Повторность опыта трехкратная. Данные обработаны статистически, достоверным принят 5% уровень значимости.

### **Результаты и обсуждение**

Содержание АК в листьях исследованных сортов персика в контроле колебалось от 0,73 до 1,72 мг на г сырой массы (СМ) листа и зависело как от индивидуальных особенностей сорта, так и его состояния в момент исследования. Средняя ее величина для всех сортов составила 1,15 мг/г СМ (рис. 1).

Кислотный стресс способствовал сокращению АК в листьях всех сортов, кроме сорта "Babygold", где оно достоверно увеличивалось. Особенно значительное сокращение концентрации АК в листьях на 0,25–0,45 мг/г наблюдалось у сортов "Небесный тихоход", "Пушистый ранний", "Ак Шефталю", "Ореховый", "Redhaven" и "Остриковский белый" (см. рис. 1).

Концентрация ВГТ в листьях персика колебалась в более широких пределах – от 0,76 до 3,21 мг/г СМ и в среднем по породе составила 2,12 мг/г. У большинства сортов содержание ВГТ было выше, чем АК, причем у сортов раннего срока созревания оно было в 2 и более раза выше (рис. 1, 2). И только у сортов "Ореховый" и "Остриковский белый" наблюдалась противоположная закономерность.

В условиях ИКД концентрация ВГТ в тканях листа снизилась у 8 сортов из 11 исследованных. Наиболее значительно и достоверно у сортов раннего и ранне-среднего срока созревания: "Фаворита Мореттини", "Небесный тихоход", "Пушистый ранний". У сортов "Ореховый", "Redhaven" и "Остриковский белый" содержание ВГТ в листьях увеличивалось на 0,14–0,22 мг/г СМ.

Известно, что устойчивые к загрязнению окружающей среды ТМ виды древесных растений способны накапливать АК в листьях [1], возможно, в нашем случае более устойчивые сорта накапливали как ВГТ ("Остриковский белый"), так и АК ("Babygold") в постстрессовый период. У других же, более чувствительных, при воздействии ИКД значительная доля антиоксидантов расходовалась на участие в реакциях восстановления и не восполнялась в этот период.

Величина ОРА ткани, как интегральный показатель способности растения противостоять кислотному стрессу, в контроле была более значительной у группы сортов раннего срока созревания и колебалась от 17 до 26 мл  $KJO_3$  на г СМ. У сортов среднего срока созревания она была несколько ниже и варьировала в меньших пределах от 15 мл у сорта "Redhaven" до 19 мл у "Остриковского белого". Среднее содержание этого показателя для изученной группы сортов составило 20 мл  $KJO_3$  на г СМ (рис. 3).

Кислотный стресс вызвал наиболее резкое снижение ОРА ткани у сортов раннего срока созревания на 4–16 мл, а также у сорта "Ак Шефталю". Возможно, здесь имеет значение происхождение этого сорта из Средней Азии и большая его устойчивость скорее к условиям щелочных почв, чем к кислотности. У сорта "Babygold", наоборот, произошло увеличение этого показателя на 2,4 мл, по-видимому, за счет роста содержания АК. У остальных исследованных сортов снижение величины ОРА ткани при стрессе было в пределах 1,8–2,8 мл  $KJO_3$  на г СМ (см. рис. 3).

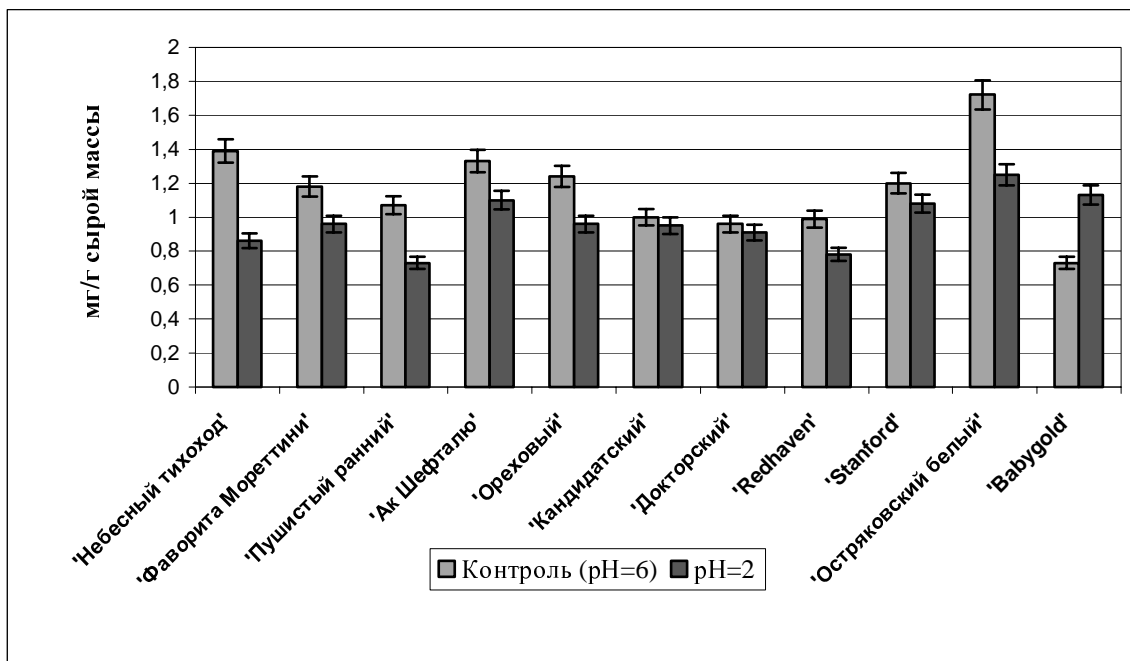


Рис. 1. Воздействие кислотного стресса на концентрацию аскорбиновой кислоты в листьях персика (июль 2001 г.)

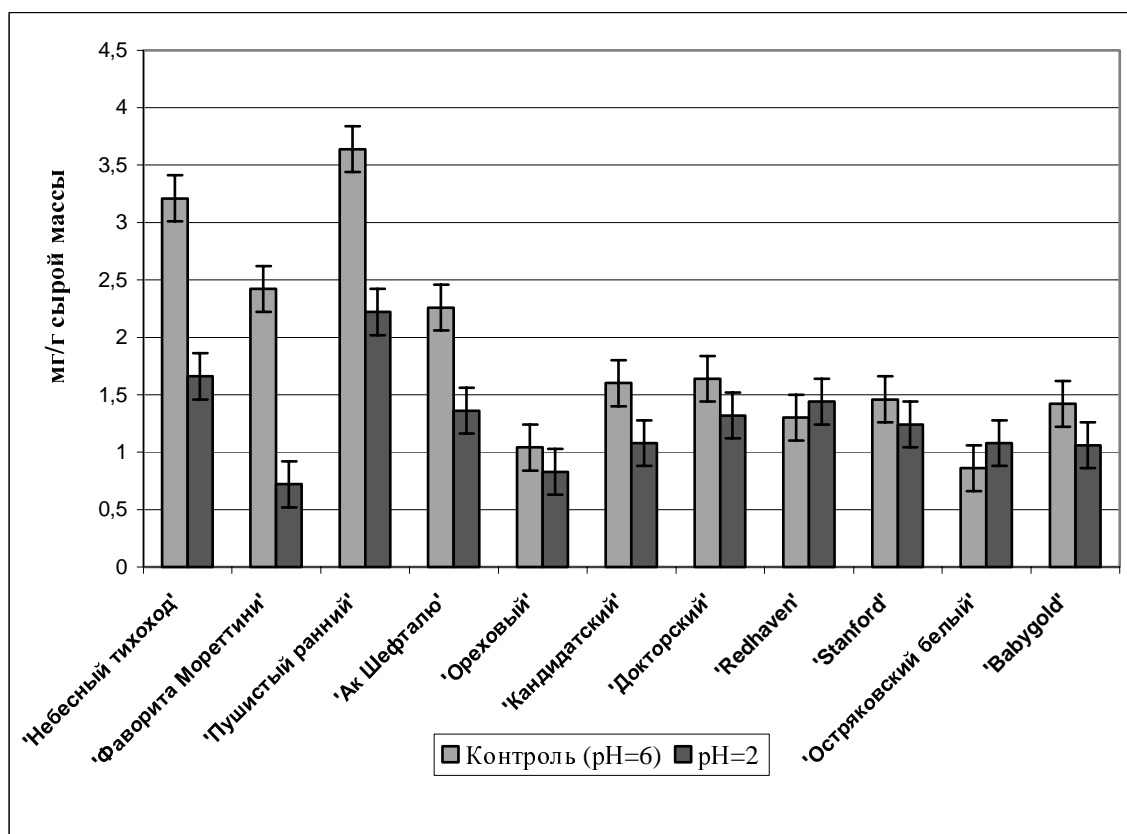


Рис. 2. Концентрация восстановленного глутатиона в листьях персика в условиях искусственного кислотного дождя (июль 2001 г.)

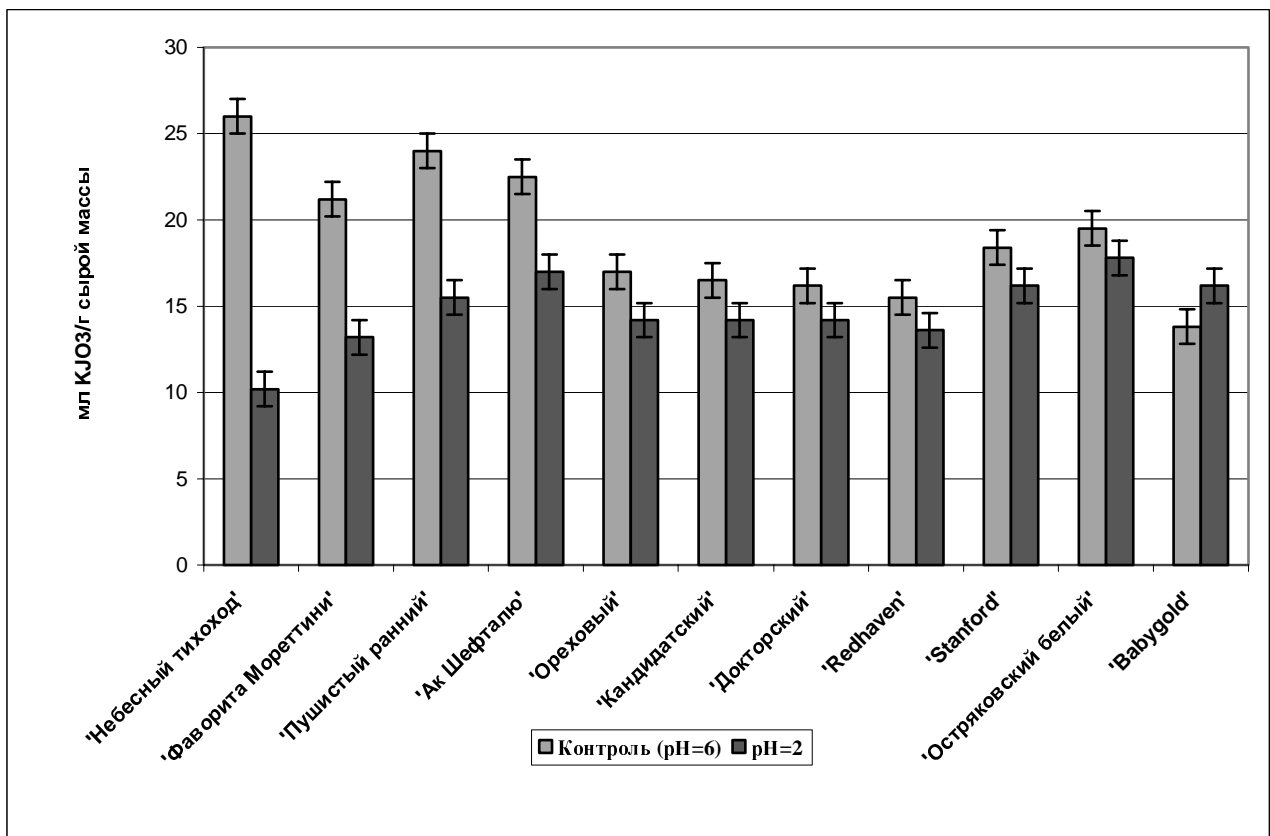


Рис. 3. Общая редуцирующая активность ткани листа персика в условиях кислотного стресса (июль 2001 г.)

Мы рассчитали степень изменения вышеназванных субстратов при стрессе и выразили их через коэффициенты антиоксидантной активности ткани при кислотном стрессе ( $K_{\text{aoa}}$ , табл. 1)

$$K_{\text{aoa}} = \text{ОРА при стрессе} : \text{ОРА в оптимальных условиях} \times 100,$$

$$K_{1\text{aoa}} = \text{АК при стрессе} : \text{АК в оптимальных условиях} \times 100,$$

$$K_{2\text{aoa}} = \text{ВГТ при стрессе} : \text{ВГТ в оптимальных условиях} \times 100.$$

Чем выше эти коэффициенты, тем устойчивее, активнее антиоксидантная система организма при кислотном стрессе. Мы рассчитали такие коэффициенты для всех изученных сортов персика и оказалось, что у большинства сортов  $K_{1\text{aoa}}$  был выше, чем  $K_{2\text{aoa}}$ , т.е. они больше расходовали восстановленного глутатиона на преодоление стресса, возможно и для восстановления аскорбиновой кислоты [8]. У сортов "Ореховый", "Redhaven" и "Остряковский белый"  $K_{2\text{aoa}}$  оказался выше  $K_{1\text{aoa}}$ , что может свидетельствовать о другом пути преодоления стресса, который предстоит изучить.

Из табл. 1 видно, что хотя коэффициенты  $K_{1\text{aoa}}$  и  $K_{2\text{aoa}}$  для некоторых сортов могли значительно отличаться от  $K_{\text{aoa}}$ , но их полусумма в большинстве случаев близка или равна  $K_{\text{aoa}}$ . Использование  $K_{3\text{aoa}}$  позволяет с большей точностью подойти к относительной оценке сортов к кислотному стрессу. Так, сорта "Докторский", "Redhaven" и "Stanford" имели одинаковый  $K_{\text{aoa}} = 88$ , а  $K_{3\text{aoa}}$  у сорта "Redhaven" оказался значительно выше, чем у двух других сортов, у которых они одинаковы. У сорта "Небесный тихоход"  $K_{3\text{aoa}}$  был намного выше, чем  $K_{\text{aoa}}$ , что определяет его место в ряду относительной устойчивости после "Фавориты Мореттини", что более логично, так как он имеет ранне-средний срок созревания. Однако в основном относительный ряд устойчивости остался тем же, поэтому в практике возможно использование любого из этих коэффициентов и в частности  $K_{\text{aoa}}$  как более интегрирующего и простого в определении. Согласно этому коэффициенту приводим ряд относительной устойчивости сортов к кислотному стрессу (табл. 2).

Таблица 1

**Коэффициенты антиоксидантной активности персика**

Сорт	K <sub>аоа</sub>	K <sub>1 аоа</sub>	K <sub>2 аоа</sub>	$K_{3 аоа} =$
				$\frac{K_{1 аоа} + K_{2 аоа}}{2}$
1. "Небесный тихоход"	39	62	52	57
2. "Фаворита Мореттини"	62	62	81	56
3. "Пушистый ранний"	65	68	61	65
4. "Ак Шефталю"	76	83	60	72
5. "Ореховый"	84	77	80	78
6. "Кандидатский"	86	95	68	82
7. "Докторский"	88	95	80	88
8. "Redhaven"	88	79	111	95
9. "Stanford"	88	90	85	88
10. "Остряковский белый"	91	73	126	100
11. "Babygold"	118	155	75	115

Все исследованные сорта персика условно подразделили на 3 группы относительной устойчивости. В группу чувствительных вошли сорта с K<sub>аоа</sub> до 70 единиц, причем все они раннего или ранне-среднего срока созревания. Это подтверждает ранее высказанное положение о том, что сорта и виды растений, которые рано начинают и рано заканчивают вегетацию или рано созревают, являются более чувствительными к стрессу [3, 5].

Сорта "Кандидатский" и "Докторский" имеют одинаковый срок созревания, принадлежат к одной гибридной семье "Лауреат" x "Sunrise", имеют близкие K<sub>аоа</sub> и попали в группу слабоустойчивых с K<sub>аоа</sub> от 70 до 90 единиц.

Таблица 2

**Относительная устойчивость сортов персика к кислотному стрессу**

Сорт	Срок созревания	K <sub>аоа</sub>	Группа устойчивости
1. "Небесный тихоход"	3 декада июля *	39	Чувствительные --<--
2. "Фаворита Мореттини"	1 декада июля	62	
3. "Пушистый ранний"	2 декада июля	65	
4. "Ак Шефталю"	2 декада сентября	76	Слабоустойчивые --<--
5. "Ореховый"	3 декада июля	84	
6. "Кандидатский"	1 декада августа	86	
7. "Докторский"	--<--	88	
8. "Redhaven"	--<--	88	
9. "Stanford"	2 декада августа	88	
10. "Остряковский белый"	--<--	91	Среднеустойчивые --<--
11. "Babygold"	--<--	118	

*Примечание:* \* – сроки созревания сортов приведены для степной зоны Крыма (Степное отделение НБС-ННЦ)

В эту же группу вошли сорта селекции США "Redhaven" и "Stanford", которые, возможно, созданы на базе местных адаптированных к более кислым условиям среды сортов. Сорта "Остряковский белый" и "Babygold" отнесены в группу среднеустойчивых к кислотному стрессу, причем первый из них повышал содержание ВГТ, а второй – АК при стрессе, что, видимо, может быть свидетельством разного механизма адаптации этих сортов к стрессу. Интересно, что последние два сорта и сорт "Redhaven" оказались не только

относительно устойчивыми, но и наиболее продуктивными из изученных сортов. Их урожайность при схеме посадки 6 x 4 м превысила 200 ц/га.

### Выводы

1. Изученные сорта персика имеют различную степень изменения элементов антиоксидантной системы при кислотном стрессе. Одни из них, преимущественно раннего срока созревания, снижали содержание АК, ВГТ и ОРА ткани, другие, наоборот, повышали.

2. На основе степени снижения или увеличения ОРА ткани в постстрессовый период предложены коэффициенты антиокислительной активности ткани и ряд относительной устойчивости сортов персика к кислотному стрессу.

3. Сорта раннего и ранне-среднего срока созревания оказались более чувствительными к воздействию ИКД сульфатного состава. Более устойчивыми признаны сорта селекции США и созданные отечественными селекционерами с их участием среднего и средне-позднего срока созревания.

### Список литературы

1. Безсонова В.П., Козюкіна Ж.Т., Лиженко І.І. Вплив техногенних умов на вміст аскорбінової кислоти та глутатіону в листках різних рослин // Український ботанічний журнал. – 1989. – Т. 46, № 3. – С. 83-85.
2. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу, пер. с англ. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
3. Клименко О.Е., Клименко Н.И. Кислотные осадки и рост персика // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье, 1999. – С. 55-60.
4. Практикум по физиологии растений. – Воронеж, 1990.
5. Тарабрин В.П., Кондратюк Е.Н., Баишатов В.Г. и др. Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей. – К.: Наук. думка, 1986. – 216 с.
6. Alscher R.G. Biosynthesis and antioxidant function of GSH in Plants // *Physiol. Plant.* – 1989. – 77, № 2. – P. 457-464.
7. Halliwell B. Superoxide Dismutase // *The toxic effects of oxygen on plant tissues.* – London: CRC Press. Boca Ration, 1982. – V. 1. – P. 89-123.
8. Metzler D.E. *Biochemistry.* – New York, San Francisco, London: Academic Press, 1977. – V. 2. – 487 p.
9. Rinallo C., Modi G., Ena A., Calanassi R. Effects of simulated rain acidity on the chemical composition of apple fruit // *J. Hort. Sci.* – 1993. – 68, № 2. – P. 275-280.

Клименко О.Е., Клименко Н.І., Лацко Т.А. Зміна елементів антиоксидантної системи персика як тест-фактор кислотного стресу. – Досліджено зміну вмісту аскорбінової кислоти, глутатіону і загальної редукуючої активності у листях 11 сортів персиків в умовах змодельованого кислотного стресу. Дані величини визначали відповідно до методу Петта в модифікації Прокошева. Умови кислотного стресу моделювали шляхом обприскування розчином  $H_2SO_4$  (рН=2) гілок дерев. Було встановлено різну реакцію сортів в даних умовах. Більш ранні сорти були чутливіші до кислотного стресу. Були обчислені відносні коефіцієнти антиоксидантної активності при кислотному стресі, на основі яких було зроблено висновки про чутливість досліджених сортів до кислотного стресу. Ми запропонували використовувати коефіцієнт загальної редукуючої активності як тест-фактор кислотного стресу для різних сортів.

*Ключові слова:* елементи антиоксидантної системи персиків, тест-фактор кислотного стресу.

**Klymenko O.E., Klymenko M.I., Latsko T.A. Changes of peach antioxidant system elements as a test-factor of acid stress.** – The changes in contents of ascorbic acid, glutathione and common recovering activity in peach plants leaves of 11 varieties in condition of simulation acid stress were investigated. These characteristics were analyzed by Pett's method in modification of Procochev. Acid stress was modeled by spraying of  $H_2SO_4$  solution with рН=2 on tree branches. The different reaction of varieties in these conditions was discovered. More early ripening varieties were more sensitive to acid stress. The relative indexes of plant antioxidation system conditions were calculated. The relative evaluation the sensitivity of studied varieties to the acid stress was done by those indexes. We propose to use index of common recovering activity of tissue as a test index for the estimation of different peach varieties to acid stress.

*Key words:* peach antioxidant system elements, test-factor of acid stress.



**О.В. Кудинова, Л.В. Цыбульник**  
**ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ**  
***HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF.**

*Донецкий государственный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского;*  
*83050, г. Донецк, ул. Щорса, 31*

**Кудинова О.В., Цыбульник Л.В. Фитотоксическая активность штаммов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.** – Изучено влияние культуральных фильтратов разного возраста штаммов *H. annosum* на энергию прорастания, всхожесть и длину корешков разноокрашенных семян *P. sylvestris*. Установлено, что в культуральной жидкости штаммов корневой губки содержатся экзометаболиты, ингибирующие прорастание семян сосны обыкновенной, негативно влияющие на рост корешков. Негативное влияние культуральных фильтратов, как правило, усиливается с увеличением возраста мицелия. Семена черного цвета подвержены действию токсических веществ больше, чем бежевые семена.

*Ключевые слова:* штамм, культуральный фильтрат, энергия прорастания, всхожесть.

### **Введение**

Несмотря на то, что в настоящее время накопился довольно обширный экспериментальный материал по образованию патогенами токсинов и по некоторым особенностям их действия на растения, фитопатологи до сих пор дискутируют относительно тех основных признаков, которые они вкладывают в данное понятие. Кроме того, установление природы этой большой группы соединений также вызывает разногласия среди ученых.

Химический состав токсинов разнообразен. К ним относятся аммоний, цианистый водород, этилен, органические кислоты, фенольные и гетероциклические соединения, производные аминокислот, пептиды, полисахариды, гликопротеиды, терпеноидные соединения [6, 7, 10, 17] и т.д. У корневой губки обнаружено, по меньшей мере, 12 токсинов, преимущественно бензофуранового происхождения [13, 16, 18], включающие фоманнозин, фоманноксин, фоманноксиновую кислоту, ооспонол и ооспогликол.

Большое количество грибов-паразитов выделяют в среду обитания токсические вещества, которые не обладают строгим избирательным действием, а вызывают нарушения в обмене веществ разных видов растений. Их действие выражается в ингибировании активности различных ферментов, образовании хелатов с ионами металлов протоплазмы. Поэтому одни токсины ингибируют синтез белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, другие – изменяют процессы роста, нарушают метаболизм фенолов, третьи – нарушают водный обмен [12] и т.д. С.Ф. Негруцкий [9] утверждает, что токсины *H. annosum* не обладают специфичностью и действуют на различные растения, в том числе, и семена.

Определение природы экзометаболитов *H. annosum*, принимающих участие в патогенезе сосны, имеет важное теоретическое и практическое значение. Б.А. Рубин и Е.В. Арциховская [10] предполагают, что токсическое действие патогенов обусловлено не одним веществом, а воздействием нескольких токсических компонентов одновременно. Димитри [14] установил, что культуральные фильтраты корневой губки оказывают слабое влияние на сеянцы хвойных пород. Данные Т.Н. Дроздовой и сотр. [5] показывают, что культуральные фильтраты двух штаммов корневой губки ингибировали рост корешков кукурузы на 48,3 и 35,4% соответственно.

Из краткого обзора литературных данных видно, что культуральные фильтраты *H. annosum* содержат метаболиты, обладающие токсическим действием на прорастание семян, и тормозят рост растений. Данные как о токсинах корневой губки в патогенезе *P. sylvestris* и других хвойных, так и об окраске семенной кожуры сосны обыкновенной представлены единичными сведениями [2, 15], хотя такие исследования, несомненно, представляют интерес в связи с выяснением механизмов вирулентности патогена и устойчивости растения-хозяина.

Целью исследований было определение влияния экзометаболитов культуральных фильтратов штаммов *H. annosum* на энергию прорастания, всхожесть и длину корешков проростков *P. sylvestris* с учетом окраски семян последних.

### Материалы и методы исследований

В исследованиях использовались 10 штаммов *H. annosum* из коллекции кафедры физиологии растений Донецкого национального университета, выделенных в чистые культуры из плодовых тел, произраставших на пораженных грибом деревьях сосны.

Штаммы *H. annosum* культивировали на минеральной среде Чапека-Докса [4], где источником углерода служила фильтровальная бумага [8]. Питательную среду разливали в плоскодонные конические колбы Эрленмейера емкостью 250 мл по 50 мл в каждую. Стерилизацию проводили в автоклаве АГ-1 при 0,8-1 атм в течение 40 мин. Инкубирование заинокулированных колб осуществляли в термостатах ТС-80М при температуре +22+24°C, являющейся оптимальной для роста корневой губки [1, 8]. Через 10, 20, 30, 60, 90, 120 суток роста культуральную жидкость фильтровали через фильтр Шотта, соединенный с колбой Бунзена. Фильтрат использовали для исследований на фитотоксичность.

Фитотоксические свойства культуральных фильтратов определяли по методике, предложенной О.А. Берестецким [8]. Брли по 100 черных и бежевых семян сосны обыкновенной, стерилизовали 15% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в течение 30 мин и переносили на увлажненную культуральными жидкостями фильтровальную бумагу, находящуюся в чашках Петри. Через 7, 15 суток [3] определяли число проросших семян и длину корешков.

### Результаты и обсуждение

Материалы табл. 1 показывают, что культуральные фильтраты всех штаммов *H. annosum* ингибируют прорастание черных семян сосны обыкновенной, за исключением 2-месячной культуральной жидкости штамма НА-2-95 и 3-месячной – штамма НА-1-95, где энергия прорастания опытных семян соответствует контрольным.

Таблица 1

**Влияние культуральных фильтратов штаммов *H. annosum* на энергию прорастания (% к контролю) семян *P. sylvestris***

Изолят <i>H. annosum</i>	Культуральный фильтрат изолятов разного возраста, сутки					
	10	20	30	60	90	120
	Проростки из черных семян					
НА-1-95	88,18	78,23	78,23	76,37	<b>100,0</b>	52,15
НА-2-95	82,36	43,42	69,49	<b>100,0</b>	52,91	43,42
НА-3-95	52,91	78,23	73,92	88,18	41,09	47,85
НА-4-95	58,73	69,49	65,19	58,73	58,73	34,81
НА-5-95	58,73	78,23	73,92	70,55	64,79	47,85
КВ-82166	70,55	65,19	60,89	41,09	41,09	56,45
ЦНИЛГ	70,55	73,92	47,85	58,73	82,36	43,42
	Проростки из бежевых семян					
НА-1-95	<b>115,47</b>	<b>100,0</b>	<b>106,38</b>	92,38	69,28	62,48
НА-2-95	84,76	62,48	<b>112,57</b>	61,66	<b>115,47</b>	87,62
НА-3-95	76,91	<b>106,38</b>	<b>118,76</b>	53,81	69,28	87,62
НА-4-95	<b>146,19</b>	75,05	<b>103,38</b>	53,81	92,38	75,05
НА-5-95	69,28	93,81	87,62	69,28	46,19	62,48
КВ-82166	61,66	87,62	93,81	61,61	53,81	37,52
ЦНИЛГ	84,76	<b>106,38</b>	93,81	53,81	92,38	68,86

Следует отметить, что чем больше возраст мицелия штаммов, тем меньше энергия прорастания семян. Так, в 10-суточных фильтрах энергия прорастания составляет 52,91–88,18%, в то время как в 4-месячном фильтрате этот показатель снижается до 34,81–56,45% от контроля.

Бежевые семена явились более устойчивыми к негативному действию метаболитов культуральных фильтратов штаммов корневой губки (см. табл. 1). Культуральная жидкость штамма НА-1-95 10- и 30-суточного возрастов даже несколько повышает энергию прорастания семян, а затем происходит ее достоверное снижение с увеличением возраста культуральных фильтратов. Метаболиты штамма НА-2-95 повышают энергию прорастания в 30-суточном и 3-месячном возрасте (на 12,57 и 15,47% соответственно), штамма НА-3-95 – в 20- и 30-суточном, а штамма НА-4-95 в 10- и 30-суточном возрасте. При поливе бежевых семян 4-месячными фильтрами энергия прорастания снижается уже до 37,52–87,62% от контроля.

Всхожесть семян *P. sylvestris* также понижается под действием метаболитов, находящихся в культуральных фильтрах корневой губки (табл. 2). Так, во всех вариантах всхожесть черных семян оказалась ниже контроля. Исключение составили семена, поливавшиеся 10-суточной и 3-месячной культуральной жидкостью штамма НА-2-95, где всхожесть была выше контроля на 14,29 и 4,71% соответственно. И еще всего лишь в двух вариантах всхожесть опытных семян равнялась всхожести контрольных. Как энергия прорастания, так и всхожесть семян снижается с увеличением возраста культурального фильтра.

Таблица 2

**Влияние культуральных фильтратов штаммов *H. annosum* на всхожесть (% к контролю) семян *P. sylvestris***

Изолят <i>H. annosum</i>	Культуральный фильтрат изолятов разного возраста, сутки					
	10	20	30	60	90	120
	Проростки из черных семян					
НА-1-95	81,00	82,73	82,73	85,71	85,71	44,78
НА-2-95	<b>114,29</b>	72,39	89,66	90,43	<b>104,71</b>	93,07
НА-3-95	76,14	86,14	79,32	<b>100,0</b>	61,86	62,05
НА-4-95	71,43	93,07	75,80	76,14	90,43	72,39
НА-5-95	71,43	82,73	79,32	81,00	81,00	82,73
КВ-82166	95,29	<b>100,0</b>	75,80	92,43	92,43	75,80
ЦНИЛГ	52,49	82,73	79,32	71,43	47,57	93,07
	Проростки из бежевых семян					
НА-1-95	90,43	63,99	88,00	76,14	66,71	63,99
НА-2-95	95,29	75,99	84,03	61,86	76,14	88,00
НА-3-95	61,86	88,00	88,00	47,57	61,86	92,08
НА-4-95	<b>109,57</b>	88,00	92,08	42,86	66,71	63,99
НА-5-95	61,86	75,99	63,99	66,71	42,86	92,08
КВ-82166	71,43	80,07	<b>104,08</b>	61,86	81,00	56,06
ЦНИЛГ	42,86	96,04	80,07	85,71	38,14	<b>100,0</b>

У бежевых семян было зарегистрировано также 2 случая, когда всхожесть опытных семян превышала этот показатель в контрольных семенах (на 4,08–9,57%) (см. табл. 2), и 1 случай – когда она равнялась контролю (4-месячный культуральный фильтрат штамма ЦНИЛГ). Несмотря на то, что на 7 сутки у бежевых семян под влиянием некоторых культуральных фильтратов возрастает энергия прорастания (см. табл. 1), на 15 сутки не наблюдается возрастание всхожести. Таким образом, негативное действие культуральной жидкости штаммов *H. annosum* на бежевые семена больше выражено на 15 сутки.

Обнаружено, что на 7 сутки роста проростков из черных семян в культуральных фильтратах *H. annosum* происходит ингибирование ростовых процессов корешков (рис. 1). Исключение составили проростки, находящиеся в 20-суточном фильтрате изолята НА-3-95 и 30-суточном – изолята НА-1-95. Сильнее всего угнетался рост в 2-месячных культуральных фильтратах, когда длина корешков составляла 27,27–53,03% от контроля.

Для бежевых семян в этот период культуральные жидкости оказались не столь токсичными. Так, 3-месячные фильтраты почти всех изолятов позитивно влияли на рост корешков, увеличивая длину корней на 20–73,33%, а 10-суточный фильтрат изолята НА-4-94 – на 103,33% (рис. 2). 20-, 30- и 120-суточные культуральные фильтраты ингибировали рост корешков, причем наиболее сильно – 4-месячные: длина корешков составляла 28,95–52,63% от контроля. Среди всех изолятов только культуральная жидкость изолята НА-4-95 оказывала ингибирующее действие во всех вариантах опыта. Относительно других изолятов гриба этого нельзя сказать, так как в одних случаях их метаболиты оказывают стимулирующее, а в других – ингибирующее действие.

На 15 сутки роста проростков из черных семян негативное действие культуральных фильтратов проявляется еще сильнее (рис. 3). 10-30-суточные фильтраты уменьшают длину корешков примерно на 30–60%, а 2–4-месячные – еще больше, в среднем на 75%. Культуральные жидкости изолята КВ-82166 оказались наиболее токсичными для роста проростков из черных семян.

Культуральные фильтраты 10-суточных изолятов НА-4-95, ЦНИЛГ и 3-месячных фильтратов изолятов НА-2-95 и ЦНИЛГ оказали стимулирующее действие на рост корешков проростков из бежевых семян на 15 сутки их роста (рис. 4). Во всех остальных случаях наблюдалось ингибирование ростовых процессов, особенно в варианте с 4-месячными фильтратами. Сильно подавляющее действие проявляется у культур НА-5-95 и КВ-82166.

### **Выводы**

Таким образом, культуральные фильтраты штаммов *H. annosum* характеризуются высокой фитотоксической активностью. В процессе метаболизма они выделяют экзометаболиты, угнетающие прорастание семян сосны обыкновенной, негативно влияющие на рост корешков. Негативное влияние культуральной жидкости, как правило, усиливается с увеличением возраста мицелия. Токсическое действие фильтратов проявляется не у всех исследуемых штаммов одновременно. Несколько большую устойчивость к экзометаболитам корневой губки проявили бежевые семена, по сравнению с черными. Это является еще одним доказательством того, что цвет семян сосны обыкновенной необходимо учитывать при создании устойчивых к корневой губке сосновых насаждений.

### **Список литературы**

1. *Бойко М.И.* Влияние температуры и кислотности среды на рост штаммов гриба *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. // Микол. и фитопатол. – 1979. – Т. 13, вып. 2. – С.141-146.
2. *Бойко М.И.* Фізіолого-біохімічні особливості системи *Pinus sylvestris* L. – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref й перспективи практичного використання екзометаболітів деяких дереворуйнівних грибів. Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. – К., 1996. – 51 с.
3. *ГОСТ-14161-86.* Семена хвойных, древесных пород. Посевные качества, технические условия.
4. *Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М.* Краткий справочник по физиологии растений. – К.: Наук. думка, 1973. – 46 с.

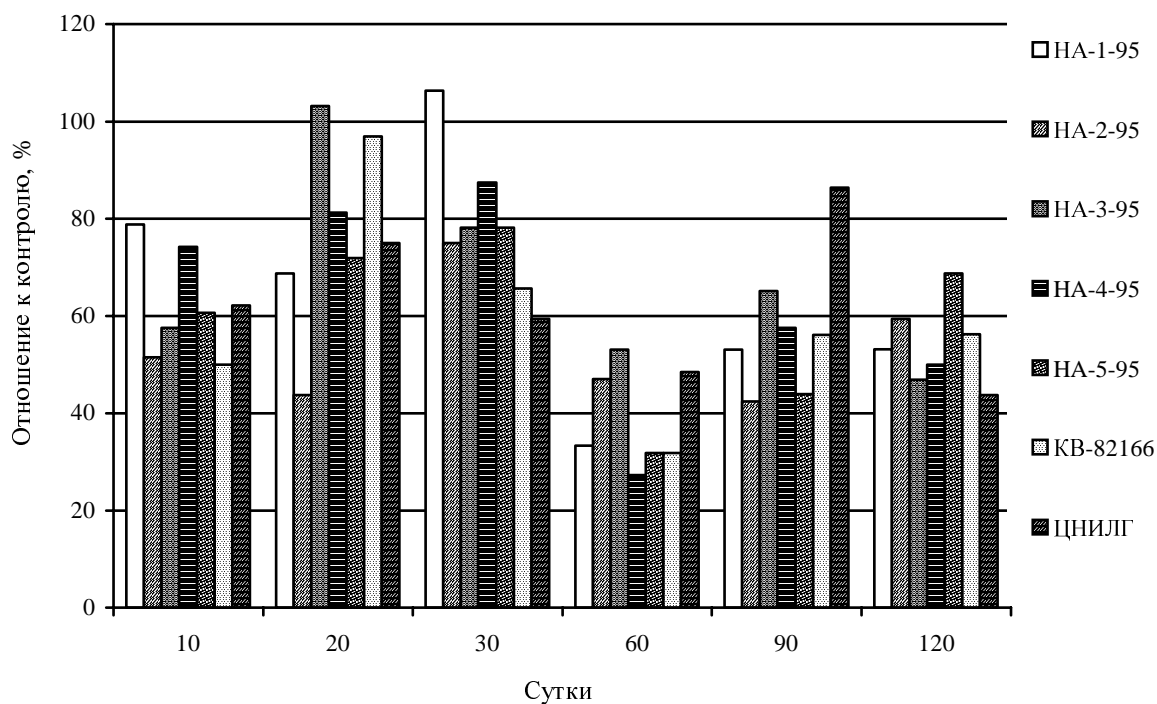


Рис. 1. Влияние культуральных фильтратов (КФ) изолятов *H. annosum* на длину корешков проростков *P. sylvestris* из черных семян (7 сутки)

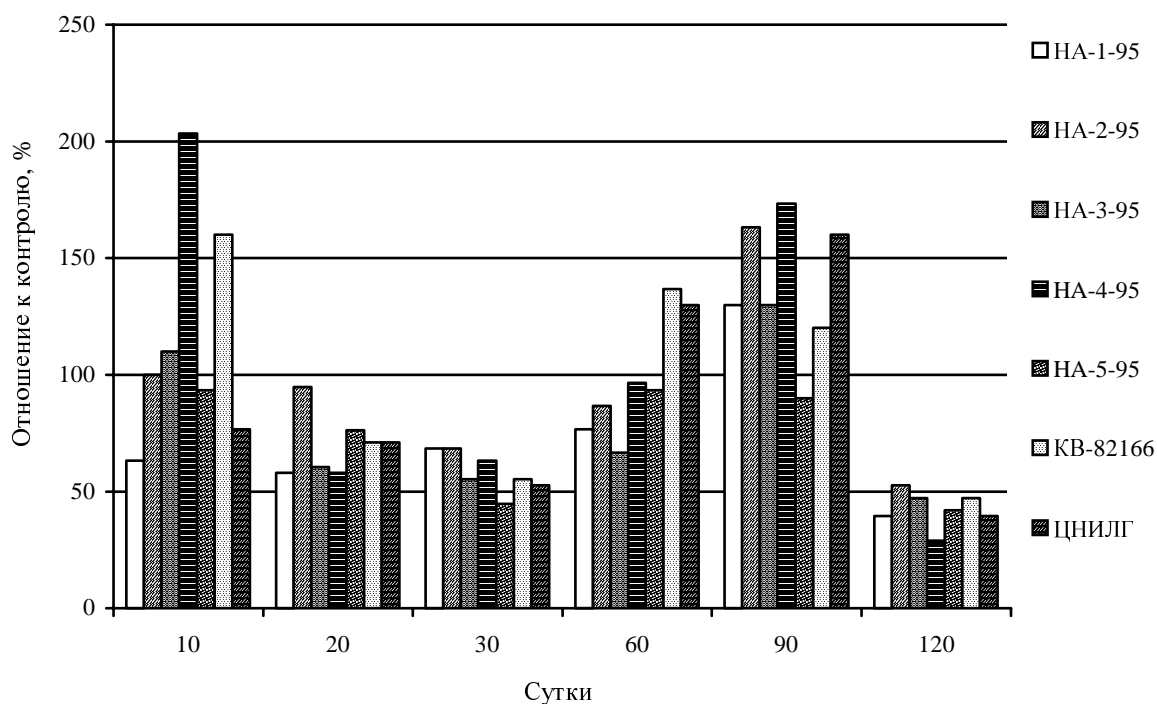


Рис. 2. Влияние культуральных фильтратов (КФ) изолятов *H. annosum* на длину корешков проростков *P. sylvestris* из бежевых семян (7 сутки)

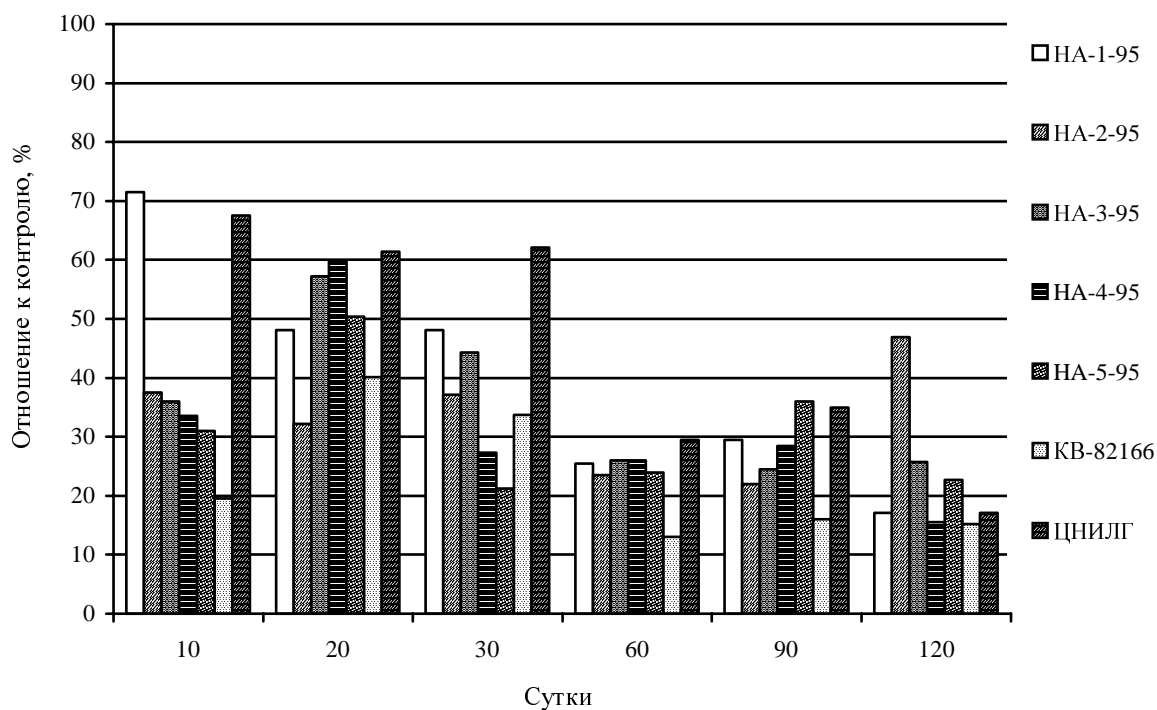


Рис. 3. Влияние культуральных фильтратов (КФ) изолятов *H. annosum* на длину корешков проростков *P. sylvestris* из черных семян (15 сутки)

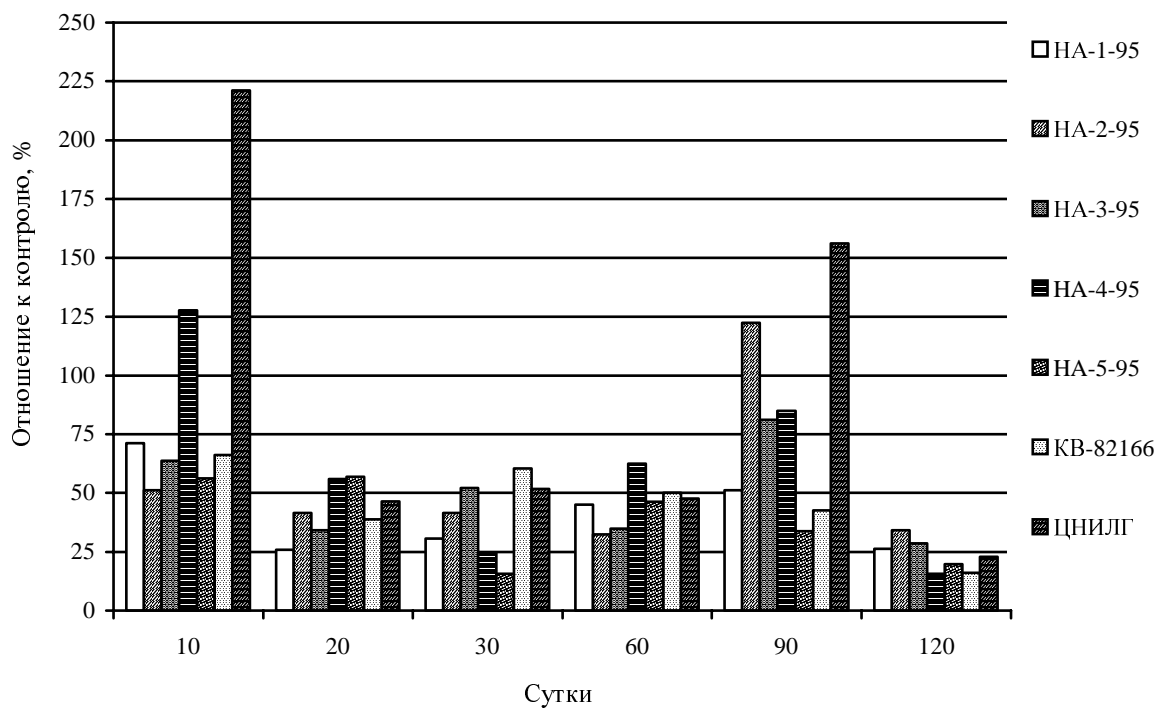


Рис. 4. Влияние культуральных фильтратов (КФ) изолятов *H. annosum* на длину корешков проростков *P. sylvestris* из бежевых семян (15 сутки)

5. Дроздова Т.Н., Низковская О.П., Боровков А.В., Белова Н.В. Фитотоксическая активность высших базидиальных грибов. 1. Порядок *Arhylophorales* // Микол. и фитопатол. – 1982. – Т.16, вып.3. – С. 225-230.
6. Загордонец Л.А. Физиолого-биохимические аспекты патогенеза фитопатогенных грибов // *Fysiol. a ekol. fytopatogen. pub. Mezinar. symp. Praha 2-4 cerv.*, 1981. – Praha, 1981. – С.18-21.
7. Купревич В.Ф. Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 300 с.
8. Методы экспериментальной микологии. Справочник / Отв. ред. В.И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 551 с.
9. Негруцкий С.Ф. Корневая губка. – М.: Агропромиздат, 1986. – 196 с.
10. Рубин Б.А., Арциховская Е.В., Аксенова В.А. Биохимия и физиология иммунитета растений. – М.: Высш. шк., 1975. – 318 с.
11. Рубин Б.А., Арциховская Е.В. Биохимия и физиология иммунитета растений. – М.: Высш. шк., 1968. – 412 с.
12. Серова З.Я., Подчуфарова Г.М., Гесь Д.К. Окислительно-восстановительные процессы инфицированного растения. – Минск: Наука и техника, 1982. – 232 с.
13. Bassett C., Sherwood R.T., Kepler J.A., Hamilton P.B. Production and biological activity of fomannosin, a toxic sesquiterpene metabolite of *Fomes annosus*. *Phytopathology* 57, 1967. – P.1046-1052.
14. Dimitri L. Ein Beitrag Zur Infection der Fichtenwurzel durch den Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 88, 1969. – P.72-80.
15. Grzywacz A.P., Rosochack J. The colour of *Pinus silvestris* L. seeds and their sunsusceptibility to damping - off. I. The colour and quality of seeds and fatty acids content of the seeds coat // *Eur. J. Forest Pathol.* – 1980. – Vol. 10, № 2-3. – P.138-144.
16. Heslin M.X., Stuart M.R., Nurchu P.O., Donnelly D.M. Fomannoxin, a phytotoxic metabolite of *Fomes annosus* in vitro production, host toxicity and isolation from naturalli infected sitka heatwood. – *European Journal Forest Pathology* 13, 1983. – P. 651-652.
17. Rudolph K. Non-specific toxins. – In: *Physiological Plant Pathology*. Berlin – Heidelberg – New York: Springer-Verleg, 1976. – P.270-315.
18. Sonnenbichler J., Dietrich J., Peipp H. Toxines of *Heterobasidion annosum*, *Gloeophyllum abitinum* and *Armillaria ostoyae* – induction of their synthesis. In: Johansson M., Stenlid J. *Proceedings of the Eingth IUFRO Conference of Root and Butt Rots. Sweden / Finland, August 1993. Swedich Univerisity of Agricultural Sciences, Uppsula, Sweden.* – P. 152-166.

**Кудінова О.В., Цибульник Л.В. Фітотоксична активність штамів *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.**

– Вивчено вплив культуральних фільтратів різного віку штамів *H. annosum* на енергію проростання, схожість та довжину корінців насіння різного кольору *P. sylvestris*. Встановлено, що в культуральній рідині штамів кореневої губки містяться екзометаболіти, які інгібують проростання насіння сосни звичайної, негативно впливають на ріст корінців. Енергія проростання і схожість насіння чорного кольору під впливом екзометаболітів культуральної рідини штамів *H. annosum* в більшій мірі інгібується, ніж у бежевого.

*Ключові слова:* штам, культуральні фільтрати, енергія проростання, схожість.

**Kudinova O.V., Cibulnik L.V. Phytotoxic activity of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. strains.** – Has been studied the influence of cultural filtrates (CF) of different age of *H. annosum* strains on the germination and length root of *P. sylvestris* seeds differ from colour. It was found that in CF of *Heterobasidion annosum* strains contain exometabolites, which is inhibit germination of *P. sylvestris* seeds, negative for the growth root. The negative influence of CF, as a rule, amplifies with increase of their age. Seeds of black colour are subject to action toxins more, than beige seeds.

*Key words:* strain, cultural filtrates, germination.

## МІКРОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ЛІСОПОКРАЩЕНИХ, ЗУМОВЛЕНІ ВПЛИВОМ ШЛАМОСХОВИЩ КРИВБАСУ

<sup>1</sup>Криворізький технічний університет, <sup>2</sup>Криворізький педагогічний університет

Сметана О.М., Маркевич О.І. Мікроморфологічні особливості чорноземів лісопокращених, зумовлені впливом шламосьховищ Кривбасу. – Розглянуті особливості мікроморфології чорноземів лісопокращених, що знаходяться під впливом шламосьховищ Кривбасу. Виявлені елементарні ґрунтові процеси: технолесіваж, лісове гумусонагромадження, соленагромадження, карбонатизація.

*Ключові слова:* мікроморфологія, шламосьховище, елементарні ґрунтові процеси, технолесіваж, лісове гумусонагромадження, соленагромадження, карбонатизація.

### Вступ

Технологічні процеси збагачення залізної руди супроводжуються нагромадженням відходів (шламів) – маси подрібнених гострокутних часток діоксиду кремнію з домішками сполук важких металів та інших неорганічних речовин. Шлами зберігаються у шламосьховищах, що підняті на 30-120 м над оточуючою поверхнею. У цих штучних утвореннях зберігається більше 36 млрд. т дрібнодисперсних високоабразивних шламів [2, 3]. Сухі плеси є джерелом пилу, що викликає захворювання на силікоз та інші патології дихальних шляхів. На сьогодні, за даними І.М. Малахова, площа шламосьховищ Криворіжжя становить 7,6 тис. га [4]. Проте питання генезису ґрунтів прилеглих до шламосьховищ територій є маловивченими. Мікроморфологічні особливості лісових ґрунтів степової зони України вивчалися Н.А. Біловою [1], у монографії розглянута специфіка мікроструктури ґрунтів різного генезису. Проте поза увагою лишилися деякі аспекти трансформації чорноземів лісопокращених при техногенному навантаженні. Метою нашої роботи було виявлення змін у мікроструктурі даних ґрунтів під впливом шламосьховищ Кривбасу.

### Умови та методи досліджень

Закладено 2 пробні ділянки в лісових біогеоценозах з урахуванням відстані від шламосьховища, геоморфологічної будови, типу зволоження [10], ґрунтового покриву [9], складу ґрунотворних порід, геоботанічної характеристики [6, 8], характером речовинних потоків у біогеоценозі (БГЦ) за [5]. Виготовлення шліфів та мікроморфометрія проведені загальноприйнятими методами [7].

**Ділянка 17.** Калинівський ліс другого бонітету (штучний ліс з невеликою часткою природного байрачного лісу). Ділянка знаходиться на схилі балки Петрикова та має кут нахилу 20°. Деревний ярус складений *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus carpinifolia* Rurr. ex G. Suckow. Проективне покриття їх становить 85-90%. Трав'янистий покрив представлений *Ficaria verna* Huds., *Scilla sibirica* Haw., *Corydalis solida* (L.) Clairv. Деревні насадження зазнають незначного забруднення силікатним пилом. Рівень антропогенної трансформації БГЦ 5 балів, а екологічний стан – 4 бали. Екосистеми транзитного типу.

**Розріз № 17.** Розташований у штучному дубово-ясеневому лісі на схилі ділянці, ґрунтові води близько 4 м. Тип лісорослинних умов – суглинок свіжий (СГ 2). Тип світлової структури напівтіньовий. Тип деревостану – 5Дз., 4Яз., 1Вз., вік 50 років, зімкнутість – 0,9, третього ступеня розвитку.

*Макроморфологічний опис розрізу*

*H<sub>0</sub>* – 0-6,5 см. Підстилка з двох шарів. Верхній більш потужний (4 см), складається із малозміненого листя, нижній – рихлий мульовий шар. Біомаса підстилки сягає 3851,43±13,24 г/м<sup>2</sup>

*H* – 0-25 см. Чорний, рихлий, грудкувато-зернистий суглинок, свіжий, густо пронизаний корінням.

*HP* – 26-70 см. Темно-сірий з легким буруватим відтінком, щільніший, ніж попередній,



зернисто-грудкуватий суглинок, свіжий. Кількість коріння зменшується. Перехід поступовий.

$hP_k$  – 71-83 см. Світло-сірий з тьмяними жовтими плямами, слабоущільнений суглинок, свіжий, майже безструктурний, насиченість корінням слабка.

$P_k$  – 84 см і глибше. Грязно-жовтий безструктурний ущільнений суглинок. Насиченість корінням слабка, скипає від НСІ.

**Мікроморфологія розрізу № 17 (Чорнозем звичайний середньогумусний лісопокращений в "чистому" лісі).**

$H$  – 0-25 см. (шліф 0-8 см). Забарвлення: від світло-бурого та темно-бурого до чорного в окремих ділянках, зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати прості та складні (I та II порядків), добре відділені один від одного (рис. 2 а). Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 35-40% від площі шліфа. Пори округлої продовгуватої форми, пори-тріщини. Зустрічаються екскременти ґрунтової мезофауни (рис.1 а)

Мінеральний скелет: дуже крупні зерна кварцу (5-6 мкм), епідотцоїзиту, в деяких ділянках відмічено мікрозернистий кальцит (рис.1 б).

Органіка: свіжі та напіврозкладені рослинні залишки. В околорічковому просторі – екскременти ґрунтової мезофауни – енхітреїд, колембол, тестаїд. Гумус типу муль, по всій ґрунтовій масі розсіяні темно-бурі, майже чорні, гумони.

Плазма: гумусно-глиниста, оптично анізотропна.

$H - HP$  25 -70 см. (шліф 20-28). Забарвлення: від світло-бурого до бурого, зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати розрізняються важко – майже суцільна ґрунтова маса (рис. 1 в). Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 30-40% від площі шліфа. Пори округлої продовгуватої форми, пори-тріщини, каналовидні пори, замкнені та відкриті. В деяких порах спостерігається лесіваж (рис. 1 г).

Мінеральний скелет: дрібно- та мікрозернистий кварц, польові шпати, зустрічаються поодинокі крупні зерна, епідотцоїзит, поодинокі зерна молодого гранату (рис. 1 д).

Органіка: напіврозкладені та розкладені рослинні залишки, біопори з рештками кореневих систем рослин, напіврозкладеними рештками тканин. В округлих порах та корневих ходах спостерігаються екскременти ґрунтової мезофауни. Гумус типу муль, у ґрунтовій масі – скупчення темно-бурих гумонів.

Плазма: гумусно-глиниста, оптично анізотропна.

$HP$  – 26-70 см (шліф 40-48). Забарвлення: від світло-бурого до темно-бурого, місцями чорне. Забарвлення зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати невідокремлені один від одного – суцільна ґрунтова маса. Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 30-40% від площі шліфа. Пори каналовидні, продовгуватої та овальної форми. По продовгуватих порах спостерігається лесіваж.

Мінеральний скелет: дрібнозернистий кварц, цоїзит, епідот, рогова обманка, польові шпати, гранат.

Органіка: свіжі рослинні залишки з добре збереженою клітинною будовою. Гумус типу муль, скупчення темно-бурих гумонів.

Новоутворення: кристали солей та біогенний голчастий кальцит.

Плазма: гумусно-глиниста та гумусно-піщана, подекуди оптично ізотропна, глини – монтморилонітові.

$P_k$  – 84 см і глибше (шліф 80-88 см).

Забарвлення: від світло-бурого до темно-бурого. Забарвлення зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати невідокремлені один від одного – суцільна ґрунтова маса. Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 25-30% від площі шліфа. Пори округлої та овальної форми з

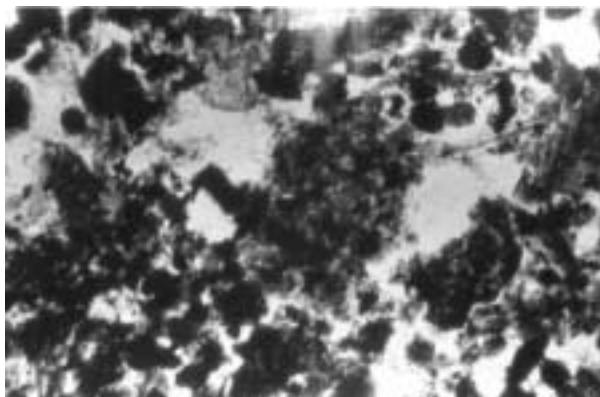
рослинними залишками, екскрементами дощових червів, що свідчить про їх біогенне походження (рис. 1 е).

Мінеральний скелет: зерна кварцу та епідоту, дрібні відмічені рогова обманка та аргеліт.

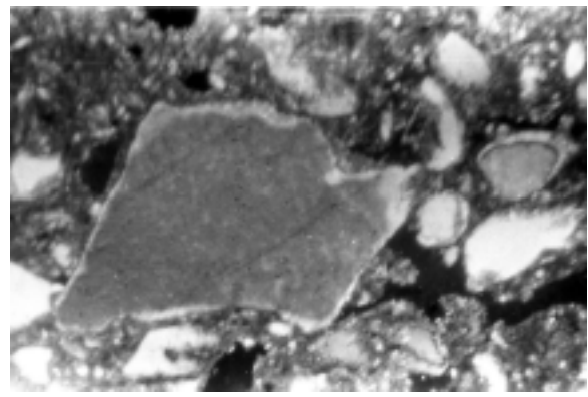
Органіка: Гумус по всій ґрунтовій масі представлено темними скупченнями та окремими ділянками скупчень свіжого гумусу.

Плазма: гумусно-глиниста та гумусно-піщана, подекуди оптично ізотропна.

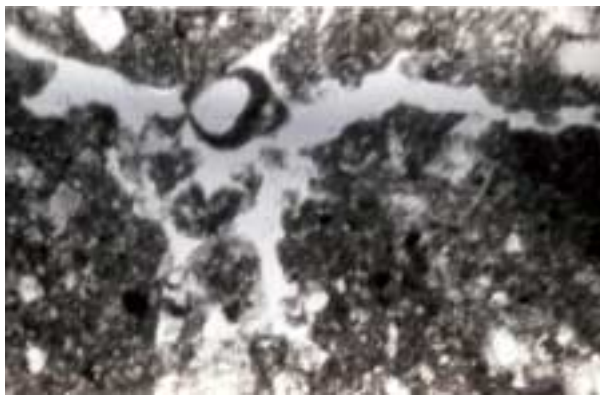
В ЕІП переважає лісове гумусонагромадження (нагромадження гумусу типу муль, гуміфікація у підстилці), лесіваж, гуміфікація, мінералізація виражена в незначному ступені.



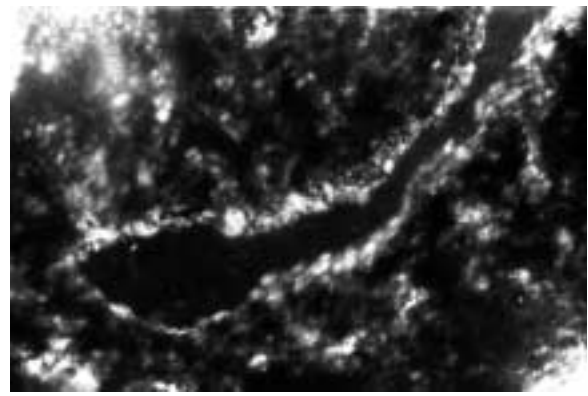
а



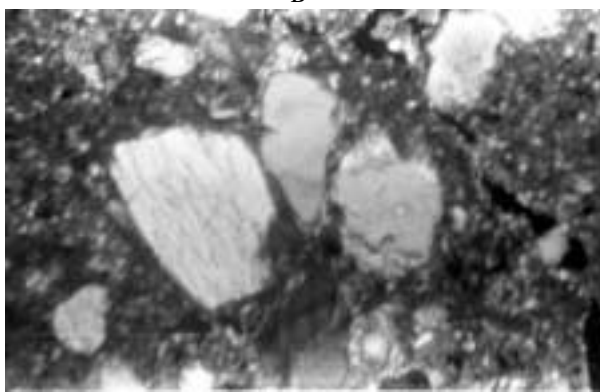
б



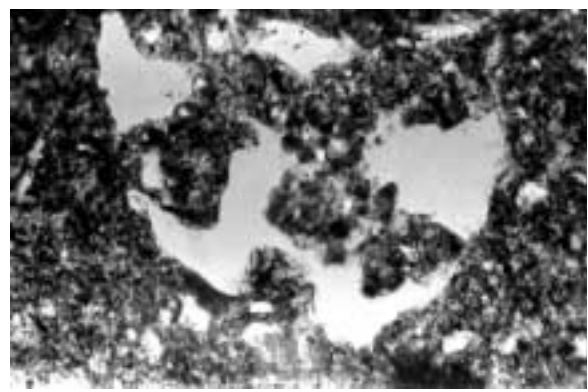
в



г



д



е

Рис. 1. Мікроморфологічна характеристика розрізу № 17 („чистий” ліс): а – Н (0-8 см): відділені один від одного агрегати I та II порядків, нік.ІІ,  $\times 60$ ; б – Н(0-8 см): дуже крупні зерна кальциту (5-6 мк), епідотцоізіт, нік. +,  $\times 60$ ; в – Н – НР (20-28 см): ґрунтові агрегати розрізняються важко, нік.ІІ,  $\times 60$ ; г – Н – НР (20-28 см): у замкнених порах спостерігається лесіваж, нік. +,  $\times 120$ ; д – Н – НР (20-28 см): дрібно- та мікрозернистий кварц, польвовий шпат, епідотцоізіт, поодинокі крупні зерна гранату, кальциту, нік. +,  $\times 60$ ; е – Р<sub>к</sub> (80-88 см): біогенні пори з рослинними залишками, екскрементами дощових червів, нік. +,  $\times 60$

**Ділянка 16.** Калинівський ліс п'ятого бонітету (штучний ліс). Ділянка знаходиться на прибалці балки Петрикова та має кут нахилу  $3^0$ . Деревний ярус складений *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus carpinifolia*. Їх зімкненість становить 0,8-0,9. Трав'янистий покрив представлений – *Scilla sibirica*, *Ficaria verna*, *Corydalis solida*. Деревні насадження в пригніченому стані через забруднення ділянки силікатним пилом та, вірогідно, зміну ґрунтових умов. Рівень антропогенної трансформації БГЦ 5, а екологічний стан – 6 балів. Екосистеми транзитно-автономного типу.

**Розріз № 16.** Розташований у штучному дубово-ясеневому лісі на прибалковій ділянці, ґрунтові води близько 8 м. Тип лісорослинних умов – суглинок свіжуватий (СГ 2). Тип світлової структури напівтіньовий. Тип деревостану – 4Дз., 5Яз., 1Вз., вік 50 років, зімкнутість – 0,9, третього ступеня розвитку.

*Макроморфологічний опис розрізу*

$H_0$  – 0-3 см. Підстилка з двох шарів. Верхній більш потужний (2 см), складається із малозміненого листя, нижній – рихлий мульовий шар, пронизаний гіфами грибів. Біомаса підстилки сягає  $2150,41 \pm 16,22$  г/м<sup>2</sup>

$H$  – 0-25 см. Чорний, рихлий, грудкувато-зернистий суглинок, свіжий, густо пронизаний корінням та гіфами грибів.

$HP$  – 26-70 см. Темно-сірий з легким буруватим відтінком, щільніший, ніж попередній, грудкуватий суглинок, свіжий. Кількість коріння зменшується. Перехід поступовий.

$hP_k$  – 71-83 см. Світло-сірий з тьмяними жовтими плямами, ущільнений суглинок, свіжий, грудкувато-призматичний насиченість корінням слабка. Скипає від 10% НСІ з глибини 80 см.

$P_k$  – 84 см і глибше. Брудно-палево-жовтий крупнопризматичний щільний суглинок з карбонатним міцелієм. Насиченість корінням слабка.

**Мікроморфологія розрізу № 16 (Чорнозем звичайний середньогумусний лісопокращений, в якому спостерігаються солончакові процеси у забрудненому лісі).**

$H$  – 0-25 см. (шліф 10-18 см). Забарвлення: від світло-бурого до бурого, зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати прості та складні (I та II порядків), добре відділені один від одного. Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 30-40% площі шліфа. Пори округлої продовгуватої форми, пори-тріщини. В округлих порах зустрічаються екскременти ґрунтової мезофауни. По продовгуватих порах спостерігається рух шламових мас. Увесь поровий простір заповнений шламовим пилом (рис. 2 а).

Мінеральний скелет: дрібно- та мікрозернистий кварц, зустрічаються поодинокі крупні зерна; епідотцоїт, поодинокі зерна гранату (див. рис. 2 б).

Органіка: напіврозкладені та розкладені рослинні залишки, біопори з рештками кореневих систем рослин, напіврозкладеними рештками тканин. В округлих порах та кореневих ходах відмічені екскременти ґрунтової мезофауни (див. рис. 2 в). Гумус типу муль, у ґрунтовій масі – скупчення темно-бурих гумонів.

Плазма: гумусно-глиниста, оптично анізотропна.

$HP$  – 26-70 см. (шліф 20-28 см). Забарвлення: від світло-бурого до темно-бурого, місцями чорне, зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати невідокремлені один від одного – суцільна ґрунтова маса (рис. 2 г). Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають 25-35% від площі шліфа. Пори каналовидні, продовгуватої та овальної форми. По продовгуватих порах спостерігається рух шламових мас. Поровий простір заповнений шламовим пилом (див. рис. 2 д).

Мінеральний скелет: дрібнозернистий кварц, епідотцоїтові зерна, рогова обманка, польові шпати, гранат.

Органіка: свіжі рослинні залишки з добре збереженою клітинною будовою. Гумус типу муль, у ґрунтовій масі – скупчення темно-бурих гумонів.

Новоутворення: кристали солей та біогенний голчастий кальцит (див. рис. 2 е).

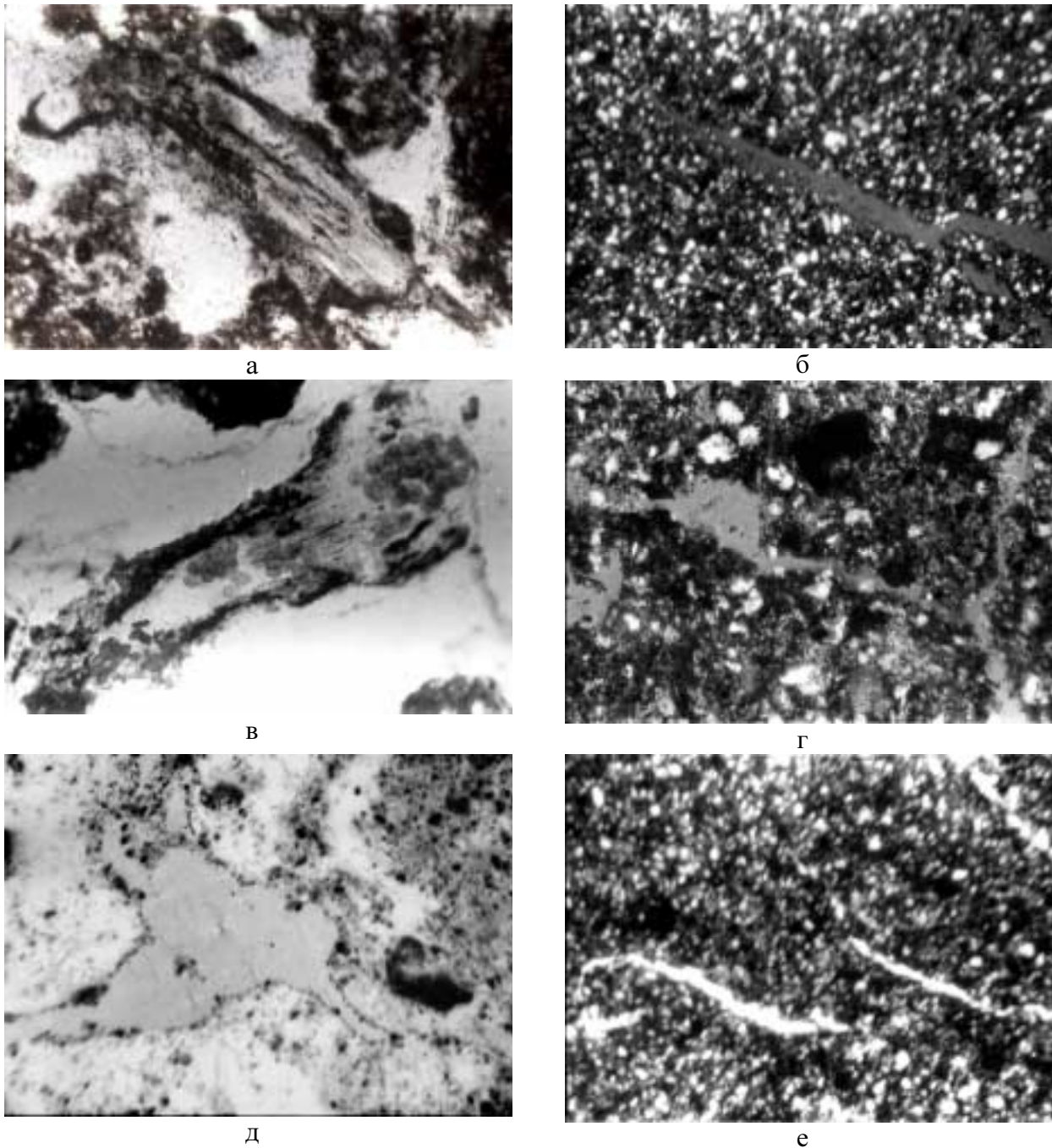


Рис. 2. Мікроморфологічна характеристика розрізу № 16 (забруднений ліс): а – Н (10-18 см): поровий простір заповнений шламовим пилом, біопори з напіврозкладеними рештками тканин, нік. II,  $\times 120$ ; б – Н (10-18 см): дрібно- та мікрозернистий кальцит, зустрічаються поодинокі крупні зерна, епідотцоїт, поодинокі зерна гранату, нік. +,  $\times 60$ ; в – Н (10-18 см): екскременти ґрунтової мезофауни в кореневих ходах, нік. II,  $\times 120$ ; г – НР (20-28 см): ґрунтові агрегати невідокремлені один від одного, нік. +,  $\times 120$ ; д – НР (20-28 см): поровий простір заповнений шламовим пилом, нік. II,  $\times 120$ ; е – НР (20-28 см): кристали солей та біогенний голчастий кальцит, нік. +,  $\times 120$

Плазма: гумусно-глиниста, подекуди оптично ізотропна, складена переважно глинистими мінералами монтморілонітової групи.

$P_{1k}$  – 84 см і глибше (шліф 80-88 см).

Забарвлення: від світло-бурого до темно-бурого, зумовлене гумусом.

Мікроструктура: ґрунтові агрегати невідокремлені один від одного – суцільна ґрунтова маса. Елементарна мікробудова – плазмово-піщана.

Пори та пустоти займають близько 25 % від площі шліфа. Пори округлої та овальної форми з рослинними залишками, що свідчить про їх біогенне походження. По продовгуватих порах спостерігається рух шламових мас. Поровий простір частково заповнений шламовим пилом.

Мінеральний скелет: зерна кварца та епідота, дрібні зерна аргеліта, рогова обманка, дрібноуламковий кальцит.

Органіка: свіжі рослинні залишки з добре збереженою клітинною будовою. Гумус у ґрунтовій масі представлено темними скупченнями гумонів та окремими ділянками скупчень свіжого більш світлого гумусу.

Новоутворення: відсутні.

Плазма: гумусно-глиниста, подекуди оптично ізотропна.

В ЕПП переважає лісове гумусонагромадження (нагромадження гумусу типу муль, гуміфікація органічного опаду у підстилці), нагромадження та міграція пилових і мулистих шламових мас по профілю – технолесіваж, у горизонті НР – соленагромадження та біогенна карбонатизація. Для ґрунтів характерне зміщення балансу в бік гуміфікації.

### Висновки

1. Техногенний вплив шламосховища на чорноземи лісопокрашені простежується у появі нових елементарних ґрунтових процесів: технолесіважі – нагромадженні мулистих шламових часток у ґрунтовому профілі та їх міграції по генетичним горизонтам; соленагромадженні та утворенні біогенного кальциту в горизонті НР.

2. Соленагромадження зумовлене впливом інфільтраційних мінералізованих вод шламосховища, а технолесіваж – еоловим нанесенням шламових пиловатих та мулистих мас.

### Список літератури

1. Белова Н.А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины. – Днепропетровск: ДГУ, 1997. – 264 с.
2. Добровольский И.А., Ефанов А.Т. Шламовые поля горно-обогатительных комбинатов Криворожского бассейна и некоторые вопросы их рекультивации // Вопросы степного лесоведения и охраны природы (Комплексная экспедиция ДГУ – лесному хозяйству). – Днепропетровск: ДГУ, 1977. – С. 14-16.
3. Зберовский А.В., Охримчук Л.А., Харитонов Н.Н., Торхова Н.А. Аэрогенное загрязнение почвы в зоне деятельности ГОКов // Экологические аспекты загрязнения окружающей среды: Труды международной научно-практической конференции. – М., 1997. – Ч. 2. – С. 16-17.
4. Малахов И.Н. Качество жизни: опыт экологического прочтения // Кривой Рог: Вежа, 1999. – 175 с.
5. Основы лесной биоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
6. Остапко В.М. Продромус естественной растительности юго-востока Украины. – Донецк, 1995. – 142 с.
7. Парфенова Е.И., Ярилова Е.А. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении. – М.: Наука, 1977. – 196 с.
8. Полевая геоботаника. – М.: Наука, 1972.– Т. 4. – 335 с.
9. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 10-25.
10. Травлеев Л.П. К вопросу количественной оценки гигротопов с помощью локальных коэффициентов увлажнения // Вопросы биологической диагностики лесных биоценозов Присамарья. – Днепропетровск: ДГУ, 1980. – С. 65-74.



**Сметана А.М., Маркевич О.И. Микроморфологические особенности черноземов лесоулучшенных, находящихся под воздействием шламохранилищ Кривбасса.** – Рассмотрены особенности микроморфологии черноземов лесоулучшенных, находящихся под воздействием шламохранилищ Кривбасса. Выявлены элементарные почвенные процессы: технолесиваж, лесное гумусонакопление, соленакопление, карбонатизация.

*Ключевые слова:* микроморфология, шламохранилище, элементарные почвенные процессы, технолесиваж, лесное гумусонакопление, соленакопление, карбонатизация.

**Smetana O.M., Markevych O.I. Micromorphological features of the forest-improved chernozem soils, conditioned by influencing of the Kryvbass silt-stores.** – The micromorphological features of the forest-improved chernozem soils being under act of the Kryvbass silt-stores are considered. Elementary soil processes are exposed: technolesyvash, forest humus accumulation, accumulation of salts carbonization.

*Key words:* micromorphological features, silt-stores, elementary soil processes, technolesyvash, forest humus accumulation, accumulation of salts carbonization.

**О.В. Федотов**

**АКТИВНІСТЬ ПЕРОКСИДАЗ ЇСТІВНИХ ЛІКАРСЬКИХ БАЗИДІОМІЦЕТІВ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ КУЛЬТИВУВАННЯ ТА МІСЦЕЗРОСТАННЯ**

*Донецький національний університет; 83055, м. Донецьк, вул. Університетська, 24,  
e-mail: fedotov@dongu.donetsk.ua*

**Федотов О.В.** Активність пероксидаз їстівних лікарських базидіомицетів у залежності від температури культивування та місцезростання. – Пероксидазна активність плодових тіл базидіомицетів *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. і *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. з різних за екологічними умовами місць зростання та міцеліальних культур цих грибів при культивуванні (за різних температур) відображає стан базидіомицетів та екологічної ситуації місця їх зростання.

*Ключові слова:* *Flammulina velutipes, Lentinus edodes, Pleurotus ostreatus*, пероксидазна активність.

### **Вступ**

Місцезростанням переважної більшості базидіомицетів є деревина та різноманітні рослинні відходи, що визначають провідну роль ксилотрофів у деструкції лігноцелюлозних субстратів та функціональне значення грибів у біогеоценозах [5, 17]. Необхідність перетравлення складних субстратів потребує наявності у цій екологічній групі грибів досить розвинених і лабільних біосинтетичних процесів та ферментативного комплексу. Спостерігається підвищена увага до пошуку продуцентів та вивченню біологічно активних речовин вищих базидіомицетів, а також створенню на основі грибів і продуктів їх метаболізму харчових і кормових добавок та лікарських препаратів. Досліджуються базидіомицети, переважно родів *Flammulina*, *Ganoderma*, *Grifola*, *Laetiporus*, *Lentinula* (*Lentinus*), *Panus*, *Pleurotus* та *Trametes* [1, 2, 13, 19]. Більшість базидіомицетів названих таксонів є добре відомими їстівними грибами, які в останній час віднесені також і до медичних, лікарських. Джерелом фармакологічних речовин, у тому числі і ферментів, можуть бути не лише плодові тіла – дикоростучі, або вирощені на щільних субстратах, але й міцеліальна біомаса, яку отримують сучасними біотехнологічними методами культивування [1, 3]. Необхідно також зауважити, що переважаюча кількість видів макромицетів на території Донбасу є малодослідженими. Для збереження і створення штамового різноманіття грибів необхідна їх інтродукція, що дасть змогу здійснити скринінг і виявити перспективні штами, які б мали високі виробничі властивості.

Умови життєдіяльності спричиняють адекватне розширення пластичності функцій та властивостей усіх головних метаболічних систем макромицетів. Адаптаційні перебудови в першу чергу стосуються ферментативних систем, вони призводять до утворення ферментів, здатних активно функціонувати при дії несприятливих факторів [12, 18]. Одними із таких надзвичайно функціонально лабільних ферментів, що реагують на порушення гомеостазу клітинного метаболізму при дії різноманітних стресорів, є пероксидази (КФ 1.11.1.7). Слід відмітити, що біосинтез та властивості грибних пероксидаз практично не вивчені, а літературні дані стосуються ферментів рослинного, мікробного і тваринного походження. Відомо, що спостерігається вірогідне збільшення пероксидазної активності клітин картоплі при патогенезі *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* (Cms.) [4], озимих зернових під час водного дефіциту [8], озимих злаків за дії температурного стресу [7] тощо. Відзначаються зміни як у наборі молекулярних форм ферменту, так і в їх активності за дії біотичних та абіотичних чинників. Тобто спостерігається перебудова захисних систем організмів під впливом вимог, що їм пред'являються – стресу [14]. Актуальними завданнями мікології, біотехнології та екології є оцінка стресового стану макромицетів на несприятливі умови культивування чи навколишнього середовища, біоіндикація екологічного стану довкілля.

Ксилотроф зимовий опеньок *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. має антибактеріальні, антивірусні, антиоксидантні, антифунгальні, протипухлинні, імуномодулюючі, гіпоглікемічні та тромболітичні властивості. Встановлено, що за вмістом активних речовин

протипухлинної дії дереворуйнівний гриб глива звичайна *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. посідає третє місце після сїїтаке *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. й опенька літнього *Kuehneromyces mutabilis* (Schff. ex Fr.) Sing. et A.H.Sm.; має антивірусну, антифунгальну, радіопротекторну та імуномодулюючу дію, продукує біоантиоксиданти, покращує роботу м'язів. Сїїтаке виявляє загальнозміцнюючу, антивірусну, гіпотензивну, протипухлинну, імуномодулюючу, гіпоглікемічну, гіполіпідемічну, антистресову лікарську дію, підвищує імунітет [1, 3, 19]. Ці гриби штучно культивують, отже, вони представляють інтерес як для грибівництва, так і для фармакологічної і харчової промисловостей.

Досліджено штам F-vv *F. velutipes* – продуцент плодових тіл і міцелію з антиокисними властивостями та пероксидаз [11, 16]. Вивчені динаміка активності пероксидаз та ростових показників цього штаму. Визначено вміст продуктів перекисного окислення ліпідів у міцелії штамів *P. ostreatus*, *P. floridae* та *L. edodes*. Встановлено рівень антиоксидантної активності ряду штамів їстівних грибів у тому числі *F. velutipes*, *L. edodes* і *P. ostreatus* [9, 10, 15, 16]. Не надаються дані про рівень пероксидазної активності плодових тіл та культур залежно від дії факторів довкілля чи умов культивування.

Можливість використання вищезазначених базидіоміцетів для створення профілактичних і лікарських засобів досяжна після вивчення процесів життєдіяльності, особливостей росту і розвитку, характеру і механізмів метаболічної і ферментативної активності. Тому метою роботи покладено завдання визначення рівня активності екзо- та ендогенних пероксидаз біосинтетично активних штамів їстівних лікарських базидіоміцетів залежно від температури культивування та місцезростання.

### Матеріали і методи дослідження

Штами їстівних лікарських базидіоміцетів *F. velutipes*, *L. edodes*, та *P. ostreatus* отримано за методами, які звичайно застосовуються для виділення чистих культур макроміцетів, а саме вилученням "тканинних" ізолятів із свіжезібраних плодових тіл [5, 6]. Для досліджень використовували одновікові зразки. Штам 523 сїїтаке отримано з колекції культур шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Чисті міцеліальні культури штамів підтримували шляхом пересівів через 5-6 місяців на агаризоване знехмілене пивне сусло (4° за Баллінгом), або інші агаризовані живильні середовища.

Визначали пероксидазну активність (ПА) дикоростучих плодових тіл *F. velutipes* і *P. ostreatus* з різних, за екологічними умовами, місць зростання і *L. edodes*, які були отримані в лабораторних умовах та міцеліальних культур цих грибів при штучному культивуванні при різних температурах. Плодові тіла зимового опенька, штами Fv-1, Fv-7, F-vv і F-203, зібрані у екологічно забруднених районах м. Донецька, а також у дендрарії Донецького ботанічного саду НАН України (ДБС). Гриб ріс на деревині мертвих чи ушкоджених листяних дерев, переважно роду *Acer* L.: *A. hyrcanum* Fisch. et Mey. – штам F-3, *A. pseudoplatanus* L. – штами Fv-1, Fv-7, F-1, F-4 і *A. negundo* L. – штами F-8, F-9. Штами F-vv і F-203 виділено з плодових тіл, які росли на пні робінії (*Robinia pseudoacacia* L.) та ушкодженому ясені ланцетному (*Fraxinus lanceolata* Vorkn.) відповідно. Деякі плодові тіла *F. velutipes* – штами F-03 і F-04 були зібрані з трухлявих пнів чи з горілих залишків дерев, встановити систематичне положення яких неможливо. Плодові тіла *L. edodes* вирощені у чашках Петрі на агаризованому 4° за Баллінгом суслі. Плодові тіла гливи звичайної, штами P-01, P-204, P-205, P-206, P-211 і P-212 зібрані вздовж автомобільних трас м. Донецька, а також у дендрарії ДБС. Усі плодові тіла росли на пнях тополь: штами P-01, P-11 і P-12 – тополі канадської (*Populus deltoides* Marsh.), штами P-29, P-204, P-205, P-206, P-211 і P-212 – тополі самаркандської (*Populus bolleana* Lauche).

Для вивчення росту і ПА штами вирощували на глюкозо-пептонному середовищі протягом 20-ти діб. Вихідна кислотність середовища після стерилізації становила  $5,8 \pm 0,1$  рН. Культури вирощували поверхнево в колбах Erlenmeyer місткістю 250 мл з об'ємом середовища 50 мл. Інокуломом слугували 10-15-денні культури грибів з агаризованих



живильних середовищ.

Визначали пероксидазну активність за методом, що базується на визначенні за допомогою фотоелектроколориметра інтенсивності забарвлення продукту окислення о-діанізидину перекисом водню, який утворився при дії пероксидази. Одиниця пероксидази відповідає кількості ферменту, що каталізує перетворення 1 мкмольа  $H_2O_2$  за одну хвилину в оптимальних умовах. Розрахунки проводили за формулою [6]:

$$X = \frac{E \cdot V_1}{E_1 \cdot K \cdot V_2 \cdot t} \cdot p,$$

де,  $X$  – активність ферменту пероксидази;  $E$  – екстинкція;  $V_1$  – об'єм забарвленої проби;  $V_2$  – об'єм гомогенату міцелію (МГ) або культурального фільтрату (КФ);  $E_1$  – коефіцієнт мікромольної екстинкції (0,0128);  $K$  – коефіцієнт для перерахунку з міліметрів у літри (1000);  $t$  – час інкубації (5 хв);  $p$  – коефіцієнт розведення. Експериментальні дані піддавали дисперсійному аналізу, порівняння середніх – за методом Дункана.

### Результати й обговорення

У табл. 1 наведено результати дослідів з ПА міцелію дикорослих плодових тіл гливи звичайної, зимового опенька та сїтаке, вирощених у лабораторії.

Таблиця 1

#### Пероксидазна активність міцелію плодових тіл грибів *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus* та *Lentinus edodes*

Плодові тіла	ПА МГ, · 10 <sup>-2</sup> ум. од.	Плодові тіла	ПА МГ, · 10 <sup>-2</sup> ум. од.
F-03	19,03 ± 2,04	Д-29	9,73 ± 0,66
F-04	22,87 ± 1,19	Р-01	26,47 ± 1,47
F-1	12,27 ± 0,97	Р-11	9,03 ± 0,81
F-203	67,03 ± 4,29	Р-12	11,73 ± 0,83
F-3	27,37 ± 0,61	Р-204	21,07 ± 0,60
F-4	27,13 ± 0,93	Р-205	31,10 ± 1,60
F-8	15,97 ± 0,85	Р-206	19,23 ± 1,16
F-9	11,17 ± 0,45	Р-211	24,87 ± 1,70
Fv-1	50,73 ± 1,72	Р-212	25,77 ± 1,59
Fv-7	53,30 ± 1,83	511	21,28 ± 0,02
F-vv	42,77 ± 2,87	523	18,04 ± 0,02

Отримані дані показали, що ПА плодових тіл зимового опенька, що росли в екологічно забруднених місцях м. Донецька, вірогідно вища такої активності плодових тіл *F. velutipes* з дендрарію ДБС, *P. ostreatus* і *L. edodes*. ПА плодових тіл гливи звичайної різних місцезростань також вірогідно відрізняється, зафіксовано низький рівень активності (чи вмісту) пероксидаз для штамів з дендрарію. Є вірогідною різниця між більш високими показниками ПА зимового опенька і нижчими – гливи звичайної, які росли в м. Донецьку. Різниця між пероксидазною активністю плодових тіл зимового опенька з дендрарію ДБС, гливи звичайної донецького місцезростання і сїтаке не є вірогідною.

Для вивчення впливу температури культивування на ріст та ПА, штами лікарських базидіоміцетів вирощували при 22,5; 25,0; 27,5 та 30,0°C протягом 20 діб. Із закінченням терміну ферментації, фіксували накопичення біомаси, зміну кислотності культуральної рідини та визначали ПА гомогенату міцелію (МГ) і культурального фільтрату (КФ) (табл. 2).

**Вплив температури культивування на ріст, рН живильного середовища та пероксидазну активність штамів *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus* та *Lentinus edodes***

Штам	Температура, °С	Біомаса, г/л	рН	ПА МГ, $\cdot 10^{-2}$ ум. од.	ПА КФ, $\cdot 10^{-2}$ ум. од.
F-03	22,5	1,94 ± 0,24	5,77	8,38 ± 0,71	1,83 ± 0,35
	25,0	4,71 ± 0,11	6,44	13,93 ± 0,68	2,27 ± 0,46
	27,5	3,86 ± 0,40	6,20	19,60 ± 1,85	4,64 ± 0,22
	30,0	2,21 ± 0,14	6,36	29,30 ± 1,16	3,82 ± 0,37
F-203	22,5	2,84 ± 0,32	5,85	20,53 ± 2,74	2,58 ± 0,32
	25,0	4,18 ± 0,26	6,52	47,27 ± 3,72	2,10 ± 0,07
	27,5	3,81 ± 0,29	6,02	73,30 ± 2,19	3,82 ± 0,23
	30,0	2,51 ± 0,14	6,73	76,60 ± 1,19	4,37 ± 0,35
F-4	22,5	2,79 ± 0,08	5,93	14,83 ± 0,44	1,84 ± 0,23
	25,0	5,06 ± 0,17	6,22	14,73 ± 2,59	2,86 ± 0,36
	27,5	4,44 ± 0,63	6,29	27,20 ± 2,40	7,52 ± 0,73
	30,0	3,13 ± 0,39	6,21	26,99 ± 1,10	5,44 ± 0,25
F-vv	22,5	2,82 ± 0,18	5,82	20,70 ± 2,12	3,69 ± 0,62
	25,0	4,18 ± 0,11	6,18	25,87 ± 2,58	4,25 ± 0,31
	27,5	3,43 ± 0,15	6,27	35,99 ± 3,29	7,07 ± 0,64
	30,0	1,92 ± 0,19	6,37	41,00 ± 1,30	7,39 ± 0,41
511	22,5	2,97 ± 0,10	5,80	16,07 ± 0,11	5,60 ± 0,02
	25,0	4,65 ± 0,05	4,85	14,58 ± 0,02	5,74 ± 0,02
	27,5	4,83 ± 0,12	4,96	14,81 ± 0,07	5,80 ± 0,04
	30,0	3,18 ± 0,31	4,95	19,00 ± 0,50	5,81 ± 0,04
523	22,5	1,95 ± 0,08	5,64	8,64 ± 0,11	3,21 ± 0,05
	25,0	3,85 ± 0,05	4,40	14,31 ± 1,24	3,70 ± 0,06
	27,5	4,90 ± 0,12	4,55	18,00 ± 0,22	5,30 ± 0,11
	30,0	4,01 ± 0,27	4,68	19,17 ± 0,05	5,00 ± 0,20
P-01	22,5	3,86 ± 0,26	5,22	18,57 ± 3,00	9,91 ± 0,65
	25,0	4,99 ± 0,42	4,97	27,98 ± 2,42	11,02 ± 0,56
	27,5	5,35 ± 0,43	4,88	32,57 ± 1,13	11,83 ± 0,64
	30,0	4,79 ± 0,44	4,95	45,93 ± 1,93	8,69 ± 0,63
P-11	22,5	2,88 ± 0,56	5,76	3,35 ± 0,68	4,23 ± 0,70
	25,0	5,79 ± 0,47	5,03	8,37 ± 0,89	3,88 ± 0,37
	27,5	6,07 ± 0,23	4,54	8,02 ± 0,66	4,49 ± 0,26
	30,0	4,13 ± 0,47	5,13	11,73 ± 1,08	4,22 ± 0,40
P-12	22,5	3,12 ± 0,22	5,62	3,19 ± 0,26	3,70 ± 0,19
	25,0	6,02 ± 0,49	5,26	10,89 ± 0,98	4,64 ± 0,69
	27,5	5,85 ± 0,14	4,92	10,66 ± 0,64	7,58 ± 0,57
	30,0	4,42 ± 0,13	5,20	17,17 ± 0,83	6,57 ± 0,18
P-204	22,5	2,99 ± 0,39	5,20	19,60 ± 2,37	5,29 ± 0,38
	25,0	5,82 ± 0,24	4,26	22,13 ± 0,71	7,61 ± 0,53
	27,5	5,93 ± 0,38	4,75	30,15 ± 1,64	8,03 ± 0,49
	30,0	4,16 ± 0,23	4,90	42,00 ± 1,60	7,16 ± 1,39

Отже, найбільш придатною, оптимальною температурою для росту виділених штамів зимового опенька є 25°C, а сїтакє і гливи звичайної – 25-27,5°C. За умови підвищення температури культивування до 30°C спостерігається зниження ростових показників та вірогідне підвищення ПА міцелію. Щодо ПА культурального фільтрату, то зафіксовано її достовірне підвищення для всіх штамів при 27,5°C культивування. З підвищенням температури ферментації до 30,0°C відбувається збільшення пероксидазної активності КФ штамів F-203, F-vv та зниження активності пероксидаз інших штамів, яке не є вірогідним. Залежності між зміною показників росту штамів, кислотності середовища та активністю екзо- і ендпероксидаз не виявлено. Величина рН культуральної рідини, ймовірно, відображає як індивідуальні здібності штамів регулювати кислотність середовища, так і залежить від рівня накопичення в середовищі певних метаболітів.

### Висновки

Таким чином, виходячи з отриманих результатів дослідів можна стверджувати, що дикоростучі плодові тіла *F. velutipes* і *P. ostreatus*, які зібрані з різних за екологічними умовами місць зростання мають рівень пероксидазної активності, що вірогідно відрізняється в середині виду. Активність (або вміст) пероксидаз у плодкових тілах на екологічно забруднених територіях, значно вища показників пероксидазної активності міцелію плодкових тіл з дендрарію Донецького ботанічного саду, що характерно і для біосинтетичної активності виділених міцеліальних культур. Підвищена температура культивування в порівнянні з оптимальною для росту штамів грибів *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes* і *Pleurotus ostreatus*, призводять до значного підвищення активності, особливо міцеліальних, пероксидаз.

### Список літератури

1. Бадалян С.М. Основные группы терапевтически значимых метаболитов медицинских грибов // Пробл. мед. микол. – 2001. – Т. 3, № 1. – С. 25-32.
2. Белова Н.В. Перспективы использования биологически активных соединений высших базидиомицетов // Микол. и фитопатол. – 2004. – Т. 38, вып. 2. – С. 1-6.
3. Бухало А.С., Соломко Е.Ф., Митропольська Н.Ю. Базидіальні макроміцети з лікарськими властивостями // Укр. ботан. журн. – 1996. – 53, № 3. – С. 192-201.
4. Граскова И.А., Владимирова С.В., Колесниченко А.В. Изменение активности пероксидазы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. "Біологія". – 2002. – № 9 (1). – С. 37-44.
5. Дудка И.А., Бисько Н.А., Билай В.Г. Культивирование съедобных грибов. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
6. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. Методы экспериментальной микологии: Справочник. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
7. Капустян А.В., Кучеренко В.П., Панюта О.О., Мусієнко М.М. Активність пероксидази та зміна її ізоферментних форм за умов низькотемпературного стресу // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – Т. 36, № 1. – С. 55-63.
8. Кучеренко В.П., Капустян А.В., Шередєко Л.М., Мусієнко М.М. Спосіб прогнозування зимостійкості озимих зернових // Деклараційний патент на винахід № 32911 А. Опубл. 15.02.2001. – Бюл. № 1.
9. Літуєв Д.С., Федотов О.В. Антиокисна активність деяких штамів їстівних грибів // Мат. II Междунар. конф. "Методологические основы познания биологических особенностей грибов-продуцентов физиологически активных веществ и пищевых продуктов". – Донецк: Норд компьютер, 2002. – С. 128-131.
10. Патент 46461 А України. Штам соматичних структур їстівного базидіомицета *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. P-01 – продуцента плодкових тіл і міцелію з антиокисними властивостями / О.В. Федотов, Н.В. Вовк. Заявка № 2001075193, від

20.07.01, кл. 7C12N1/14, A01G1/04, Бюл. № 5, від 15.05.02.

11. Патент 64129 А України. Штам соматичних структур їстівного базидіоміцета *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. F-vv – продуцента плодових тіл і міцелію з антиокисними властивостями / О.В. Федотов, Ю.В. Горяшник. Заявка № 2003020945, від 04.02.2003, кл. 7C12N1/14, A01G1/04, Бюл. № 2, від 16.02.04.
12. Савич И.М. Peroxidazy – стрессовые белки растений // Успехи современной биологии. – 1989. – Т. 107, вып. 3. – С. 406-417.
13. Соломко Э.Ф., Дудка И.А. Перспективы использования высших базидиомицетов в микробиологической промышленности. – М.: ВНИИСЭНТИ, 1985. – 48 с.
14. Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В., Брайон А.П. Словарь – справочник по экологии. – К.: Наук. думка, 1994. – 619 с.
15. Федотов О.В. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у міцелії грибів родів *Pleurotus* (Fr.) Kumm. та *Lentinus* (Berk.) Sing. // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Сер. "Біологічні науки". – Луганськ: ЛНАУ, 2003. – № 22 (34). – С. 79-81.
16. Федотов О.В., Горяшник Ю.В. Динаміка активності пероксидази та ростових показників штаму F-vv *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing. // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Сер. "Біологічні науки". – Луганськ: ЛНАУ, 2003. – № 25 (37). – С. 42-44.
17. Eriksson K. -E., Blanchette R.A., Ander P. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1990. – 279 p.
18. Sgherri C.L.M., Maffei M., Navari-Izzo F. Antioxidative enzymes in wheat subjected to increasing water deficit and rewatering // J. Plant Physiol. – 2000. – 157, N 3. – P. 273-279.
19. Tardif A. La Mycotherapie où Les propriétés Medicinales des Champignons. – Paris, 2000. – 167 p.

**Федотов О.В. Активность пероксидаз съедобных лекарственных базидиомицетов в зависимости от температуры культивирования и места роста.** – Peroксидазная активность плодовых тел базидиомицетов *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. и *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. с различных по экологическим условиям мест роста и мицелиальных культур этих грибов при культивировании при различных температурах отражает состояние базидиомицетов и экологическую ситуацию местности их произрастания.

*Ключевые слова:* *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, пероксидазная активность.

**Fedotov O.V. Activity peroxides edible Basidiomycetes depending on temperature and place of growth.** – The definition of stressful condition Basidiomycetes and ecological condition of place of their growth includes comparative definition peroxides of activity of bodies edible Basidiomycetes *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) Sing., *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. and *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. with various, on ecological conditions of places of growth and mycelium of cultures of these mushrooms at artificial at various temperatures.

*Key words:* *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, peroxides activity.

**З.М. Шелест<sup>1</sup>, О.К. Левицька<sup>1</sup>, П.Б. Тарнопільський<sup>2</sup>**  
**ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ**  
**НА ВІДВАЛАХ РОЗКРИВНИХ ПОРІД СТРИЖІВСЬКОГО ВУГЛЕРОЗРІЗУ**

<sup>1</sup> *Житомирський державний технологічний університет;*

*10005, м. Житомир, вул. Черняхівського, 103, e-mail: gef\_szm@ziet.zhitomir.ua*

<sup>2</sup> *Український науково-дослідний інститут лісівництва та агролісомеліорації;*

*61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 86*

**Шелест З.М., Левицька О.К., Тарнопільський П.Б. Особливості розвитку сосни звичайної на відвалах розкривних порід Стрижівського вуглерозрізу.** – Наведені результати дослідження особливостей розвитку сосни звичайної у чистих культурах та при застосуванні меліоративних заходів на рекультивованих відвалах Стрижівського буро-вугільного розрізу. Проаналізовано стан насаджень за таксаційними показниками. Показано, що через 30 років меліоративна роль люпину багаторічного зменшується. Найбільш продуктивні та розвинуті насадження сосни звичайної сформовані за участю вільхи чорної.

*Ключові слова:* сосна звичайна, лісорозведення на відвалах, лісова рекультивація, відвали розкривних порід, меліоранти, продуктивність, Полісся.

### **Вступ**

Корисні копалини – природні мінеральні утворення земної кори з певними властивостями, які придатні для використання в народному господарстві [18]. У наш час у національній економіці використовується понад 200 видів мінеральної сировини. Добування корисних копалин неможливе без порушення землі. Якщо корисні копалини залягають порівняно неглибоко, то розробляти їх вигідніше кар'єрним способом. Це в 2-3 рази дешевше, а втрати сировини зменшуються в 4-5 разів [18]. Водночас, потрібно враховувати, що при відкритій розробці під кар'єри та відвали, а також під відходи переробки відводяться значні площі земельних угідь. Загальна площа порушених земель в Україні – близько 265 тис. га, з них близько 130 тис. га вироблені та підлягають рекультивації [7, 18]. Проблема відновлення землі, тобто рекультивація, загострилася в останні десятиліття, у зв'язку з економічним відродженням видобувної промисловості. Це зумовлює актуальність даної роботи, що присвячена вирішенню проблем підвищення ефективності та екологічної оцінки лісової рекультивації в умовах Полісся.

Метою роботи є дослідження особливостей розвитку сосни звичайної на рекультивованих відвалах Стрижівського буро-вугільного розрізу у чистих культурах та при застосуванні різних меліоративних заходів – сумісному вирощуванні з люпином багаторічним і вільхою чорною. Основним завданням дослідження є аналіз стану насаджень сосни звичайної за таксаційними показниками.

Серед усіх типів рекультивації в умовах Українського Полісся найбільш економічно вигідною є лісова. Ще з XIX ст. створення лісонасаджень на відвалах, як найбільш дешевий спосіб рекультивації, використовувався в Німеччині, Англії, США [7]. Лісова рекультивація повністю виправдовує себе з господарської точки зору: товарна вартість деревини 20-ти річного сосняку повністю покриває витрати на гірничотехнічну і біологічну рекультивацію [13].

Практика лісорозведення на відвалах показала, що деревні породи в цих умовах ростуть і розвиваються значно повільніше, ніж у звичних умовах на лісових ґрунтах [4]. Серед причин, які уповільнюють ріст та розвиток лісових культур, є низька родючість ґрунту. Розкривні породи, винесені на поверхню при виконанні гірничих робіт, потребують підвищення родючості, зокрема збільшення рівня азоту. Для вирішення цієї проблеми пропонуються різні способи: повернення знятого родючого шару на попереднє місце, вирощування в перші 2-3 роки рослин, що покращують відвальні породи тощо. Перший варіант – підвищення родючості розкривних порід для Поліського регіону є невикладним, через малу потужність (біля 15 см) природного родючого шару. Другий варіант є надто тривалим, трудомістким та економічно недоцільним.

Розкривні породи в даному регіоні мають певний потенціал родючості для маловимогливих рослин, таких як сосни, берези тощо [1]. В умовах Полісся для обліснення порушених земель широко використовується сосна звичайна. Ця порода невибаглива до ґрунтових умов, посухо- та морозостійка [16]. Г.Ф. Морозов [16] вважав її подвійним ксерофітом, у зв'язку з малим споживанням води та здатністю витягувати вологу в умовах фізіологічної посухи. Ця порода також має добре розвинену пластичну кореневу систему [2]. Але азотне голодування – одна з потужних перешкод для успішного росту і розвитку породоутворюючих порід на оголених та техногенних субстратах. Відомо, що у віці 23–27 років спостерігається найбільша потреба сосни в азоті і зольних елементах ґрунту [10]. Для підвищення родючості сосни звичайної в міжряддях сіють люпин багаторічний, кореневі бульбочки якого здатні фіксувати атмосферний азот. Він має глибоку, сильно розгалужену кореневу систему, здатний забезпечувати верхній шар ґрунту поживними речовинами за рахунок переміщення їх з нижніх горизонтів. Фітомаса цієї трав'янистої культури швидко гуміфікується. Люпин підвищує ферментативну активність ґрунту, вміст азоту і хлорофілу в асиміляційному апараті деревних порід, стимулюючи їх життєстійкість та енергію росту [4]. Вже через кілька років після посіву люпину вміст азоту в бідних піщаних ґрунтах зростає в 1,5–3 рази, а продуктивність сосни звичайної підвищується в середньому на 20% [3, 8]. Різними авторами встановлено, що вільха чорна також є корисною допоміжною та тимчасовою супутньою породою для соснових культур на бідних ґрунтах [3, 13, 19, 20]. Вона не лише збагачує ґрунт перегнійними речовинами (корінням, листям), але і сприяє збагаченню ґрунту азотом за рахунок симбіотичної кореневої мікрофлори. Крім того, вільха сприяє розвитку вертикальних коренів сосни, відновлюючи, розширяючи та поглиблюючи систему корневих ходів у лісових ґрунтах [6]. Було виявлено, що меліоративна дія вільхи чорної проявляється на 3-4 рік після посадки [15]. Соснові культури з домішкою вільхи чорної більш стійкі і життєздатні, а їх приріст у висоту збільшується на 30% і більше [11].

Узагальнюючи результати аналізу літературних даних, в яких досліджувалися особливості розвитку соснових насаджень в несприятливих умовах, потрібно відмітити, що більшість із них відносяться до вирощування цієї деревної породи на бідних, але непорушених ґрунтах [5, 6, 8, 10, 12, 20]. Спостереження за станом культур на рекультивованих відвалах розкривних порід проводилися лише у перші 5-7 років після їх створення.

### **Матеріали та методи дослідження**

У 1968-1972 рр., на місці Стрижівського буро-вугільного розрізу (Житомирська область), співробітниками УкрНДІЛГА був закладений дослід з вивчення впливу на розвиток сосни звичайної люпину багаторічного та вільхи чорної в умовах вирощування на розкривних породах [4, 9, 10, 13]. Дослід складався з чотирьох варіантів:

- ділянка № 1: сосна звичайна з вільхою чорною в комбінації 1 : 1;
- ділянка № 2: сосна звичайна з вільхою чорною в комбінації 2 : 1;
- ділянка № 3: сосна звичайна з люпином багаторічним;
- ділянка № 4: сосна звичайна (контроль).

Розкривні породи на дослідних ділянках представлені червоно-бурими мореними суглинками, підмореними супісками з домішкою полтавських пісків і глин неогену. Дослідні ділянки закладалися в 42 кварталі Коростишівського лісництва, загальна їх площа – 0,7 га. Культури сосни звичайної створювалися з розміщенням 3 на 0,5 м.

Останні обміри деревних порід були проведені у 1974 р. [4, 9, 10, 13]. Але створення продуктивного лісового біогеоценозу на розкривних породах – це досить тривалий процес, оцінка ефективності якого потребує часу. Тому через 20 років співробітниками ЖДТУ разом з науковцями УкрНДІЛГА було вирішено продовжити екологічні дослідження з оцінки особливостей розвитку сосни звичайної.

У 2002 р. на дослідних ділянках були проведені обліки таксаційних показників за загальноприйнятими методиками [14, 17] (табл. 1). Обліки проводилися в 3-х рядах кожного з варіантів досліду.

Таблиця 1

**Розподіл сосни звичайної за класами Крафта, товарності та індексу стану на відвалах розкритих порід Стрижівського буро-вугільного розрізу (у %)**

Клас Крафта	Варіанти досліду				Товарність	Варіанти досліду				Індекс стану	Варіанти досліду			
	1-й	2-й	3-й	4-й		1-й	2-й	3-й	4-й		1-й	2-й	3-й	4-й
1	31,4	35,2	37,9	27,3	1	35,6	45,5	39,1	21,4	1	39,9	42,0	39,8	25,3
2	44,7	35,2	47,2	34,4	2	39,9	29,5	35,4	24,0	2	38,1	43,2	38,5	34,4
3	17,8	19,3	11,8	24,7	3	21,5	21,6	22,4	40,9	3	16,3	11,4	18,6	26,6
4	4,5	6,8	0,6	1,9	4	1,2	0,0	0,6	1,9	4	3,3	0,0	0,6	1,9
5	0,3	2,3	0,0	1,9	5	0,6	2,3	0,0	1,9	5	0,6	2,3	0,0	1,9
6	1,2	1,1	2,5	9,7	6	1,2	1,1	2,5	9,7	6	1,8	1,1	2,5	9,7
Сума	100	100	100	100	Сума	100	100	100	100	Сума	100	100	100	100

Як свідчать отримані результати, розподіл дерев сосни звичайної за класами Крафта, товарності та індексу стану у насадженнях на відвалах розкритих порід залежить від супутніх культур. Так, при посадці сосни з вільхою чорною до I та II класів Крафта, товарності та індексу стану відноситься, відповідно, в середньому 74, 76 та 85% дерев. У насадженнях сосни звичайної з підсівом люпину багаторічного таксаційні показники I та II класів становлять, відповідно, до 85, 75 та 78%. У чистих культурах сосни звичайної на відвалах розкритих порід без допоміжних меліоративних заходів ці показники значно нижчі (відповідно, 62, 45 і 60%). Наведені дані дозволяють зробити висновок, що найкращий стан деревини сосни звичайної в наших дослідах спостерігається в культурах сосни звичайної з застосуванням меліорантів (люпину багаторічного та вільхи чорної).

Для оцінки стану насаджень були проведені виміри висоти та діаметра стовбура всіх дерев на секції (табл. 2). Обміри проводилися за стандартними, прийнятими у лісовому господарстві методиками, об'єми деревини обраховувалися за лісотаксаційним довідником [14, 17]. Отримані результати обмірів сосни звичайної за допомогою методів перевірки гіпотез про середні значення та дисперсії були проаналізовані з метою виявлення значимості різниці їх середніх показників. Для вирішення поставленого питання застосовувались попарні порівняння середніх значень обмірів сосни за методом оцінки різниці середніх незалежних вибірок [21].

Таблиця 2

**Показники росту сосни звичайної за варіантами досліду**

Варіант досліду	Характеристика варіанта досліду	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Об'єм стовбура середнього дерева, м <sup>3</sup>
1-й	Сосна звичайна + вільха чорна	17,5±0,63	21,1±0,25	0,26±0,022
2-й	2 Сосни звичайної + вільха чорна	17,7±0,79	22,3±0,10	0,27±0,025
3-й	Сосна звичайна + люпин багаторічний	14,0±0,93	18,9±0,22	0,17±0,023
4-й	Сосна звичайна (контроль)	10,8±0,38	13,8±0,16	0,09±0,010

Після аналізу розрахунків різниці середніх значень обмірів діаметра та висоти сосни на дослідних ділянках за методом оцінки різниці середніх незалежних вибірок, можна зробити висновок про не значимість різниці показників на ділянках "сосна звичайна з вільхою чорною в комбінації 2 : 1" та "сосна звичайна з вільхою чорною в комбінації 1 : 1". Решта комбінацій різниць середніх значень вважаємо значимою з рівнем вірогідності 99%.

### **Результати та обговорення**

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що середній діаметр сосни звичайної на розкривних породах коливається в межах 10,8-17,7 см, а висота – 13,8-22,3 м, залежно від умов вирощування. За даними [3, 5, 12] аналогічні показники для сосняків 30-річного віку на природних ґрунтах в умовах свіжих сугрудків Полісся становлять, відповідно, 17,4 см та 16,7 м, в вологих сугрудках – 14,2 см та 14,9 м, у вологих суборах – 16,2 см і 15,9 м. Найбільший об'єм середнього дерева спостерігається в 1-му та 2-му варіантах досліді при вирощуванні сосни звичайної з вільхою чорною. Найкращий ріст сосни звичайної спостерігається у культурах з чергуванням ряду вільхи чорної з двома рядами сосни звичайної. В цьому випадку діаметр та висота сосни, відповідно, в 1,6 рази більші за контроль. Майже така сама ситуація спостерігається і на третьому варіанті – в 1,6 і 1,5 рази, відповідно. У другому варіанті досліді різниця з контролем становить – 1,3 та 1,4 рази, відповідно для діаметра та висоти.

Інтенсивність росту сосни звичайної у товщину у варіантах з вільхою чорною найбільш подібна до сосни звичайної, яка виросла в природних умовах свіжого субору. Але відношення діаметра до висоти в умовах досліді дещо нижче (на 20%), ніж у насаджень на непорушених ґрунтах. У той же час, сосна, висаджена на чистих розкривних породах та з підсівом люпину звичайного відстає за діаметром від такої у свіжому суборі на, відповідно, 38 та 20%. Але відношення діаметра до висоти у таких насадженнях також не співпадає з сосною, вирощеною у природних умовах. Якщо розглядати відношення діаметра до висоти як показник гармонійності розвитку дерева, то можна зробити висновок про те, що сосна звичайна на розкривних породах розвивається досить нормально. У більш складних умовах чистих розкривних порід, де має місце недостача азотного живлення, спостерігається певне відставання за діаметром та висотою від середніх показників насаджень у природних ґрунтах. Подібні закономірності характерні і для ділянок з підсівом люпину багаторічного. Під впливом вільхи чорної розвиток дерева проходить зі збільшенням приросту за діаметром, з відносно уповільненим приростом за висотою.

Таким чином, як свідчать результати обмірів, меліоративна роль люпину у азотному живленні сосни звичайної на відвалах розкривних порід Стрижівського вуглерозрізу, ефективна на початкових етапах розвитку рослин, через 30 років після створення насаджень практично зникла.

Розвиток культур сосни звичайної поряд з вільхою чорною проходить досить інтенсивно, наближаючись до показників з умовою свіжого сугрудку на природних лісових ґрунтах.

Відсутність достовірної різниці у таксаційних показниках сосни звичайної і вільхи чорної при різних співвідношеннях у насадженнях на відвалах розкривних порід дозволяє зробити певні практичні висновки. При створенні плантаційних насаджень лісогосподарські підприємства можуть підбирати комбінацію порід виходячи з суто економічних потреб, екологічні умови можна розцінювати як рівнозначні.

Створення повноцінних лісових насаджень з використанням вищевказаних порід допоможе вирішити проблему ефективної рекультивациі відпрацьованих площ в умовах інтенсифікації розвитку гірничо-видобувної промисловості в даному регіоні.

У квітні 2004 р. для оцінки інтенсивності рекультивациійних процесів на Стрижівському буровугільному розрізі були відібрані ґрунтові проби з метою визначення активності деяких гідролітичних ферментів (сахарази, уреази та фосфатази). Результати представлені в табл. 3.



**Ферментативна активність ґрунту**

Варіант досліджу	Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /г ґрунту	Сахараза, мг глюкози/г ґрунту	Уреаза, мг x 0,01 NH <sub>3</sub> /г ґрунту
1-й	1,841	16,060	4,561
2-й	1,444	10,022	3,255
3-й	0,728	9,069	1,717
4-й	1,421	12,408	1,067

Для дослідження значимості впливу видового складу фітоценозів, висаджених на відвалах Стрижівського буро-вугільного розрізу, на розвиток соснових насаджень та ферментативну активність ґрунту, був проведений кореляційний аналіз між обмірами дерев та активністю гідролітичних ферментів для цього початкового етапу дослідження.

Доцільним було визнано проведення прямолінійної кореляції. Розраховані значення коефіцієнтів кореляції (чисельник) та критерію значимості (знаменник) для ознак початкової точки наведені в табл. 4.

Таблиця 4

**Коефіцієнти кореляції для ознак**

	Діаметр	Висота	Фосфатаза	Сахараза	Уреаза
Діаметр	1				
Висота	0,98	1			
	6,51				
Фосфатаза	0,41	0,21	1		
	0,63	0,30			
Сахараза	0,21	0,01	0,85	1	
	0,30	0,02	2,26		
Уреаза	0,91	0,81	0,67	0,59	1
	3,11	1,98	1,28	1,03	

Попередній висновок щодо наявності кореляції між ознаками приймаємо, виходячи з того, що при  $r < 0,3$  кореляційна залежність є слабкою, при  $r = 0,3-0,7$  – є середньою, при  $r > 0,7$  кореляційна залежність є сильною [21]

Теоретичне значення коефіцієнта Стьюдента для 2-х ступенів свободи при 95% вірогідності приймає значення 4,3. Тому при застосуванні загальноприйнятого критерію оцінки суттєвості кореляційного зв'язку, єдиним виявленим значущим зв'язком буде очікуваний зв'язок між обмірами сосни: діаметр-висота. Для розглядуваного випадку, однак, слід погодитись із існуванням ще одного зв'язку: між активністю ферменту уреазу та обмірами сосни. Проте рівні активності уреазу складають у нашому випадку величини на два порядки менші за ферментативну активність уреазу на непорушених землях. Такий порядок величин може викликати не властивий для природних умов стан зв'язків між ферментами. Тому зв'язки між активністю ферменту уреазу та обмірами дерев скоріше слід вважати такими, що ще не устоялися.

Сильний зв'язок сахарози і фосфатази та середні зв'язки уреазу з цими двома ферментами надають уявлення про характер подальшої роботи в тому підрозділі представленого дослідження, який відноситься до виявлення закономірностей між ознаками дослідних ділянок. У першу чергу, звичайно, це призводить до необхідності продовження досліджень у сфері виявлення динаміки процесів, які протікають на ділянках, з метою остаточного вирішення питання значимості отриманих результатів.

Основним результатом проведених процедур аналізу залежностей ферментативної активності між окремими ферментами може вважатися висновок про необхідність подальшого накопичення даних щодо динаміки процесів, які протікають на всіх дослідних ділянках, та більш глибокого вивчення особливостей кореляційних зв'язків між ферментами ґрунту в умовах суттєво зменшеної їх активності.

### Висновки

1. Меліоративна роль люпину в азотному живленні сосни звичайної на відвалах розкритих порід Стрижівського вуглерозрізу ефективна на початкових етапах розвитку рослин, бо через 30 років після створення насаджень практично зникла.

2. Розвиток культур сосни звичайної у суміші з вільхою чорною проходить досить інтенсивно, наближаючись до показників такого на природних лісових ґрунтах. Це вказує на те, що для створення лісових насаджень на відвалах розкритих порід в умовах Полісся, можна використовувати сосну звичайну в комбінації з вільхою чорною в співвідношенні 2 : 1 або 1 : 1.

3. Перспективи продовження даної роботи полягають у:

- вивченні динаміки активності гідролітичних ферментів (фосфатази, уреазы, сахарази, тощо) та інших груп ферментів;
- визначенні мінерального складу ґрунту, його фізико-хімічних властивостей та вмісту гумусу.

### Список літератури

1. Баранник Л.П., Шмонов А.М. Рекультивация земель. – Кемерово, 1988. – 65 с.
2. Биологические принципы лесной рекультивации / Отв. ред. С.С. Трофимов; Новосибирск: Наука СО. – 1988. – 88 с.
3. Вакулюк П.Г., Сомоплавський В.І. Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України. – Фастів: Поліфаст, 1998. – 508 с.
4. Вербин А.Е., Келеберда Т.Н. Опыт рекультивации пород разведением лесных культур // Почвоведение. – 1974. – № 2. – С. 116-120.
5. Габеев В.Н. Экология и продуктивность сосновых лесов. – Новосибирск: Наука СО, 1990. – 228 с.
6. Гайлис Я. Особенности корневой системы сосны, берёзы, ольхи серой и чёрной в смешанных насаждениях на малопригодных почвах // Тр. ин-та лесохоз. пробл. – Рига, 1958. – Вып. XIV. – С. 13-59.
7. Гармаш Н.З., Старых М.К., Фурта А.С. Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными работами. – Донецк: Донбас, 1975. – 88 с.
8. Гордієнко М.І., Гойчук А.Ф., Макаруч Я.І. Вплив листяних порід на інтенсивність росту сосни звичайної // Наукові праці Поліської ЛНДС. Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Житомир, 1999. – Вип. 6. – 163 с.
9. Келеберда Т.Н., Данько В.Н. Биологическая активность мелиорированных ґрунтов промышленных разработок // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых. – Тарту, 1975. – С. 93-100.
10. Ковалёв Л.С., Евсеева Р.П. Влияние чистых и смешанных культур сосны на плодородие супесчаных почв // Лесное хозяйство. – 1964. – № 5. – С. 28-31.
11. Кундзиш А.В. Культура чёрной ольхи в Латвийской ССР // Известия АН Латв. СРСР. – 1948. – № 4 (9). – С. 14-16.
12. Лакида П.І. Фітомаса лісів України. – Тернопіль: Збруч, 2001. – 256 с.
13. Лесная рекультивация / Г.А. Зайцев, Л.В. Моторина, В.Н. Данько. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 129 с.
14. Лесотаксационный справочник / Под общ. ред. В.К. Захарова. – Минск: Гос. изд-во БССР, 1962. – 368 с.

15. *Миронов В.В.* Экология хвойных пород при искусственном лесовозобновлении. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 230 с.
16. *Морозов Г.Ф.* Учение о лесе. – М.–Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 456 с.
17. *Программа и методика биогеоценологических исследований.* – М.: Наука, 1974. – 403 с.
18. *Рудько Г.І., Шкіца Л. Є.* Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничо-промислових та нафтогазових комплексів. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2001. – 528 с.
19. *Эйзенрейх Х.* Быстрорастущие древесные породы. – М., 1959.
20. *Якушенко И.К.* Водно-питательный режим песков Полесья и некоторые принципы их облесения // Сб. науч. тр. по лесному хозяйству. – 1958. – Вып. 12.
21. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1968. – 336 с.

**Шелест З.М., Левицкая Е.К., Тарнопольский П.Б. Особенности развития сосны обыкновенной на отвалах раскрывных пород Стрижевского углеразреза.** – Приведены результаты исследований особенностей развития сосны обыкновенной в чистых культурах и при использовании мелиоративных мероприятий на рекультивированных отвалах Стрижевского бурогольного разреза. Проанализировано состояние насаждений за таксационными показателями. Показано, что через 30 лет мелиоративная роль люпина многолетнего уменьшается. Наиболее продуктивные и развитые насаждения сосны обыкновенной сформированные при участии ольхи черной.

*Ключевые слова:* сосна обыкновенная, лесоразведение на отвалах, лесная рекультивация, отвалы раскрывных пород, мелиоранты, продуктивность, Полесье.

**Shelest Z.M., Levitska O.K., Tarnopilsky P.B. Development of *Pinus sylvestris* on reclaimed lands of the coal open-pit in Stryzhivka.** – This article describes results of the research, that was fulfilled to determine characteristics of *Pinus sylvestris* growth in coexistence with *Lupinus polyphyllus* and *Alnus glutinosa* Gaertner at the land reclamation. We analyse current state of plantings against the forestry valuation. It is shown that the land-reclamation role of *Lupinus polyphyllus* is diminishing now, after 30 years since primary investigations were started. The most productive and highly developed plantings of *Pinus sylvestris* are formed with the contribution of *Alnus glutinosa*.

*Key words:* *Pinus sylvestris*, land-reclamation, land-improvement, capability of forest, re-soil.

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ И ФИЗИОЛОГИИ

---

УДК 541.1:577.12

## **В.М. Билобров** **БОЛЕЗНИ И СТАРЕНИЕ. ВЗГЛЯД ИЗВНЕ**

*Институт физико-органической химии и углекислотной химии им. Л.М. Литвиненка НАН Украины  
Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

**Билобров В.М. Болезни и старение. Взгляд извне.** – Рассмотрены некоторые аспекты влияния болезней на процесс старения. Обсуждена информативность и достоверность определения отдельных биологических показателей жизнеспособности. Перечислены основные физико-химические механизмы старения. Сделан вывод, что наиболее универсальной и естественной (то есть термодинамически и кинетически обусловленной) причиной старения является отклонения от "нормального" (то есть определенного эволюцией) уровня взаимодействия органических соединений с неорганическим и веществами.

*Ключевые слова:* болезни, старение, термодинамика, кинетика, биоминерализация.

В клинической практике совсем недавно состояние органов и их функций обычно определялось по данным немногочисленных анализов. В последние десятилетия качество диагностики резко повысилось благодаря внедрению в клиническую практику новейших фундаментальных разработок (различных видов томографии, компьютеризированных комплексных анализаторов, определения специфических антител и др.). Простота получения, а также надежность полученных таким образом клинических данных, открыла путь поиску количественных тестов ранней диагностики различных заболеваний. Это в свою очередь позволило приблизиться к изучению, причин возникновения, механизма развития и последующего течения болезней, что торит дорогу к разработке действенных профилактических и метафилактических мероприятий. В случае достаточно глубокого проникновения в суть развития и течения болезней, такие исследования не исключают и возможности разработки принципиально новых приемов и методов лечения. Таким образом, формируется так называемая "доказательная медицина".

Однако напомним, что сейчас медицина имеет дело с чудовищным количеством различных болезней и, следовательно, их изучение по описанной выше идилической схеме представляется, на мой взгляд, совершенно нереальным. Ниже рассмотрим еще два аргумента также свидетельствующие о низкой эффективности приведенного выше классического подхода.

Суть первого заключается в следующем. Существует мнение, что многие (очень многие) официально зарегистрированные заболевания могут быть сведены к гораздо меньшему числу базовых болезней, а существующий официальный их список отражает лишь варьирование симптомов, их разную локализацию, разные этапы диагностирования и другие не принципиальные различия. Веским аргументом в пользу такой весьма здоровой точки зрения является довольно ограниченный набор схем базового лечения различных болезней, включенных в необъятный список ВОЗ. Следовательно, панацея здесь видится в создании и совершенствовании универсальных методов лечения. В основу второго сомнения положен тот непреложный медицинский факт, что практически все болезни, напротив, являются полиэтиологическими. Предметное и логическое развитие этой мысли приводит к тому, что первопричина таких болезней в принципе не может быть установлена, а их возникновение есть лишь результат стохастического сочетания различных привходящих обстоятельств. Следовательно, надежды на особую эффективность ранней диагностики являются иллюзорными и тщетными. Да и люди (потенциальные больные) оказывается, не нуждаются в столь раннем диагностировании, которое бы существенно осложняло их жизнь, жизнь – еще здоровых людей. Ниже приведу несколько еще более веских (объективных) аргументов

свидетельствующих о том, что раннее диагностирование является не только не целесообразным, но и опасным.

Посмертный цитологический анализ шейки матки (тест Папаниколау) показывает, что у ~15% женщин на протяжении жизни имела место "положительная реакция мазка", означающая наличие злокачественных клеток. Но известно, что только 0,37% женщин умирают от рака шейки матки. То есть у 98% женщин этот вид рака не выходит из-под контроля. Более того, при патологоанатомических исследованиях умерших, обнаруживается поразительно большое число случаев и других видов рака, о которых и пациент и врачи никогда и не подозревали. Так, рак щитовидной железы при посмертном вскрытии обнаруживается в 30÷40 раз чаще, чем при жизни, рак предстательной железы у 75-летних мужчин обнаруживается у каждого второго, хотя, как известно, умирают от него лишь 2% мужчин. По-видимому, с большой долей вероятности можно заключить, что обычно рак регрессирует, исчезает и лишь изредка он выходит из-под контроля.

Общеизвестно, что некий "плохой" липид (сверхнизкой плотности) в сочетании со столь же "плохим" белком образует атеросклеротические бляшки. Атеросклероз обуславливает весь спектр сердечно-сосудистых заболеваний. Как следствие (по данным литературы) уже у 15% девятилетних детей крупные сосуды поражены атеросклерозом. С возрастом процент таких людей и степень поражения их сосудов катастрофически растет. Их отложения уплотняются и минерализуются. В силу этого в настоящее время, скажем, в Донецкой области ~60% людей умирает от сердечно-сосудистых заболеваний, обусловленных атеросклерозом, а еще 13-16% умирает от рака.

На этом основании резонно задать вопрос, что было бы, если бы официальная медицина со всем набором существующих у нее приемов и методов лечения рака и атеросклероза, вторглась бы в жизнь людей на этапе, так называемой, "ранней диагностики". Ясно, что в этом случае смертность от рака, конечно же, существенно увеличилась бы. Нет сомнений, что аналогичный эффект нас ожидал бы и в области сердечно-сосудистых заболеваний. Достаточно сказать лишь, что тотальное увлечение обезжириванием пищи, так характерное недавно для США, привело в конечном итоге, к резкому увеличению заболеваний неврозами, психозами и др. Да и могло ли быть иначе, если вспомнить о роли липидов в формировании и функционировании нервной системы. Характерно и то, что это увлечение не привело к сколько-нибудь заметному уменьшению сердечно-сосудистых заболеваний в этой стране. Вместе с тем в США в последние годы действительно определился значительный и устойчивый спад смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (~ на 30%), но не благодаря усилиям профессиональных медиков, а в результате внедрения методов разработанных крупнейшим ученым современности, физико-химиком Л. Полингом (потребление витамина С в США выросло на 300%). Не акцентируя больше внимания на этом последнем, в целом весьма отрадном факте, отмечу, что любые положительные сдвиги в лечении сердечно-сосудистых заболеваний и рака, обуславливающих ~75% общей смертности населения развитых стран, способны заметно улучшить так называемое "здоровье нации" и увеличить среднюю продолжительность жизни населения страны. Но радикальных подвижек здесь можно ожидать лишь в результате внедрения приемов и методов, наработанных естественными науками.

Имея некоторые представления о результатах исследований в области старения организма человека, ниже коснемся лишь тех вопросов, которые ближе всего лежат к проблеме биологического, календарного или хронологического возраста человека (БВ, КВ или ХВ, соответственно).

Есть мнение, что биологический возраст человека представляет собой интегрированное выражение возрастной патологии, скрытой или проявляющейся в виде не диагностируемых болезней. Тогда более медленному старению будет соответствовать более позднее развитие болезней, а ускоренному – более раннее. В этом случае следует определять не степень возрастных изменений, имеющих у данного человека, а количество обнаруженных у него заболеваний. Действительно еще в 1951–1952 гг. при вскрытии было обнаружено, что у

людей 65-84-летнего возраста количество различных повреждений закономерно возрастает. В своем фундаментальном исследовании 7000 сердец А.Д. Линцбах показал на примере выборки, включающей новорожденных и старцев преклонного возраста (109 лет), что, начиная с 30 лет, происходит линейное увеличение количества различных повреждений сердца. Таким образом, старческий возраст отличается от молодого лишь большим числом (частотой) поражений. Здесь принципиальным является и то, что А.Д. Линцбах в старости не обнаружил ни одного поражения, которое бы качественно отличалось от поражений в более молодом возрасте. Автор предположил, что эту закономерность можно отнести ко всем органам и организму в целом.

Таким образом, можно думать, что независимо возникающие поражения взаимодействуют и усиливают свое влияние на выживаемость. Поэтому если рассматривать старость как совокупность болезней различного рода, то излечение или предотвращение некоторых из них должно отразиться на БВ.

Есть и другая точка зрения по поводу природы старения (более поздняя). Согласно этой теории якобы существует зависимый от времени необратимый процесс, создающий предпосылки развития возрастных патологий, которые собственно болезнью и не являются (это "генетически обусловленный" процесс старения).

Если исходить из этой последней точки зрения, то увеличение продолжительности жизни, обусловленное достижениями клинической медицины, социологии, культуры и др. никак не влияют на процесс старения и максимальную продолжительность жизни человека, а увеличение средней продолжительности жизни населения в этом случае осуществляется лишь благодаря совершенствованию профилактики и лечения болезней, которые могут усугубить течение процесса старения (не являясь при этом его причиной). Эта точка зрения также хорошо аргументирована. Действительно, множество фактов из области, как географии, так и истории говорят о том, что генетически детерминированная продолжительность жизни не изменяется. Если это так, то нам следует признать, что усилия современного здравоохранения могут привести лишь к уменьшению разрыва между средней и максимальной продолжительностью жизни людей. Когда же этот разрыв будет сведен к нулю, то здравоохранение (существующее в нынешнем виде) выполнит свою миссию. И только тогда медицина вынуждена будет заниматься собственно проблемой старения.

В геронтологической литературе (как собственно в медицинской литературе в целом) наличие корреляции между измеряемым параметром и жизнеспособностью организма предполагается, но редко подтверждается достаточно качественной обработкой полученных данных. Поэтому для большей уверенности авторы обычно используют множество разнообразнейших показателей человека, далее ищут и анализируют связь между этими показателями в выборке с календарным или биологическим возрастом ее членов. Потом обычно сужают набор показателей до (например) 17, 11, 7 и т.д. и, таким образом, выделяют из них наиболее значимые, наиболее характерные старению. Перечислю лишь наиболее значимые из них: аккомодация хрусталика  $r = 0,83$ , острота слуха  $r = 0,86$ , артериальное давление (систолическое)  $r = 0,87 \div 0,89$ , масса тела  $r = 0,8 \div 0,9$ . Корреляции таких параметров описывают  $\sim 95\%$  выборки мужчин и  $\sim 90\%$  выборки женщин.

Учитывая, что организм многомодовая система, очевидно, что в основе старения лежат множественные механизмы, стохастически связанные с неустойчивостью жизненных функций (идеальное старение с равномерным затуханием всех функций, без выраженного влияния определенных болезней также неизбежно приводит к смерти). Такая модель более присуща организму женщин. В связи с тем, что для мужского организма характерна более жесткая, а, следовательно, более уязвимая система организации, то именно для них в процессе старения более характерно наличие различных, остро протекающих, недугов часто несовместимых с жизнью.

Н.М. Эмануэлем с сотрудниками в свое время была предпринята попытка установить строгие принципы определения биологического возраста и жизнеспособности человека. По Н.М. Эмануэлю жизнеспособность организма определяется исходным (оптимальным)

состоянием организма и скоростью его перехода из этого состояния в другое. При этом оба эти состояния необходимо охарактеризовать набором объективных признаков. Таким образом, старение представляет собой постепенный переход от оптимального состояния к состоянию, характеризующегося наличием факторов риска развития различных заболеваний. Далее организм смещается к состоянию, в котором появляются признаки патологии, далее к состоянию с потерей трудоспособности и, наконец, – летальный исход.

Здесь новым является то, что авторы смещают акцент исследований на динамику (кинетику) процесса изменения жизнеспособности организма и предлагают в терминах кинетики описывать процесс его старения. При этом авторы при выборе рабочих параметров показывают, что прогностическое значение имеют только крайние степени отклонения параметров, в то время как промежуточные их значения являются малоинформативными.

Авторы справедливо считают, что наиболее информативными параметрами будут те, которые характеризуют пусковые механизмы старения. Например, для самых различных органов и тканей таким информативным параметром может использоваться снижение с возрастом количества функциональных клеточных элементов ( $r = 0,61$ ). Далее ими предлагалось установить также информативность жизненноважных показателей определяющих жизнеспособность отдельных жизненноважных систем. Для этого надо было определить корреляционную связь между параметрами заболеваемости этих органов и смертью. Конечно же, для этого следовало знать вид патофизиологической связи между регистрируемыми клиническими показателями и особенностями развития патологии и найти способ все это выразить количественно.

По-видимому, цель определения биологического возраста организма должна заключаться не столько в оценке его удаленности от момента рождения, сколько в оценке удаленности от момента смерти. Если это так, то очевидно центральной проблемой геронтологии следует считать прогноз предстоящей продолжительности жизни. Так как такой прогноз зависит от множества переменных, то весь период старения Н.М. Эмануэль и соавторы предлагали разделить на этапы. Например, до или после инфаркта, инсульта и других жизненно важных событий. Далее предлагалось формировать кумулятивный прогностический индекс, состоящий из десятков показателей. Удивительно, но точность такой схемы прогнозирования оказалась весьма высокой (от 80 до 97%).

Тем не менее, такая схема оценки риска смерти не нашла сколько-нибудь широкого практического применения, думаю, что ее прогноз просто не соответствовал ожиданиям практической кардиологии. Вместе с тем весьма вероятно, что для полученного таким образом прогноза, будет характерна огромная дисперсия конечного показателя, которая и сведет на нет практическую ценность такой красивой, логичной и по настоящему научной схемы.

В заключение этого раздела хочу отметить, что по данным одного из родоначальников определения биологического возраста по морфологическим признакам П.Н. Соколова, наиболее высокую корреляцию с хронологическим возрастом показали морщины тыльной поверхности кисти, выраженность щечно-подбородочной складки, морщины верхней губы, подбородка, мочек уха, щек и шеи ( $r = 0,6 \div 0,88$ ). Здесь уместно заметить, что сложным образом сформированный биологический возраст на основании сердечно-сосудистой и дыхательной систем (т.н. кардиопульмональный возраст – КПВ) с клиническим возрастом, коррелирует для мужчин с  $r = 0,85$ , а для женщин  $r = 0,81$ . Следовательно, чем интегральней признаки, тем достоверней они характеризуют в высшей степени неопределенные, размытые параметры: "календарный возраст", "биологический возраст" и другие признаки старости.

Все сказанное лишь подтверждает довольно известный клинический (медицинский) факт, что в амбулаторных условиях представления о выраженности (темпе) старения можно составить лишь из 4 тестов: у мужчин – артериального давления (систолического), задержки дыхания на вдохе, статистической балансировки на левой ноге и субъективной оценки здоровья; у женщин: артериального давления (пульсового), статистической балансировки на левой ноге, массы тела и субъективной оценки здоровья.

Отсюда следует, что для формирования сложных (интегральных) характеристик живых систем, также следует использовать достаточно общие (интегральные) показатели. При этом непременно следует выдерживать условие: используемые показатели должны быть достоверно и количественно определяемыми.

На бытовом уровне у каждого из нас имеются свои представления о том, что такое жизнь и смерть, здоровье и болезнь, норма и патология, и, наконец, старость. Внимательно читая медицинскую литературу легко убедиться, что не принципиально отличаются от наших бытовых представлений и формулировки этих терминов, данные официальной медициной. Совсем другое дело – определения данные естествоиспытателями. Не могу удержаться, чтобы не привести определения жизни.

"Биологические системы являются открытыми, диссипативными пространственно-временными структурами с массо- и энергопереносом, с обратными связями и с нелинейными кооперативными взаимодействиями. Это позволяет биологическим системам в процессе жизнедеятельности одновременно проявлять свойства континуальных и дискретных систем, а процессам протекать как в стохастическом, так и в детерминистическом режиме". Видим, что в этом определении каждое слово выверенный физический термин, имеющий четкий и ясный смысл. Такое определение жизни на настоящий момент является исчерпывающе полным и, вместе с тем, открытым для последующих уточнений и дополнений.

К сожалению, далеко не всех положений биологии и медицины коснулся пытливый ум физиков. Это касается и проблемы старения. Так, в доступной мне литературе я так и не нашел ни сколько-нибудь отчетливо очерченного предмета, ни целей, ни задач, ни, наконец, методов их исследований в этой области. По-видимому, следует считать, что здесь пока место приложения усилий классических медиков. Поэтому-то здесь нагромождено колоссальное количество, на мой взгляд, совершенно незначимых (иногда сомнительных) частных и деталей. Достаточно сказать, что только "теорий" старения приводится уже несколько сотен.

Вместе с тем и без глубокого анализа должно быть ясно, что с возрастом все функции организма слабеют, падает его реактивность в целом, уменьшается его способность к адаптации и реабилитации (то есть, уменьшается способность организма к восстановлению первоначальных структур и функций). В силу этого, человек, как правило, погибает не столько от старости как таковой, сколько от вполне конкретной болезни (или болезней), обрушивающихся на его ослабленный и вяло сопротивляющийся организм.

В целом с возрастом меняется соотношение 4-х основных форм протекания любых заболеваний. Вместо, как правило, благоприятно протекающих, таких как субклиническая и острая форма с выздоровлением, начинают превалировать формы с неблагоприятным исходом: хроническая и летальная. Ясно, что чем больше доля последних двух форм заболеваний, тем меньше продолжительность жизни отдельной усредненной особи в популяции.

В литературе обычно приводят две крайние кривые, характеризующие выживаемость популяций. Кривая первая – для благополучной популяции. В этом случае принято считать, что выживаемость членов этой популяции определяется в основном внешними факторами. То есть предполагается, что в первой популяции все обстоит благополучно. Ход же кривой для неблагополучной популяции в основном определяется внутренними (внутрипопуляционными) факторами (болезнями, патологиями и т.д.)

Для нас этот подход интересен тем, что обе линеаризованные кривые экстраполируются практически в одну точку – 80-90 лет жизни членов популяции. Это говорит о том, что максимальная потенциальная продолжительность жизни во все времена, у всех народов была примерно одинакова и составляла 80-90 лет. А средняя продолжительность жизни, которую обычно приводят в литературе в качестве меры благополучия популяции, есть центр тяжести под дифференцированными кривыми. И эта то цифра, конечно же, варьирует от 18 лет в неолите, до ~80 и более лет, на Окинаве (Япония) в наше время.



Еще информация. По мере старения популяции, болезни, вносящие основной вклад в смертность членов популяции последовательно уступают место друг другу по мере роста благополучия популяций. Сначала инфекции, потом травмы, далее сердечно-сосудистые заболевания, затем новообразования, а в недалеком будущем нам грозит поголовное старческое слабоумие – болезни Паркинсона и Альцгеймера (наиболее вероятная плата за победу над сердечно-сосудистыми заболеваниями и раком). Ну вот, пожалуй, и все о медицине. Теперь немного о физике, биофизике и химии.

В свете сказанного выше нас с вами сейчас должен интересовать не столько неблагоприятный ход кривой выживаемости людей в неблагоприятной популяции (так как основные решения этой проблемы лежат в области социальной и в определенной степени обеспечиваются развитием клинической медицины). Наш интерес (естественников), на мой взгляд, должен быть сконцентрирован на точке экстраполяции упоминавшихся ранее двух линеаризованных кривых. А наша задача мне видится в том, чтобы эту точку как можно дальше сдвинуть вправо, например, в область сто, сто пятьдесят и больше лет. Очевидно, что если естественникам удастся эту точку надежно сдвинуть далеко за 80-90 лет, то это значит, что будут каким-то образом и в какой-то степени решены и проблемы сердечно-сосудистых заболеваний, проблема новообразований, коллагенозов, воспалений и болезней Паркинсона и Альцгеймера.

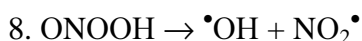
Наука (по крайней мере, наука фундаментальная) есть ничто иное как моделирование. В свою очередь практика моделирования показала, что наиболее ценные результаты обычно приносят так называемые "слабые" модели, то есть модели с высокой степенью идеализации и с сохранением лишь наиболее фундаментальных свойств моделируемого объекта.

По-видимому, именно с этой позиции надо смотреть и на процесс старения. Именно через эту призму посмотрев, выделим несколько количественных закономерностей, которые в некоторых публикациях возведены в ранг "законов". Это т.н. закон Рубнера фиксирующий отрицательную корреляцию между видовой продолжительностью жизни и интенсивностью окислительного метаболизма в организме. Закон Гомперца (отмечающий, что риск смерти с возрастом растет по экспоненте). Далее отмечается глобальная линейная зависимость между продолжительностью жизни (с одной стороны) и линейными размерами тела животных (или их массы) – с другой. Есть аналогичная (то есть линейная же) зависимость продолжительности жизни от суммы движений животных и прочее.

Есть и другой подход (более, я бы сказал, биофизический), где исходят из того, что старение обуславливается ограниченной надежностью молекулярных биоконструкций, в частности, ферментативных конструкций дыхательных цепей в митохондриях клеток. Кстати, эти поражения обычно сводятся к поражениям радикальным, а радикальная защита, как известно, не совершенна. В силу этого имеет место накопление продуктов окислительного метаболизма, что и приводит к старению. Следовательно, основной виновник старения кислород и основные радикальные интермедиаты в количестве 8 штук, которые образуются в последовательных реакциях по схеме Габера-Вайса. Схема начинается с образования супероксирадикала  $O_2^{\bullet-}$ , но особенно активным из них является гидроксирадикал  $OH^{\bullet-}$ , инициирующий ПОЛ, а также окисление белков и ДНК.

Основные интермедиаты кислорода ( $O_2^{\bullet-}$  – супероксирадикал;  $HO_2^{\bullet-}$  – пергидроксирадикал;  $H_2O_2$  – перекись водорода;  $OH^{\bullet-}$  – гидроксирадикал) образуются в последовательных реакциях:

1.  $O_2 + e^- \rightarrow O_2^{\bullet-}$
2.  $O_2^{\bullet-} + H^+ \rightarrow HO_2^{\bullet-}$
3.  $O_2^{\bullet-} + O_2^{\bullet-} \xrightarrow{+2H^+} 2H_2O_2$
4.  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
5.  $O_2^{\bullet-} + 2H_2O_2 \rightarrow \bullet OH + OH^- + O_2$
6.  $O_2^{\bullet-} + NO_2^{\bullet} \rightarrow ONOO^-$
7.  $ONOO^- + H^+ \rightarrow ONOOH$



Супероксидсмутаза (СОД) катализирует 3-ю реакцию при физиологическом pH с очень быстрой и постоянной скоростью ( $2 \cdot 10^9$  л/моль в 1 с), образуя  $\text{H}_2\text{O}_2$ , которая потом распадается на  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{O}_2$  с помощью каталазы, а в ткани мозга – с помощью глутатионпероксидазы (4-я реакция). Окисленный глутатион может вновь перейти в глутатион восстановленный с помощью глутатион-редуктазы при наличии NADP.

Гидроксирадикалы ( $\text{OH}\cdot$ ), как уже отмечалось, особенно активные оксиданты, инициирующие ПОЛ, вызывающие окисление белков и повреждение ДНК клеток. Супероксидрадикалы ( $\text{O}_2\cdot^-$ ) значительно менее реактивны и в силу этого имеют более длительную жизнь и могут образовывать  $\text{OH}\cdot$  в 5-ой реакции Габера-Вайса, которая протекает только в присутствии ионов  $\text{Fe}^{2+}$  (Fenton реакция).

Другой путь образования гидроксирадикалов представлен реакцией (6-ой) между супероксиданионом и радикалом оксида азота ( $\text{NO}_2\cdot$ ), продуктом которой является пероксинитрит ( $\text{ONOO}\cdot$ ). Эта реакция протекает тоже с чрезвычайно высокой скоростью ( $6,7 \cdot 10^6$  л/моль в 1 с).

Помимо дыхательной митохондриальной цепи, свободно-радикальные интермедиаты  $\text{O}_2$  образуются и в ферментативных реакциях, при аутоокислении моноаминов, синтезе простогландинов и лейкотриенов. В связи с тем что большинство этих реакций являются кальций-зависимыми то, характерна их значительная активация на фоне ишемии, сопровождающейся увеличением концентрации внутриклеточных ионов  $\text{Ca}^{2+}$ .

Образующиеся в процессе ПОЛ гидроперекиси также неустойчивы, их распад приводит к появлению разнообразнейших вторичных и конечных продуктов ПОЛ, представляющих собой высокотоксичные соединения (диеновые конъюгаты, шиффовы основания и др.), которые, в свою очередь, оказывают повреждающее действие на мембраны и клеточные структуры. Как следствие, образуются сшивки полимеров, набухание митохондрий и разобщение окислительного фосфорилирования, инактивация тиоловых ферментов, участвующих в дыхании и гликолизе. И таким образом, все это способствует дальнейшему разрушению липидной основы мембран.

Выход большого количества жирных кислот активирует также цикл арахидоновой кислоты, что вызывает накопление вторичных ее продуктов – эйкозаноидов, способствующих агрегации форменных элементов крови и вазоконстрикции. Эйкозаноиды и фактор активации тромбоцитов обуславливают дополнительные нарушения микроциркуляции крови, которые усугубляют ишемический процесс.

Все рассмотренные выше подходы являются элементами (частными развитиями) т.н. молекулярно-генетической теории, согласно которой продолжительность жизни определяется генетически заданными параметрами защитных систем организма и обуславливается генетически же детерминированным дефицитом надежности различных биологических конструкций уже на уровнях их организации.

На практике все это сводится к призыву тушения радикалов. При этом в литературе уже накоплена необъятная информация не только о механизмах радикальных повреждений, но и о механизмах тушения радикалов.

Ничего этого я здесь больше касаться не буду, а отмечу лишь следующее: именно при гипоксии и ишемии, то есть при снижении поступления кислорода в цепи митохондриального окислительного фосфорилирования собственно и образуются оксидрадикалы и идут, таким образом, процессы образования цитотоксических соединений. Это обуславливается тем, что снижение уровня кислорода в тканях стимулирует восстановление молекулярного кислорода путем одноэлектронного переноса с образованием супероксидрадикала. А далее и включается названная выше цепь Габера–Вайса с образованием оксидантов как радикальной так и не радикальной природы, которые в свою очередь, и способствуют бесчисленным повреждениям и образованию различных дитоксических соединений. Отсюда очевидно, что призыв к тушению радикалов всеми доступными методами это очередное заблуждение официальной медицины. И есть уже

данные, что это приводит к тяжелейшим последствиям. Очевидно и то, что упорядочения механизма радикального окисления можно добиться лишь путем стимулирования синтеза естественных антиоксидантов – супероксиддисмутаза, каталазы и особенно глутатиона. Но главное, на мой взгляд, условие здоровья и продления срока жизни людей – это нормальная (достаточная) оксигенация организма. Но, думаю это не единственный (а возможно и не главный) путь обеспечения длительного "нормального" функционирования организма человека.

Так, на мой взгляд, сейчас есть все основания считать, что неотъемлемым атрибутом нормальной организации и нормального функционирования многоклеточных организмов является оптимальный (определенный эволюцией) уровень взаимодействий органических соединений с неорганическими веществами, а нарушение в силу каких-нибудь причин этого уровня взаимодействий приводит к множеству патологий и старению организма.

Это, в свою очередь, позволило сформировать собственный, оригинальный, по моему мнению, подход к проблеме старения организма человека, суть которого состоит в том, что при нарушении нормального уровня взаимодействия органических и неорганических соединений возможны два (и оба неблагоприятные для организма) результаты. Так, при устойчивом сдвиге этого динамического равновесия в сторону образования прочных биоминеральных комплексов, – к биоминерализации (патологической) склонны разные органы и ткани, которым в норме это не свойственно. Это, в свою очередь, способствует развитию и неблагоприятному ходу большинства самых разнообразных болезней: от многочисленных болезней сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем, коллагенозов и разных форм артритов до мочекаменной и желчекаменной болезней. Напротив, при недостаточной стабилизации биополимеров неорганическими электролитами, в тканях, очень вероятно, идет неконтролируемая авто- и гетероассоциация (в том числе полимеризация по радикальному механизму) биополимерных молекул с образованием устойчивых и лишенных определенных физиологических функций соединений (амилоидов). Амилоидоз, как известно, также системная болезнь, которая тоже повреждает практически все органы и ткани (нервы, почки, миокард, кожу, пищеварительную систему, крупные сосуды и др.). Возможно, амилоидоз является также и причиной болезней Паркинсона и Альцгеймера.

Для предупреждения патологической биоминерализации различных органов и тканей организм, как известно, использует два диаметрально противоположные, и вместе с тем дополняющие друг друга, механизмы. Так, в основных жидкостях внутренней среды (спинномозговой, интерстициальной, крови и др.) для этого преимущественно используются цепочки сопряженных буферных систем, что обеспечивает удивительную стабильность их физико-химических характеристик. В жидкостях выделительной системы (слюна, моча, желчь и др.) это обеспечивается преимущественно сложными процессами поддержания колебательного механизма основных физико-химических параметров этих сред. В этом, последнем, случае изменения сформированных эволюцией частотно-амплитудных характеристик колебательных процессов также предоставляют возможность формирования патологических биоминералов.

Ясно, что указанные выше системы являются открытыми и функционально связанными между собой. Ясно и то, что сколько-нибудь значительные и устойчивые смещения физико-химических параметров в первом случае (например, в результате воспаления, которое, как известно, является или причиной, или следствием, или сопутствует ишемии и гипоксии) приводят к прогрессирующей минерализации различных органов и тканей (физико-химический механизм этого см. выше) и, соответственно, приводят к различным болезням и старению. Отклонения же от нормы частотно-амплитудных характеристик временных изменений физико-химических параметров выделительной системы (механизм этого также довольно прост и понятен), также приводят к аналогичным драматическим последствиям.

Думаю, что картина, описывающая роль взаимодействия биополимеров с неорганическими веществами в функционировании живых систем, была бы излишне мрачной и неполной, если не упомянуть один, в целом, отрадный факт. Так, на определенном этапе

онтогенеза, контролируемое организмом по сложной программе взаимодействие биополимеров (преимущественно коллагеновых белков и гликопротеидов) с неорганическими соединениями (преимущественно с кальциевыми солями фосфорных кислот) все-таки приводит к образованию нормальных биоминералов – зубов и костей скелета. Однако, здесь, по совершенно очевидным причинам, уместно еще раз повторить, что достаточно длительное нормальное функционирование и этих "нормальных" биоминеральных образований, по-видимому, возможно лишь при постоянном "контроле" и непрерывной "коррекции" со стороны разноуровневых систем организма. При переходе же взаимодействия органических соединений с неорганикой из стационарного в хотя бы слабовыраженный кинетический режим, функциональные качества и зубов, и костей, как известно, катастрофически уменьшаются или в результате деминерализации (кариес, остеопороз), или же излишней минерализации (породонтоз, хрупкость костей).

Таким образом, из сказанного, с неизбежностью следует еще один пессимистический вывод: "патологическая биоминерализация", как это не грустно сознавать, является "нормой" и таким образом, именно она, по-видимому, является наиболее универсальной и естественной (то есть термодинамически и кинетически обусловленной) причиной старения многоклеточных организмов. Следовательно, любая попытка нормализации процессов биоминерализации одновременно является попыткой понять и разработать универсальную схему лечения необъятного числа заболеваний (см. выше). С другой стороны, нормализация процессов биоминерализации является также универсальным способом борьбы со старением и, очевидно, универсальным методом продления активной жизни человека.

**Білобров В.М. Хвороби і старіння. Погляд ззовні.** – Розглянуто деякі аспекти впливу хвороб на процес старіння. Обговорено інформативність і вірогідність визначення окремих біологічних показників життєздатності. Перераховано основні фізико-хімічні механізми старіння. Зроблено висновок, що найбільш універсальної і природною (тобто термодинамічно і кінетично обумовленою) причиною старіння є відхилення від "нормального" (тобто визначеного еволюцією) рівня взаємодії органічних сполук з неорганічними речовинами.

*Ключові слова:* хвороби, старіння, термодинаміка, кінетика, біомінералізація.

**Bilobrov V.M. Diseases and ageing. A view from the outside.** – Some aspects of influence of illnesses on process of ageing surveyed. Is discussed selfdescriptiveness and reliability of definition of separate biological indexes of viability. The basic physicochemical mechanisms of ageing are numbered. The deduction is made, that most universal and natural (that is thermodynamics' and kinetically caused) parent of ageing is diversions from "normal" (that is particular evolution) level of interaction of organic compounds with mineral substances.

*Key words:* illnesses, ageing, thermodynamics, kinetics, biomineralization.

**С.В. Грищенко, И.И. Солдак, В.А. Шамрай, И.М. Нагорный**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИИ**  
**СРЕДИ ВОЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

*Государственный медицинский университет им. М. Горького;*  
*83003, г. Донецк, пр. Ильича, 16*

**Грищенко С.В., Солдак И.И., Шамрай В.А., Нагорный И.М. Современные закономерности формирования патологии среди взрослого населения Донецкой области.** – Самый низкий уровень заболеваемости населения Донецкой области приходится на сельскохозяйственные районы, а высокий – промышленно развитые районы. Наиболее часто возникают злокачественные новообразования органов дыхания, желудка, кожи, молочной железы и кишечника.

*Ключевые слова:* заболеваемость, злокачественные новообразования, промышленный регион.

### **Введение**

Здоровье человека является наивысшей общественной и индивидуальной ценностью, которая в значительной мере влияет на процессы и результаты экономического, социального и культурного развития страны, определяет состояние национальной безопасности и служит важнейшим критерием благополучия общества [4, 6, 8]. Уровни заболеваемости населения – частота возникновения и распространенность заболеваний – относятся к основным показателям популяционного здоровья, наиболее объективно характеризующим как его общее состояние, так и степень воздействия различных факторов окружающей среды [2, 6]. Особую тревогу исследователей в последние годы вызывает здоровье жителей экокризисных регионов [1, 3, 7]. Население этих территорий на протяжении длительного периода времени подвергается мощному негативному воздействию разнообразных антропогенно-экологических факторов, которое зачастую усугубляется сложной социально-экономической ситуацией [5, 9]. Донецкая область с полным основанием может быть отнесена к наиболее неблагоприятным в экологическом отношении регионам Украины [1, 9]. В связи с этим, актуальной является цель настоящей работы – установление современных закономерностей формирования патологии среди взрослого населения Донецкой области.

### **Материалы и методы исследования**

Изучение заболеваемости населения Донецкой области производилось в период 1980-2002 гг. в пяти городах (Донецк, Мариуполь, Константиновка, Славянск, Артемовск) и пяти сельских районах (Володарский, Первомайский, Марьинский, Александровский, Краснолиманский), контрастных по уровню антропогенного загрязнения окружающей среды. Были изучены частота возникновения и распространенность следующих классов заболеваний (по Международной классификации болезней 10-го пересмотра): болезни сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной, пищеварительной, мочеполовой и костно-мышечной систем, органов дыхания, злокачественных новообразований и врожденных пороков развития. При этом были обработаны первичные медицинские документы и сводные формы, а также данные областного управления статистики за период 1980-2002 гг. За этот же период времени проанализированы материалы ежегодных сборников "Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждения Донецкой области", издаваемых Центром медицинской статистики управления здравоохранения Донецкой областной госадминистрации.

Все полученные данные обрабатывались по общепринятым методам вариационной статистики с определением относительных и средних арифметических величин ( $M$ ), их ошибок ( $m$ ), критерия ( $t$ ) и степени достоверности ( $p$ ) с помощью лицензионного пакета прикладных программ StatGraph [4].

## Результаты и их обсуждение

В результате многолетнего (1980-2002 гг.) изучения структуры первичной и общей заболеваемости жителей Донецкой области, а также причин их смертности был установлен дифференцированный вклад основных классов болезней в эти процессы, что отражено в табл. 1.

Таблица 1

### Удельный вес основных классов болезней (по МКБ – X) в структуре частоты возникновения и распространенности заболеваний, а также смертности от них населения Донецкой области (% , $M \pm m$ , $n=23$ )

Показатели популяционного здоровья	Наименования классов болезней										
	Болезни крови и кроветворных органов	Болезни эндокринной системы	Болезни нервной системы	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Болезни костно-мышечной системы	Болезни мочеполовой системы	Болезни системы кровообращения	новообразования	Врожденные аномалии развития	Удельный вес основных десяти классов болезней
Частота возникновения	0,4± 0,02	1,1± 0,1	1,9± 0,1	43,7± 1,2	3,5± 0,3	5,1± 0,4	5,7± 0,8	6,7± 0,7	1,2± 0,2	0,1± 0,04	69,4± 2,3
Распространенность	0,5± 0,01	3,0± 0,2	2,9± 0,2	22,7± 0,8	9,3± 0,7	6,2± 0,5	5,2± 0,6	25,2± 1,3	2,3± 0,1	0,3± 0,05	77,6± 3,6
Смертность	0,1± 0,01	0,4± 0,01	0,7± 0,03	4,1± 0,3	3,1± 0,2	0,1± 0,02	0,7± 0,06	60,9± 3,8	13,7± 0,5	0,3± 0,06	84,1± 3,1

Как видно из данной таблицы, основной вклад в формирование патологии населения экокризисного региона вносят десять классов болезней (по МКБ – X) – их удельный вес составляет от 69,4 до 77,6% в структуре первичной общей заболеваемости. Еще большее значение принадлежит этим классам болезней в структуре причин смертности жителей Донецкой области (84,1% всех случаев смерти обусловлены именно этими заболеваниями). В связи с этим, для дальнейшего углубленного изучения частоты возникновения болезней среди взрослого и детского населения экокризисного региона, проживающего на территориях, контрастных по уровню загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, нами были отобраны следующие десять классов заболеваний: 1) болезни крови и кроветворных органов; 2) болезни эндокринной системы; 3) болезни нервной системы; 4) болезни органов дыхания; 5) болезни системы кровообращения; 6) болезни органов пищеварения; 7) болезни костно-мышечной системы; 8) болезни мочеполовой системы; 9) новообразования; 10) врожденные аномалии развития.

Среднемноголетние (1980-2002 гг.) уровни частоты возникновения болезней вышеперечисленных классов, зафиксированные среди взрослого населения 5 городов и 5 сельских районов Донецкой области, различающихся по степени загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, представлены в табл. 2.

Анализируя данные табл. 2, необходимо отметить четко выраженную закономерность: достоверно самые высокие ( $p < 0,05$ ) показатели заболеваемости населения на протяжении всего 23-летнего периода наблюдения регистрировались среди жителей трех крупнейших промышленных городов области – центров черной и цветной металлургии, химической и коксохимической промышленности (города Донецк, Константиновка и Мариуполь), а достоверно наиболее низкие ( $p < 0,05$ ) – в популяциях двух периферийных, чисто сельскохозяйственных районов – Краснолиманского и Александровского. Различия в частоте

возникновения всех заболеваний среди взрослого населения вышеуказанных групп территорий достигают 2,5-кратной величины, в то время как расхождения этих же показателей со среднеобластным уровнем составляет лишь 1,5–1,7 раза. Очень высокие показатели первичной заболеваемости, близкие соответствующим значениям для крупных городов области характерны также для двух сельских районов – Первомайского и Володарского, расположенных в зоне негативного воздействия мощных атмосферных выбросов металлургических заводов г. Мариуполя. При этом по некоторым классам болезней (заболевания системы кровообращения, болезни органов пищеварения и мочеполовой системы) в популяциях этих районов отмечаются более высокие уровни первичной заболеваемости, чем в некоторых крупных промышленных центрах. В целом же, по частоте возникновения большинства заболеваний среди взрослого населения изучаемые территории Донецкой области можно условно разделить на три довольно четко различающиеся группы. В первую группу (с максимальными уровнями заболеваемости) входят города Донецк, Мариуполь и Константиновка, Первомайский и Володарский сельские районы; вторую группу (со средними уровнями заболеваемости населения, достоверно не отличающимися ( $p < 0,05$ ) от среднеобластных показателей) образуют города Артемовск и Славянск, а также Марьинский сельский район; в третью группу (с минимальными уровнями заболеваемости по всем классам болезней) входят Краснолиманский и Александровский сельские районы.

Анализируя и сопоставляя между собой данные табл. 1 и 2, можно сделать вывод о том, что отобранные для углубленного анализа десять популяций имеют в целом сходную с областной структурой первичной заболеваемости взрослого населения. Так, закономерностью, общей для них и всего экокризисного региона в целом, является резкое преобладание среди прочих нозологических форм болезней органов дыхания (1-е место: 43,7%). Сравнительно высокий удельный вес в структуре первичной заболеваемости взрослых жителей Донецкой области имеют болезни системы кровообращения (2-е место: 6,7%), мочеполовой (3-е место: 5,7%) и костно-мышечной (4-е место: 5,1%) системы, а также патология органов пищеварения (5-е место: 3,5%). Остальные пять из десяти рассматриваемых классов болезней занимают в общей структуре менее 2,0% каждый, а в совокупности их доля составляет лишь 4,7%. Впрочем, медицинское и социально-экономическое значение этих нозологических форм от этого не уменьшается, так как они, как правило, характеризуются гораздо большей, чем часто возникающие заболевания, распространенностью и летальностью. Подтверждением этому служат данные табл. 1. Из нее видно, что сравнительно редко возникающим новообразованиям (7-е место: 1,2% в структуре первичной заболеваемости) принадлежит гораздо более важное место в структуре причин смертности населения (2-место: 13,7%). Значительно выше, чем в структуре частоты заболеваний, удельный вес в структуре распространенности патологии таких классов болезней, как заболевания эндокринной (1,1 и 3,0% соответственно) и нервной (1,9 и 2,9%) систем, болезни органов пищеварения (3,5 и 2,9% соответственно), новообразования (1,2 и 2,3%). Напротив, болезни органов дыхания перемещаются с 1-го места в структуре частоты заболеваемости (43,7%) на 2-е место в структуре распространенности патологии (22,7%) и на 3-е место в структуре причин смертности (4,1%). На фоне этого особенно существенной в формировании патологии населения экокризисного региона представляется роль болезней системы кровообращения. Являясь часто возникающими заболеваниями (2-е место в структуре), они в то же время принадлежат к самым распространенным среди взрослых жителей Донецкой области (1-е место: 25,2%) и занимают ведущее положение как основная причина их смертности (1-е место: 60,9%).

Установленные общие закономерности структуры заболеваемости населения экокризисного региона имеют значительные особенности, обусловленные, по нашему мнению, различиями в уровнях контаминации тяжелыми металлами окружающей среды городов и районов Донецкой области и, следовательно, контрастными величинами их суммарной среднесуточной физиологической нагрузки на организм жителей. Так, данные

табл. 2 свидетельствуют о том, что достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокий, чем в среднем по области, удельный вес в структуре первичной заболеваемости взрослого населения городов Донецк, Мариуполь, Константиновка, Володарского и Первомайского сельских районов (максимальный уровень физиологической нагрузки тяжелых металлов) занимают болезни нервной и костно-мышечной систем, органов пищеварения и дыхания, системы кровообращения, а также новообразования. В то же время, в экологически наиболее благополучных Александровском и Краснолиманском сельских районах таких отклонений от среднеобластных показателей не наблюдается ( $p < 0,05$ ).

Многочисленные литературные источники [2, 5, 6, 8] упоминают о мутагенном и тератогенном действии тяжелых металлов, в том числе в концентрациях, реально присутствующих в объектах окружающей среды и продуктах питания. В связи с этим была изучена частота возникновения злокачественных новообразований всех основных 20-ти локализаций, а также врожденных пороков развития и самопроизвольных абортс среди населения Донецкой области за период с 1980 по 2002 гг. Итоги этого исследования представлены в табл. 3. Как видно из табл. 3, наиболее часто ( $p < 0,05$ ) среди жителей экокризисного региона возникают злокачественные новообразования трахеи, бронхов и легких (1-е место: 19,4% в структуре онкозаболеваемости), желудка (2-е место: 14,0%), кожи (3-е место: 10,9%), молочной железы (4-е место: 10,3%), прямой (5-е место: 6,2%) и ободочной (6-е место: 6,0%) кишки, наиболее редко ( $p < 0,05$ ) – онкологические заболевания щитовидной железы (последнее 20-е место в структуре – 1,3%), злокачественная меланома кожи (19-е место: 1,34%), новообразования пищевода (18-е место: 1,8%), губы и предстательной железы (16-е место: по 2,1%).

Общей закономерностью пространственного распределения большинства злокачественных опухолей в популяции экокризисного региона является возрастающий тренд частоты их возникновения в направлении от экологически более благополучных районов к менее благополучным. Исключение при этом составляют несколько локализаций новообразований, детерминируемых в основном природно-географическими или социально-бытовыми факторами (солнечное ультрафиолетовое излучение, климат, минерально-солевой состав питьевой воды, особенности быта, образа жизни и т.д.): рак губы и кожи, злокачественная меланома кожи, опухоли предстательной железы и шейки матки. В остальном же проявляется четкая закономерность: наиболее высокие ( $p < 0,05$ ) уровни частоты возникновения злокачественных опухолей большинства локализаций на протяжении всего 23-летнего периода наблюдения регистрировались среди жителей городов Мариуполь, Константиновка, Донецк, а также Первомайского и Володарского сельских районов, а наиболее низкие ( $p < 0,05$ ) среди сельского населения Александровского и Краснолиманского районов. Города Славянск, Артемовск и Марьинский сельский район образуют группу территорий со средним уровнем онкозаболеваемости населения, достоверно не отличающимся ( $p < 0,05$ ) от среднеобластного показателя.

## **Выводы**

1. Ведущей современной закономерностью территориального распределения патологии среди населения Донецкой области являются ее достоверно ( $p < 0,05$ ) самые высокие показатели в популяциях городов Донецк, Мариуполь и Константиновка, в структуре промышленности которых преобладают металлургия, химия и коксохимия, относящиеся к основным источникам поступления тяжелых металлов в окружающую среду, а также среди жителей испытывающих мощное влияние их атмосферных выбросов сельских районов – Володарского и Первомайского. Наиболее низкие ( $p < 0,05$ ) показатели частоты возникновения всех заболеваний на протяжении 23-летнего периода наблюдения регистрируются среди населения периферийных, чисто сельскохозяйственных районов – Краснолиманского и Александровского.



Таблица 2

**Частота возникновения заболеваний среди взрослого населения городов и районов Донецкой области  
(случаи на 10 000 взрослых, 1990-2002 гг. (n=23) (M±m))**

Наименование городов и районов	Все заболевания	ранг	Болезни крови и кроветворных органов	ранг	Болезни эндокринной системы	ранг	Болезни нервной системы	ранг	Болезни органов дыхания	ранг	Болезни кровообращения	ранг	Болезни органов пищеварения	ранг	Болезни костно-мышечной системы	ранг	Болезни мочеполовой системы	ранг	Средний рейтинг	Рейтинговый ранг
г. Донецк	7171,3±515,2	2	21,3±0,7	1	67,3±3,5	1	572,5±63,4	1	2429,8±305,3	2	609,4±54,5	5	195,6±15,3	2	463,4±17,1	1	524,2±36,5	3	32,0	1
г. Мариуполь	7991,8±432,7	1	18,1±0,9	2	52,5±4,6	2	505,7±48,3	2	2689,5±343,7	1	673,2±60,1	4	189,7±10,3	4	285,7±19,8	5	595,9±34,3	1	12,4	3
г. Константиновка	6574,2±419,5	3	14,3±0,5	3	51,2±2,2	3	399,6±42,5	3	1758,4±255,4	3	701,5±63,2	1	307,8±48,9	1	458,5±21,2	2	562,5±24,8	2	22,3	2
г. Славянск	5381,5±265,1	5	8,7±0,6	4	33,8±5,1	6	247,7±21,5	6	1158,9±203,1	7	511,4±48,3	7	141,1±8,5	8	231,1±19,0	7	215,6±21,0	9	96,6	7
г. Артёмовск	5484,6±321,3	4	3,5±0,4	10	28,1±2,6	9	157,5±19,4	9	1096,7±121,4	8	463,0±39,7	8	145,3±9,5	7	182,6±15,2	8	303,8±19,6	6	67,7	8
Володарский район	4866,6±296,3	6	5,6±0,5	6	35,8±3,1	5	336,8±39,5	4	1491,5±198,3	4	678,9±71,4	3	186,6±11,4	5	288,9±18,7	4	475,8±26,1	5	45,7	5
Первомайский район	3473,8±306,9	8	6,0±0,7	5	30,8±3,4	7	283,3±30,4	5	1439,6±203,5	5	682,1±62,5	2	191,7±18,6	3	369,8±16,5	3	489,1±22,6	4	44,6	4
Марьинский район	4412,9±436,2	7	5,0±0,4	8	44,1±3,8	4	205,4±19,6	7	1233,2±181,7	6	533,1±51,5	6	175,1±10,9	6	243,3±20,2	6	269,3±18,4	7	76,3	6
Александровский район	3074,8±459,6	10	5,3±0,3	7	19,1±0,9	10	190,7±18,3	8	847,1±65,3	9	328,5±31,6	10	110,9±9,3	9	138,3±12,3	9	225,3±20,3	8	88,9	9
Краснолиманский район	3210,2±526,4	9	7,7±0,8	9	30,3±3,2	8	140,1±15,6	10	775,9±70,2	10	429,7±38,7	9	88,5±6,4	10	125,5±10,8	10	206,9±31,7	10	109,4	10
Среднеобластной показатель	53635±318,3		6,9±1,0		46,4±3,6		395,0±45,8		1531,6±281,6		527,1±53,0		172,1±12,7		261,3±20,5		384,5±23,6			

Примечание. P<0,05

Таблица 3

**Частота возникновения злокачественных новообразований среди населения городов и районов Донецкой области  
(стандартизованные показатели, случаи на 100 000 жителей, 1990-2002 гг.) (M±m, n=23)**

Наименование городов и районов	Локализации злокачественных новообразований																			
	Все локализации	ранг	Трахея, бронхи и лёгкие	ранг	Гортань	ранг	Полость рта и глотки	ранг	Пищевод	ранг	Желудок	ранг	Ободочная кишка	ранг	Прямая кишка	ранг	Предстательная железа	ранг	Мочевой пузырь	ранг
г. Донецк	307,9± 21,4	3	59,7± 4,4	3	5,8± 0,4	4	6,7± 0,3	5	4,1± 0,3	5	34,1± 2,7	5	22,1± 2,0	1	18,2± 1,6	1	6,5± 0,6	5	10,9± 0,9	3
г. Мариуполь	336,2± 28,3	1	68,9± 5,3	2	8,9± 0,7	1	6,9± 0,4	4	4,9± 0,5	2	50,2± 5,3	1	19,5± 1,8	2	16,5± 1,5	3	7,7± 0,8	2	11,2± 1,0	2
г. Константиновка	319,7± 25,8	2	73,8± 6,4	1	7,6± 0,6	2	7,9± 0,6	1	5,2± 0,6	1	42,1± 4,3	2	18,8± 1,5	3	17,4± 1,3	2	8,1± 0,9	1	12,1± 1,2	1
г. Славянск	201,3± 20,5	8	42,4± 2,3	7	4,0± 0,3	7	5,8± 0,4	6	3,0± 0,3	7	28,1± 2,0	7	14,5± 1,0	7	14,3± 1,0	7	4,0± 0,3	9	7,6± 0,6	7
г. Артёмовск	254,6± 19,7	6	38,2± 2,1	8	3,5± 0,2	8	3,9± 0,3	8	3,5± 0,3	6	23,3± 1,9	9	13,9± 0,9	8	12,8± 0,9	8	3,3± 0,2	10	7,1± 0,7	9
Володарский район	276,5± 23,0	5	49,5± 2,8	5	5,7± 0,6	5	7,0± 0,5	3	4,4± 0,4	4	36,4± 3,1	4	16,7± 1,1	6	15,2± 1,2	5	6,6± 0,5	4	9,3± 0,9	5
Первомайский район	289,8± 30,5	4	53,2± 3,5	4	6,3± 0,5	3	7,3± 0,5	2	4,7± 0,5	3	38,5± 3,6	3	17,9± 1,5	4	15,9± 1,3	4	6,8± 0,7	3	9,5± 0,8	4
Марьинский район	239,7± 21,2	7	45,8± 2,3	6	5,5± 0,4	6	4,1± 0,3	7	2,4± 0,2	8	30,3± 2,0	6	17,0± 1,3	5	14,6± 1,2	6	5,6± 0,5	6	8,9± 0,7	6
Александровский район	170,9± 16,2	9	30,1± 1,8	9	3,0± 0,2	10	3,2± 0,2	9	2,0± 0,2	9	27,9± 2,1	8	6,5± 0,6	10	8,7± 0,8	9	5,4± 0,5	7	7,4± 0,6	8
Краснолиманский район	158,6± 14,0	10	25,2± 1,5	10	3,2± 0,3	9	2,5± 0,2	10	1,5± 0,1	10	19,7± 1,2	10	7,9± 0,7	9	6,8± 0,7	10	4,5± 0,4	8	6,0± 0,5	1
Среднеобластной показатель	231,2± 25,3		44,8± 3,6		5,2± 0,5		5,3± 0,4		3,2± 0,2		32,1± 2,4		13,8± 1,0		14,3± 1,2		4,9± 0,5		7,8± 0,8	

Окончание табл. 3

Наименование городов и районов	Локализации злокачественных новообразований																			
	Щитовидная железа	ранг	Губа	ранг	Кожа	ранг	Злокачественная меланома кожи	ранг	Шейка матки	ранг	Тело матки	ранг	Яичники	ранг	Молочная железа	ранг	Кости и соединительная ткань	ранг	Лимфомы	ранг
г. Донецк	4,6± 0,5	1	2,6± 0,2	9	15,1± 0,9	10	2,9± 0,3	7	7,9± 0,6	10	16,3± 1,4	2	14,0± 1,2	3	40,4± 3,9	1	5,3± 0,6	5	10,8± 1,0	5
г. Мариуполь	4,4± 0,4	2	8,1± 8,9	1	48,6± 4,2	1	6,3± 0,7	1	15,0± 1,3	1	13,3± 1,0	6	14,7± 1,4	2	35,7± 3,6	3	6,7± 0,7	2	13,9± 1,2	2
г. Константиновка	4,1± 0,3	4	2,4± 0,2	10	16,1± 0,8	9	2,4± 0,2	8	8,9± 0,7	9	17,8± 1,5	1	15,3± 1,6	1	38,7± 3,5	2	6,8± 0,7	1	14,8± 1,3	1
г. Славянск	2,9± 0,3	6	4,5± 0,5	7	35,1± 2,8	3	5,2± 0,5	4	10,2± 0,9	7	12,4± 1,0	8	11,7± 0,9	7	20,4± 1,7	8	4,7± 0,4	7	7,1± 0,6	8
г. Артёмовск	2,3± 0,2	8	5,7± 0,5	6	41,8± 3,9	2	3,3± 0,2	6	10,0± 0,8	8	12,9± 0,9	7	10,5± 0,8	8	21,5± 1,9	7	3,5± 0,3	8	8,2± 0,7	7
Володарский район	3,8± 0,4	5	7,6± 0,7	3	28,6± 2,0	5	5,9± 0,6	2	14,0± 1,3	3	15,1± 1,2	4	12,9± 1,3	5	29,2± 2,2	5	6,1± 0,6	3	11,6± 1,2	4
Первомайский район	4,2± 0,4	3	8,0± 0,8	2	31,9± 3,5	4	5,8± 0,5	3	12,8± 1,1	4	15,8± 1,3	3	13,2± 1,2	4	29,8± 2,3	4	5,9± 0,5	4	12,0± 1,1	3
Марьинский район	2,5± 0,2	7	7,1± 0,6	4	24,8± 1,9	6	3,6± 0,3	5	14,8± 1,2	2	14,8± 1,1	5	12,3± 1,1	6	24,4± 2,0	6	4,9± 0,4	6	8,9± 0,9	6
Александровский район	1,1± 0,1	10	5,8± 0,6	5	22,1± 1,7	7	1,4± 0,1	9	11,6± 1,0	5	10,6± 0,9	9	6,5± 0,8	9	15,1± 0,9	9	3,0± 0,3	9	5,8± 0,6	9
Краснолиманский район	1,9± 0,1	9	2,8± 0,2	8	16,4± 1,2	8	0,7± 0,1	10	10,9± 1,0	6	8,5± 0,8	10	6,3± 0,7	10	15,0± 1,0	10	2,6± 0,2	10	4,8± 0,4	10
Среднеобластной показатель	3,0± 0,4		4,9± 0,4		25,1± 2,0		3,1± 0,2		12,6± 1,2		12,0± 1,3		11,8± 1,4		23,8± 2,5		4,2± 0,4		7,7± 0,7	

2. В структуре заболеваемости населения экокризисного региона наибольший удельный вес принадлежит болезням органов дыхания (1-е место: 43,7%), системы кровообращения (2-е место: 6,7%), мочеполовой (3-место: 5,7%) и костно-мышечной (4-е место: 5,1%) систем, а также заболеваниям органов пищеварения (5-е место: 3,5%). Выявлены закономерные региональные отличия в структуре частоты возникновения заболеваний среди жителей Донецкой области. Достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокую, чем в среднем по региону, долю в структуре первичной заболеваемости населения городов Донецк, Мариуполь, Константиновка, Володарского и Первомайского сельских районов (максимальный уровень физиологической нагрузки тяжелых металлов) занимают болезни нервной и костно-мышечной систем, органов пищеварения и дыхания, системы кровообращения, а также новообразования. В противоположность этому, в экологически условно "чистых" Краснолиманском и Александровском сельских районах таких отклонений от среднеобластных показателей не наблюдается ( $p < 0,05$ ).

3. Общей закономерностью пространственного распределения злокачественных опухолей, врожденных пороков развития и самопроизвольных абортов в популяции экокризисного региона является возрастающий тренд частоты их возникновения в направлении от экологически более благополучных районов к менее благополучным. Самые высокие ( $p < 0,05$ ) уровни заболеваемости данной патологией зафиксированы среди жителей городов Мариуполь, Константиновка и Донецк, а также Первомайского и Володарского сельских районов, а наиболее низкие ( $p < 0,05$ ) – среди сельского населения Александровского и Краснолиманского районов.

4. Наиболее часто ( $p < 0,05$ ) среди жителей Донецкой области возникают злокачественные новообразования трахеи, бронхов и легких (1-е место: 19,4% в структуре онкозаболеваемости), желудка (2-е место: 14,0%) кожи (3-е место: 10,9%), молочной железы (4-е место: 10,3%), прямой (5-е место: 6,2%) и ободочной (6-е место: 6,0%) кишки, наиболее редко ( $p < 0,05$ ) – онкологические заболевания щитовидной железы (последнее, 20-е место в структуре: 1,3%), злокачественная меланома кожи (19-е место: 1,34%), новообразования пищевода (18-е место: 1,4%), костей и соединительной ткани (17-е место: 1,8), губы и предстательной железы (16-е место: по 2,1%).

### Список литературы

1. Агарков В.И., Грищенко С. В., Грищенко В.П. Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк: Донеччина, 2001.
2. Білецька Е.М. Гігієнічна характеристика важких металів у навколишньому середовищі та їх вплив на репродуктивну функцію жінок: Автореф. дис. – К., 1998.
3. Боев В.М., Лесцова Н.М., Амерзянова Н.М. и др. Гигиеническая оценка содержания микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания в системе социально-гигиенического мониторинга // Гиг. и сан. – 2002. – № 2. – С. 71-73.
4. Голяченко О.М., Сердюк А.М., Приходський О.О. / Соціальна медицина, організація та економіка охорони здоров'я. – Тернопіль – Київ – Вінниця, 1997.
5. Мудрий И.В. Тяжелые металлы в системе почва – растение – человек (обзор) // Гиг. и сан. – 1997. – № 1. – С. 14-17.
6. Оценка рисков для организма человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья / Гигиенические критерии состояния окружающей среды 170 // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 1995.
7. Паранько Н.М., Рублевская Н.И. Гигиеническая характеристика загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды промышленного региона и иммунный статус детей // Гиг. и сан. – 1999. – № 2. – С. 51-54.
8. Стратегия оценки безопасности пищевых продуктов, полученных с помощью биотехнологии: Доклад объединенного совещания ФАО/ВОЗ. – Женева: ВОЗ, 1994.

9. Тимофеев М.М., Александров С.Н. и др. Загрязнение тяжелыми металлами Донецкой области, их судьба в почве, растениях, животных, механизмы действия в биологических объектах. – Донецк, 1996.

Грищенко С.В., Солдак І.І., Шамрай В.А., Нагорний І.М. Сучасні закономірності формування патології серед дорослого населення Донецької області. – Самий низький рівень захворюваності населення Донецької області припадає на сільськогосподарські райони, а високий – на промислово розвинуті райони. Найбільш часто виникають злоякісні новоутворення органів дихання, шлунка, шкіри, молочної залози і кишечника.

*Ключові слова:* захворюваність, злоякісні новоутворення, промисловий регіон.

**Grishchenko S.V., Soldak I.I., Shamrai V.A., Nagorni I.M. Current regularities of formation of pathologies among adult population in Donetsk region.** – The lowest sickness rate in Donetsk region is observed in rural areas, while the highest – in industrially developed ones. Most typical malignancies include respiratory organs, stomach, skin mammary gland and intestines.

*Key words:* sickness rate, malignant neoplasm, industrially developed region.

**В.А. Максимович, М.В. Максимович**  
**ПСИХОГЕННАЯ АНТИЭНТРОПИЯ**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

**Максимович В.А., Максимович М.В. Психогенная антиэнтропия.** – Информационный потенциал Вселенной всегда будет превосходить информационный потенциал психики индивидуального и коллективного субъекта, а поток переноса неисчерпаем и однонаправлен. Учитывающие это математические модели аналогичны энтропийным, но противоположны по знаку: антиэнтропийны.

*Ключевые слова:* психика, антиэнтропия, математическая модель.

### **Введение**

В публикации С.В. Беспаловой, В.А. Максимовича [1] была смоделирована динамика экологической энтропии и среди прогнозируемых сценариев не найдено ни одного оптимистического и даже стабилизирующего ситуацию в локальном или глобальном масштабах. Высказано мнение, что для научного решения проблемы предотвращения катастрофического развития необходим поиск на фундаментальном уровне законов антиэнтропии, в частности предполагаемой экологической антиэнтропии. Первый частичный шаг в этом направлении был сделан В. Максимовичем и М. Максимовичем [4] при формировании закона сохранения мотиваций и тем самым общего набора психических актов, инициируемых мотивациями. В дипломной работе М.В. Максимович [5], опираясь на обнаруженные нобелевским лауреатом М. Эйгеном закономерности конкурентной борьбы биообъектов, модернизировал их для отображения соревнования навязанных извне (рекламой) мотиваций и предложил критерий определения победителя. Учитывая память, это был шаг, приблизивший к распространению закономерностей на развитие, совершенствование психики, обогащение ее новым не только с помощью гетероуправления, но и самоуправления. Эта задача – раскрытия наиболее общих закономерностей гетеро- и самосовершенствования психики и была поставлена в презентуемой работе.

Речь пойдет не вообще о возникновении мотивации в совокупности с известными, как и она, актами ее реализации. Подразумеваться будет возникновение мотивации к новому, в чем-то новой мотивации с цепочкой психоактов, качественно подчиненных этому новому. Для обозначения такого своеобразно нового психического проявления введем термин психоновь. Может возникнуть недоумение, почему введено наименование психоновь, а не использован широко распространенный термин информация. Дело именно в широкой распространенности и неоднозначности термина информация. Имеется множество его определений самого широкого спектра – от расплывчатых, таких как сообщение, осведомление о чем-либо, до одного из точных в количественном отношении, но ограниченного по применению определения Клода Э. Шеннона. Именно поэтому, учитывая концептуальную акцентуацию на психические акты, введен термин психоновь, отграничивающий рассматриваемое явление от множества других. Он относится лишь к той части содержащейся в мире информации, которая стала известной одиночному или коллективному субъекту и инициировала его действия, прежде всего психические, по реализации возникшего мотивационного побуждения. Психоновь периодически возникает у одиночного или коллективного субъекта самопроизвольно или навязано, например, под влиянием рекламы. Предварительно и в дальнейшем психоновь вступает в конкуренцию с другими потенциальными претендентами на эту роль, а также с уже устоявшимися в психике мотивационно-кинетическими процессами.

Попробуем формализовать критерий побеждающей психонови:

$$\eta_i = \frac{v_i^+}{v_i^- + v_{i+n}^+}, \quad (1)$$

где  $\eta_i$  – сравнительная эффективность  $i$ -ой психонови;

$\nu_i^+$  – частота положительных результатов у лиц с  $i$ -ой психоновью, т.е. частота совпадения ожидаемого результата по мотивации с действительным по вектору (независимо от величины);

$\nu_i^-$  – частота суммарного нулевого и отрицательного результата у лиц с  $i$ -ой психоновью;

$\nu_{i+n}^+$  – частота положительного результата у лиц, избравших другую  $i+n$  конкурировавшую психоновью, а не  $i$ -ю.

Приведем огрубленный пример. Группе из  $N$  студентов (коллективный субъект) задана неизвестная им ранее задача и несколько гипотетических способов (примем 2-а) ее решения. Большинство студентов предпочли 1-й способ и приступили к ходу решения. Если бы речь шла только о мотивации, то мы бы заключили, что мотивация выбрать 1<sup>й</sup> способ превалировала у этого коллектива субъектов. Она у них победила. Но эффективна ли она в составе психонови, куда входит результат решения и правильный ход движения к этому результату, осталось неизвестным. Если фактический ответ на задачу по 1-му способу оказался верным, то положительное  $\nu_1^+$  существенно превышает отрицательное  $\nu_1^-$ , которое в большой группе может быть и не нулевым из-за ошибок в порядке решения. Естественно, в рассматриваемом случае числитель  $\nu_1^+$  будет больше суммы, стоящей в знаменателе:  $\nu_1^+ > \Sigma(\nu_1^- + \nu_2^+)$ , а эффективность первого способа превышает единицу ( $\eta_1 > 1$ ).

В реальной действительности бывает так, что оба способа в принципе пригодны для получения верного результата. Но один из способов (например, 2-ой), имеет больше ходов, дает больше ошибок. Тогда будет  $\eta_1 > \eta_2$ . Эффективность 1-ой психонови не только выявляется положительной, а больше 2-ой или нескольких других, что должно быть зафиксировано в памяти на будущее. Тем самым обогащается психический базис новым, ранее неизвестным.

Мы свидетели все возрастающих по интенсивности и расширяющихся по разнообразию информационных потоков, идущих к человеку. Все чаще поступают побуждения на формирование новых мотиваций, и соответственно чаще субъект сталкивается с психоновью как познавательной (когнитивной), так и прагматической. В итоге психика развивается и совершенствуется. Очевидно, тем самым у здоровых субъектов происходят антиэнтропийные процессы.

Чтобы показать характеристическую суть антиэнтропийных процессов, связанных с психикой, обратимся к их динамике у некоторого множества личностей.

Поставим задачу на близком биофизике языке. В координате  $l_0$  пространства нахождения коллективного субъекта (населения некоторой местности) в определенный момент времени  $t_0$  утвердилось у части личностей новая мотивация. Она влечет за собой адекватные ей психопроецессы, направленные на ее реализацию. Возникшая мотивация по законам массового сознания индуцирует распространение, перенос (от этого термина произошло название "теория переноса") соответствующей специфической активности психики по пространству и времени пребывания коллективного субъекта. Будем считать, что пространство рассматриваемых событий замкнуто. Под этим подразумевается, что личности с возникшей мотивацией не покидают границ пространства их первоначального пребывания, из-за границ не прибывают новые и отсутствуют существенные помехи.

При отдельно взятом возникновении у части коллектива некоторой мотивации ее распространение (вербальным, художественно-образным, иными путями) сводится к типичным задачам переноса: теплопроводности, диффузии, магнитной проницаемости и тому подобных. На этой основе формализуем задачу распространения рассматриваемого мотивированного психоакта. Для краткости будем именовать его по-прежнему психоновью и обозначим в уравнениях символом  $\psi$ . Приведем необходимый набор уравнений, характеризующих важные стороны процессов переноса явления, в данном контексте психонови:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \psi}{\partial t} &= a \frac{\partial^2 \psi}{\partial \theta^2}, \\ \psi(\theta, 0) &= \psi_0(\theta), \quad 0 \leq \theta \leq \theta_r, \\ \frac{\partial \psi}{\partial t}(0, t) &= \frac{\partial \psi}{\partial t}(\theta_r, t) = 0\end{aligned}\quad (2)$$

где  $\frac{\partial \psi}{\partial t}$  – частная производная психоновы во времени;

$\frac{\partial^2 \psi}{\partial \theta^2}$  – вторая частная производная психоновы по пространству;

$\theta$  – константа пространства коллективного субъекта;

$a$  – коэффициент, принимаемый в линейном приближении константным, причем  $a = (\kappa \theta^2) / c$ , в котором  $\kappa$  – коэффициент проводимости психоновы в субъектной среде, т.е. удельная емкость среды к психоновы на единицу пространства;

$\Psi(\theta, 0)$  – психоновь в точке пространства с координатами  $\theta$  в начальный (нулевой) момент;

$\Psi_0(\theta)$  – начальная функция распределения психоновы по пространству среды;

$\frac{\partial \psi}{\partial \theta}(\theta_r, t)$  – частная производная психоновы по пространству в момент времени  $t$  на

его границе ( $\theta_r$ ), в принятом граничном условии она равна нулю.

Общий ход и итог решения подобных синергетических задач известен и однотипен [3]. Скажем лишь, что решения позволяют качественно и количественно характеризовать зависимость распространения психоновы от первоначального ее распределения, от краевых условий и от других переменных. В прогностическом плане все решения данной задачи, поставленной в линейном приближении, будут характеризовать переход от одного к другому стабильным уровням психоновы с разной скоростью.

Положение, однако, проблемно, т.к. в реальных обстоятельствах субъект сталкивается не с одиночной психоновью, как это представлено в относительно простом варианте задачи, а с неким их множеством. Причем психоновы появляются в разных точках субъектного пространства, в разное время, чаще дискретно, но иногда близко к непрерывной последовательности. В таком усложненном, но линейном представлении задачи возможно была бы суперпозиция отдельных решений. Но дело в том, что есть, по меньшей мере, два условия, которые превращают задачу в существенно нелинейную.

Во-первых. В вышеприведенной задаче коэффициент  $a$  не является константой, а в общем случае находится в функциональной зависимости от психоновы в среде. В теории переноса такую зависимость отображают степенной функцией:

$$a = a_0 \psi^\sigma \quad (3)$$

Во-вторых. Содержание психоновей не одинаково, например, по полезным последствиям. Поэтому в решении должен быть добавочный член, учитывающий величину ценности психоновы. В соответствии с аксиологической (ценностной) теорией сдвиг от некоторого порогового уровня  $\psi_{\Pi}$  ценности отображается также степенной зависимостью:

$$\psi = q_0 \psi_{\Pi}^\beta \quad (4)$$

В (3) и (4) параметры  $a_0$ ,  $q_0 > 0$ ,  $\beta > 1$ . При этом коэффициент  $a_0$  и  $q_0$  константы, показатели  $\sigma$  и  $\beta$  задают скорость изменения функций (3) и (4).

С учетом (3) и (4) обобщенное уравнение распространения психоновы приобретает вид:

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial \theta} \left( a_0 \psi^\sigma \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + q_0 \psi_{\Pi}^\beta \quad (5)$$



Мы получили, так называемую, модель тепловых структур [2]. Ее применяют очень широко, не только в нелинейной термодинамике, давшей ей наименование, но в моделях распространения информации, физике плазмы и во многих других случаях. Следствия этой модели типичны, лишь трактуются на языке той задачи, которая решается.

Первоначально, на стадии квазистационарной динамики, происходит постепенное накопление психонии в субъектной среде. Но наступает момент ( $t_f$ ), называемый временем обострения, в который происходит смена режима динамики. За короткое время функциональная переменная, в данном случае психония ( $\psi$ ) возрастает теоретически (по математической модели) до бесконечности, а практически на несколько порядков или, по меньшей мере, в несколько раз. В этом случае, по-видимому, участвуют и внутренние эмерджентные силы субъектов среды. Это то, что называют временем рождения гениев и периодичность чего из истории хорошо известна. Подобное решение структурирующее. Его результатом являются новые упорядоченные образования. В зависимости от начальных условий, соотношения параметров  $\sigma$  и  $\beta$  в уравнение решения дают разные виды структур обострения. Могут быть локализованные, распространяющиеся и ограниченные области, с одним или несколькими максимумами и с другими структурными формами. В качестве примеров вспомним эпохи Возрождения, промышленной Революции в Англии и многие другие всплески психонии в том или ином районе земли, которые в последствие уже плавно распространялись среди субъектов разных стран и народов. Все сказанное вытекает из двух дополнительных уточнений–расшифровок уравнения (5):

$$t_0 \leq t < t_f < t_\infty, \quad (6)$$

$$\psi(0, t) \rightarrow \infty \text{ при } t \rightarrow t_f$$

Помимо того, что уже изложено, из (6) следует, что  $t_f$  бывает не обязательно однократно. Ведь на пути  $t \rightarrow t_\infty$  может появиться еще одно  $t_f$ , затем еще и т.д., но каждый раз с новыми начальными условиями, включающими возникшие при прежнем (прежних)  $t_f$ . На обычном языке это означает, что культурные, научные, политические и иные революции еще будут и будут и обогатят коллективную психику человечества неизвестным сейчас.

Практически все или почти все проанализированные только что закономерности относятся и к отдельно взятой личности. Если она продолжительное время получает большие объемы новой для себя информации (психонии), прямо или косвенно касающейся интересующей личность проблемы, то рано или поздно, так называемый инкубационный период, завершится всплеском озарения, как ее решить, и это понимание будет плодотворным.

Чтобы показать, что рассматриваемая проблема далеко не частная, а фундаментальная, сделаем научное отступление. Со времени Рудольфа Клаузиуса (1854) энтропию, которую он открыл и дал ей название, небезосновательно считают регрессом материального мира. Подтверждением этому служит ее формализм, из которого вытекает неизбежное постепенное превращение энергии в обесцененную форму, бесполезную для рабочих целей. Теоретики и экспериментаторы за 150 лет со дня открытия энтропии приложили гигантские усилия, чтобы обосновать обратные силы и процессы – антиэнтропийные. Не одноразовые в виде первотолчка по созданию нашего мира с последующей его энтропийной деградацией, а постоянно действующие. За определенные успехи в этом научном направлении присуждались Нобелевские премии, например, И. Пригожину. Но все же, по сравнению с радикальным открытием Р. Клаузиуса, это были паллиативы, к тому же они касались лишь материального мира. Прочитываем высказывание папы Пия XII (в 1951 г. в папской Академии наук): "Закон, открытый Р. Клаузиусом, дал нам уверенность в том, что в замкнутой материальной [разрядка наша] системе в конце концов процессы в макроскопическом масштабе когда-то прекратятся. Эта печальная необходимость свидетельствует о существовании Необходимого Существа".

К сегодняшнему дню понятие энтропии существенно расширилось и стало обобщенным. Оно распространилось на все те процессы, которые приведут энергию и

вещество к состоянию непригодному для использования человеком и к отсутствию возможности их реабилитировать с допустимым коэффициентом полезного действия (КПД). Особенно это стало ясным, когда возник перманентно нарастающий экологический кризис, когда самая опасная экологическая энтропия превратилась для всей биоты и человека в неотвратимую смертельную угрозу. Постепенно стало очевидным, что технические (материальные) средства не способны остановить экологическую энтропию, и что нужно на фундаментальном научном уровне искать антиэнтропийные закономерности.

Как следует из всего вышеизложенного о психике, она служит фундаментальным антиэнтропийным явлением. Об этом свидетельствует неуклонное расширение, преумножение ее возможностей, закономерный общий ее прогресс, появление в ней новых сил, умений, навыков, непредвиденных накануне. Интересно отметить, что динамика энтропии и динамика антиэнтропии (психоневы) подчиняются одним и тем же формальным законам, но с противоположно направленными векторами.

В чем же суть этого принципиального векторного различия? Обратимся при пояснении к мировой информации в виде фундаментальных законов и констант. Одни ученые считают, что они были еще до возникновения мира, в котором мы живем. Другие утверждают, что они появились вместе или даже чуть позже сотворения мира. Та или иная эволюция не имеет значения для понимания векторной направленности. Сейчас в безбрежном океане природной информации она распределена равномерно и "голографически". Не установлено какой-либо точки пространства–времени, в которой бы какой-то фундаментальный закон не действовал и отсутствовала бы какая-либо константа. К тому же эта громадная емкость – источник природной информации, неисчерпаем и потенциал неизвестного нам в этой емкости ( $\Psi_E$ ) можно считать бесконечным для наличествующих людей. Он бесконечно превышает ( $\Psi_E - \Psi_C = \infty$ ) потенциал знания любого субъекта ( $\Psi_C$ ): отдельного человека и коллективного знания. Уравнивать субъекта с "емкостью" можно лишь в идеале, если он станет Всезнающим и Всемогущим, т.е. Богом.

Если бы в материальном мире, который рассматривал Р. Клаузиус, был безбрежный и неиссякаемый "нагреватель", а не холодильник, то об энтропии не было бы речи. Но ограниченный нагреватель ведет к исчерпанию полезной для работы энергии и равномерному ее распределению в мире. Об этом и свидетельствует знаменитое уравнение Людвиг Больцмана:

$$S = k \ln W, \quad (7)$$

где S – величина энтропии;

k – константа, которая по предложению Марка Планка названа постоянной Больцмана;  $k=1,380658$ ;

W – вероятность состояния системы.

Если в уравнении (7) вероятность состояния системы (W) представляет сумму равновероятных ее частей, то в этом случае величина  $\ln W$  наибольшая. Из этого и исходил Л. Больцман, когда делал заключение, что рост энтропии (S) соответствует принципу наибольшей вероятности. Очевидно наибольшая вероятность системы, т.е. равновероятность ее частей, достигается при достижении системой потенциалов контактирующего с ней глобального "холодильника". В этом случае энтропия наибольшая, т.е. происходит "энтропийный ступор" системы, которая перестает быть способной производить какую-либо работу. Очевиден и вектор, направленный к "холодильнику", что соответствует принципу увеличения вероятности.

В случае с психикой и глобальной информацией – стабильным "антихолодильником", вектор повернут потому, что наибольшая вероятность достигалась бы, если бы психика доросла по насыщенности информацией (психоневью) до глобальных информационных плотностей. Но это устремленность к идеалу с соблюдением того же принципа наибольшей вероятности в психогенной антиэнтропии.

Остается еще решить, может ли психогенная антиэнтропия компенсировать материогенную энтропию и как практически подобное может происходить. О том, что

материальный мир воздействует на психику, известно из закономерностей психофизики. О том, что психика воздействует на материальный мир, известно, например, из идеомоторики. Но в области энтропии–антиэнтропии мы пока находимся на стадии сепаратных отношений. Энтропия сепаратно ведет материальный мир к гибели, а антиэнтропия сепаратно ведет психику к беспредельному совершенствованию, к равноправному представительству в идеальном мире.

Возникает ряд очень не простых вопросов. Прежде всего о взаимоотношении энергии, олицетворяющей материальный мир с его энтропией, и психо процессов с их антиэнтропийной направленностью. Этот большой вопрос можно подразделить на три подвопроса. На два из них мы выше уже давали ответ: энергия действует на психику, примером чего служит психофизика, а психика действует на энергию, примером чего служит идеомоторика. Третий вопрос остается открытым: сами по себе психические процессы проходят за счет затрат энергии или безэнергетическим путем.

В научном сообществе имеются сторонники одного и другого утверждения. Но в науке не действует принцип голосования, каких ответов больше, за тем и победа. Необходим решающий эксперимент. В этом плане следует отметить удивительный для материалистов факт. Обнаружено, что рост напряженности умственной деятельности (решение усложняющихся задач) при соблюдении равенства ее эмоциогенности, не сопровождается достоверным увеличением расхода энергии. Мозг как конструкция, обеспечивающая существование психики, расходует очень много энергии, но на самоподдержание своей функциональной структуры, а не на психические процессы. Даже на генерацию своей импульсации, с которой самым горячим сторонникам энергетичности не удалось установить расшифровывающую связь с внутренними вербальными обозначениями (по сути не психическими, а психофизиологическими, артикуляционными), мозг расходует лишь десятые доли процента энергии от основного обмена организма. Причем каких-то количественных отличий этой незначительной доли энергии, связанных с качественными особенностями психофизиологических (даже не психических!) процессов, также не установлено.

Но если психические процессы идут без затрат физической энергии, то природа их потенциалов и градиентов также должна быть не энергетической, а другой. Действительно, в публикации В.А. Максимовича и соавт. [4] о процессах принятия решений были обоснованы соответствующие психические потенциалы и градиенты, которые направляют выбор из альтернатив. Они не содержат энергетического компонента. В них фигурируют мотивация, субъективная вероятность, эмоциональная ценность – чисто психические категории. Конечно, при сравнении величин потенциалов и градиентов о них можно говорить как об "энергетически" больших или меньших, но исключительно применяя метафорический язык, а не язык точных наук.

В отличие от материальных потребностей (не духовных и социальных), возникновение которых, как правило, связано с физикой (физиологией), природа мотиваций всегда психическая. Создание программы действий при всех видах мотиваций также не требует обязательных затрат энергии. Выполнение программы через физиологические акты (моторику) нуждается в энергетическом обеспечении. Если же побуждение реализуется через психические акты, например, мышление, то непосредственно для этого энергия не нужна. Она, по всей видимости, нужна для поддержания порядка в мозговом доме, который служит обителью психики и обеспечивает ряд условий ее деятельности.

## **Выводы**

1. Предложен критерий возникновения в психике новых для нее побуждений, знаний и умений, включающих мотивацию и психоакты по ее реализации, чему дано название психонов и что является особенной частью информации.

2. В среде коллективного субъекта психонов закономерно распространяется, что можно отобразить, так называемой, моделью тепловых структур из теории переноса, причем

траектория динамики включает обострения (культурные, научные и иные революции), а в целом на прогресс психики не наложены ограничения.

3. Материогенная энтропия и психогенная антиэнтропия сепарантны, описываются одними и теми же уравнениями, но с разнонаправленными векторами.

### Список литературы

1. *Беспалова С.В., Максимович В.А.* Интегральная экология // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. научн. работ. – Донецк: ДонНУ, 2002. – Вып. 2. – С. 11-15.
2. *Катица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 206-282.
3. *Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика – теория самоорганизации (идеи, методы, перспективы) / Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования. – М.: Наука, 1988. – С.79-136.
4. *Максимович В., Максимович М.* Закон збереження мотивацій // Донецький Вісник наук. тов. ім. Шевченка. – Донецьк: Східний видавн. дім, 2004. – Т. 5. – С. 276-282.
5. *Максимович М.В.* Психофизическое моделирование рекламы: Дипломная работа. – Донецк: ДонНУ, 2004. – 95 с.

**Максимович В.О., Максимович М.В. Психогенна антиентропія.** – Інформаційний потенціал Всесвіту завжди перевершуватиме інформаційний потенціал психіки індивідуального і колективного суб'єкта, а потік перенесення невичерпний і однонаправлений. Математичні моделі, що враховують це, аналогічні ентропійним, але протилежні по знаку: антиентропійні.

*Ключові слова:* психіка, антиентропія, математична модель.

**Maksimovich V.A., Maksimovich M.V. Psihogennaya antientropiya.** – Informative potential of Universe always will excel informative potential of psyche of individual and collective subject, and the stream of transfer is inexhaustible and ondonpravlen. Taking into account this, mathematical models are similar entropiynim, but opposite on a sign: antientropiyuni.

*Key words:* psyche, antientropiya, mathematical model.

**О.И. Доценко, С.В. Перельструз**  
**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ НА ПРОЦЕСС**  
**СВЯЗЫВАНИЯ АЛЬБУМИНА С ИОНАМИ СВИНЦА**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

Доценко О.И., Перельструз С.В. Изучение влияния низкочастотной вибрации на процесс связывания альбумина с ионами свинца. – Методами спектрофотометрии и математического моделирования изучено взаимодействие в растворах сывороточный альбумин –  $Pb^{2+}$ , подвергавшихся вибрации на частотах 20, 30, 40, 50 Гц. Показано, что вибрация существенно изменяет конформацию альбумина, освобождая новые центры для связывания с ионами  $Pb^{2+}$ . Установлено наличие центров связывания различной природы для ионов  $Pb^{2+}$  на молекуле альбумина. Рассчитаны константы связывания ионов свинца с альбумином и количество центров связывания. Под действием вибрации константа связывания ионов с центрами первого типа увеличивается на 2–3 порядка в зависимости от частоты вибрации.

*Ключевые слова:* сывороточный альбумин, ионы  $Pb^{2+}$ , низкочастотная вибрация, СФ–спектры, математическое моделирование.

### **Введение**

Ведущим вредным профессиональным фактором производства вторичного свинца является пыль сложного химического состава с высоким содержанием свинца, обладающего кумулятивным и токсическим действием на организм работающих. Среднесменные концентрации свинца превышают соответствующие ПДК в 1,2–2,4 раза. Рабочие подвергаются также действию неблагоприятного микроклимата, вибрации, повышенных уровней шума. Результаты медицинского обследования рабочих свидетельствует о токсическом действии соединений свинца [1, 2].

Процесс свинцовой интоксикации сопровождается специфическими нарушениями метаболизма, что обусловлено кумулятивными свойствами свинца. Свинец является конкурентным биометаллом по отношению к кальцию и может вытеснять его из избирательных мест связывания с фосфатными, карбоксильными и сульфатными группами в тканях и на клеточных мембранах, реализуя свое повреждающее действие на них через нарушение пассивного транспорта  $Ca^{2+}$  через мембраны. Свинец может конкурировать за специфические места связывания на молекуле альбумина с другими биометаллами. В последнее время сформулирована концепция регуляции транспортной функции альбумина физическими факторами среды, которые посредством влияния на конформационное состояние молекулы альбумина могут модулировать взаимодействие веществ с его специфическими участками связывания и тем самым влиять на их транспорт в крови. К таким факторам относится и вибрация.

В литературе имеются данные о том, что в ответ на действие вибрации в растворе белка изменяется вязкость раствора, оптические свойства, рН, увеличивается содержание титруемых SH групп, понижается растворимость и т.д. [3], что прямо указывает на конформационные изменения в молекуле белка.

Таким образом, инициируя изменения конформации в молекуле альбумина, вибрация может непосредственно влиять на процессы связывания сывороточного белка с ионами свинца. Поэтому целью данной работы является изучение действия вибрации на процессы связывания ионов свинца с молекулами сывороточного альбумина.

### **Материалы и методы исследования**

Для проведения исследований использовали растворы альбумина человека (10%) и хлорида свинца. Концентрацию альбумина устанавливали спектрофотометрически, ионов свинца – методом комплексонометрического титрования.

Для изучения влияния вибрации на степень связывания ионов свинца с альбумином использовались серии растворов с постоянной концентрацией альбумина ( $1,2 \cdot 10^{-6}$  моль/л) и

переменной концентрацией ионов  $Pb^{2+}$  ( $n = \frac{C_{Pb^{2+}}}{C_{альб}} = 2,5 \div 0,25$ ). рН точек серии

поддерживали на уровне 7,4 добавлением фосфатного буфера для предотвращения денатурации белка. Серии растворов альбумин –  $Pb^{2+}$  вибрировали в течение 1 часа на частотах 20, 30, 40, 50 Гц с постоянным ускорением  $5 \pm 2g$ . Вибрация осуществлялась при помощи электромеханического преобразователя, подключенного к генератору Г6-27 [4].

Спектры поглощения для точек серии регистрировали после вибрации в УФ-области спектра (240 – 310 нм).

Данные спектрофотометрических измерений использовались для моделирования взаимодействий между альбумином и ионами  $Pb^{2+}$ , в ходе которого решалась задача о получении сведений о количестве различных типов центров связывания и величинах констант связывания для ионов  $Pb^{2+}$  на молекуле сывороточного альбумина.

Основу разработанной нами математической модели составили уравнения материального баланса и закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.

Уравнения материального баланса по центрам связывания на молекуле альбумина (1) и ионам  $Pb^{2+}$  (2) представлялись в виде уравнений:

$$n_j C_{общ.альб} = C_j + v_j C_{общ.альб} \quad (1)$$

$$L_{общ.Pb^{2+}} = L + \sum_{j=1}^m v_j C_{общ.альб} \quad (2),$$

где  $n_j$  – количество центров связывания типа  $j$ ,  $C_{общ.альб}$ ,  $L_{общ.Pb^{2+}}$  – общие концентрации ионов  $Pb^{2+}$  и альбумина в точках серии,  $C_j$  – концентрация центров, незанятых ионами  $Pb^{2+}$ ,  $L$  – свободная концентрация ионов  $Pb^{2+}$ ,  $v_j$  – число молей ионов  $Pb^{2+}$ , связанных с 1 молекул макромолекул в центрах связывания  $j$ -го типа.

Константы связывания ионов  $Pb^{2+}$  с центрами  $j$ -го типа определялись по уравнениям (3):

$$K_j = \frac{v_j C_{общ.альб}}{L \cdot C_{общ.альб} (n_j - v_j)} \quad (3)$$

Уравнение связи измеряемого физического свойства (оптической плотности растворов) с концентрациями всех частиц, присутствующих в системе записывали в форме (4).

$$A_{i\lambda} = C_{общ.альб} \left( \sum_{j=1}^m \varepsilon_{\lambda j} \frac{n_j L_i K_j}{1 + L_i K_j} + \varepsilon_{\lambda 0} \sum_{j=1}^m \left( n_j - \frac{n_j L_i K_j}{1 + L_i K_j} \right) \right) \quad (4),$$

где  $K_j$  – константа связывания  $Pb^{2+}$  с центрами  $j$ -го типа,  $\varepsilon_{\lambda j}, \varepsilon_{\lambda 0}$  – коэффициенты экстинкции занятых и свободных центров связывания.

Далее задача решалась с применением методов поисковой оптимизации. На первом шаге поиска задавали ориентировочный набор параметров  $n_j, K_j, L_i, \varepsilon_{\lambda j}, \varepsilon_{\lambda 0}$  и для каждой точки рассчитывали величины теоретического значения светопоглощения раствора ( $A_{i\lambda}^{теор}$ ), после чего находили в каждой точке разность ( $A_{i\lambda}^{теор} - A_{i\lambda}^{эксн}$ ) и минимизировали функционал  $F = \sum_j (A_{i\lambda}^{теор} - A_{i\lambda}^{эксн})^2$  по всем экспериментальным точкам  $i$ . Варьируя величины параметров  $n_j, K_j, L_i, \varepsilon_{\lambda j}, \varepsilon_{\lambda 0}$  определяли такой их набор, при котором  $F$  достигает своего минимума. Для отыскания минимума функции был применен метод

"деформируемого многогранника". Основное требование к модели: оптимальные значения параметров должны обеспечивать наименьшие отклонения рассчитанных свойств системы от соответствующих экспериментальных значений этих свойств.

### Обсуждение результатов

На рис. 1 показано изменение спектра поглощения раствора альбумина той же концентрации, что и в изучаемых сериях вызванное действием вибрации.

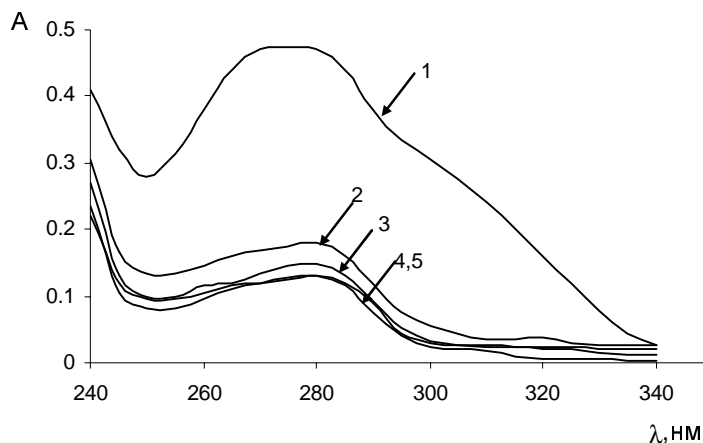


Рис. 1. Изменение интенсивности спектра поглощения раствора альбумина под действием вибрации. 1 – без вибрации, 2 – вибрация с частотой 40 Гц, 3 – вибрация с частотой 20 Гц, 4, 5 – 30 Гц и 50 Гц

Наблюдаемый гипохромный эффект связан с изменением конформации альбумина. Полученные данные позволяют предположить, что «раскручивание» молекулы альбумина приведет к появлению новых доступных центров связывания для ионов  $Pb^{2+}$ , и как следствие, усилит степень связывания этих ионов с альбумином.

Изменение спектров поглощения точек серии альбумин –  $Pb^{2+}$ , индуцированное вибрацией, показано на рис. 2.

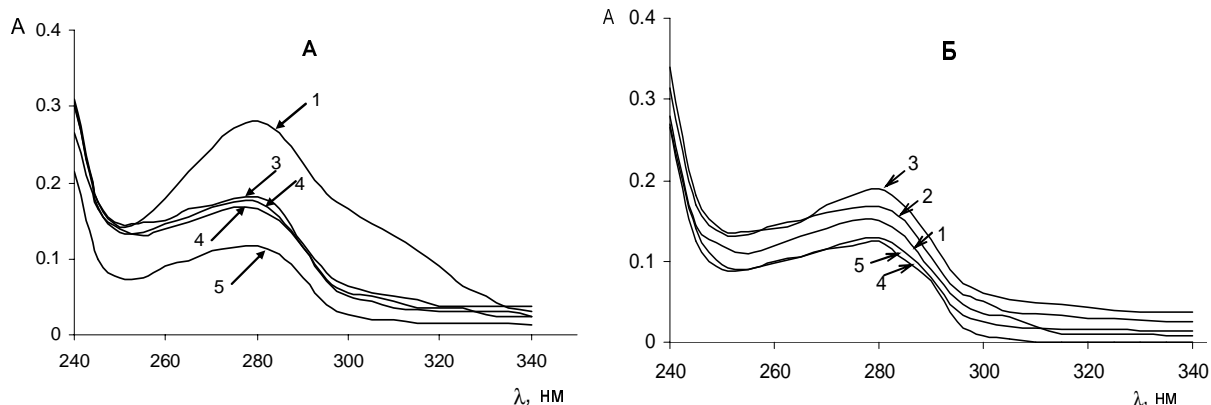


Рис. 2. Изменение спектров поглощения точек серии с  $n=0,25$  (А) и  $n=1,2$  (Б) под действием вибрации. 1 – без вибрации, 2 – вибрация с частотой 40 Гц, 3 – вибрация с частотой 20 Гц, 4 – 30 Гц и 5 – 50 Гц

Как видно из рис. 2 форма и интенсивность спектральных полос существенно зависит от соотношения компонентов в растворе и частоты механических колебаний. Однако даже визуальный анализ изменений интенсивности спектральных полос позволяет утверждать, что характер связывания ионов  $Pb^{2+}$  с молекулой альбумина меняется под действием вибрации.

В ходе математического моделирования нами было установлено, что молекула альбумина имеет два типа центров связывания для ионов  $Pb^{2+}$ . В естественной для альбумина конформации, связыванию доступно 123 центра первого типа и 116 – второго. В качестве центров связывания могут выступать карбоксильные, SH-, и возможно другие группы белка. Мы не ставили перед собой задачу точной идентификации этих групп, т.к. для точного ответа на этот вопрос необходимо проведение специальных исследований. Проведенные расчеты показали, что под действием вибрации число доступных для связывания центров увеличивается. Количество рассчитанных центров связывания для ионов  $Pb^{2+}$  на молекуле альбумина приведено в табл. 1. По-видимому, частота механических колебаний существенно влияет на конформацию альбумина в растворе. Вибрация на частоте 30 Гц увеличивает количество доступных центров связывания первого типа, в то время как вибрация на частоте 50 Гц делает более доступными центры второго типа. Вибрация с частотами 20 и 40 Гц примерно в одинаковой степени способствуют увеличению центров связывания первого и второго типа. В определении количества центров связывания мы допускаем некоторую неточность, вызванную погрешностями приготовления растворов и спектрофотометрических измерений.

Расчет констант связывания показал, что механические колебания усиливают взаимодействие свинца с альбумином. Полученные константы связывания приведены в табл. 2.

Таблица 1

**Количество доступных центров связывания на молекуле альбумина**

Тип центра связывания	Количество доступных центров связывания на молекуле альбумина				
	Без вибрации	Вибрация 20 Гц	Вибрация 30 Гц	Вибрация 40 Гц	Вибрация 50 Гц
1	123	132	177	143	133
2	116	150	131	144	170

Таблица 2

**Зависимость констант связывания для ионов свинца с альбумином от частоты вибрации**

Тип центра связывания	Константа связывания иона $Pb^{2+}$ с альбумином				
	Без вибрации	Вибрация 20 Гц	Вибрация 30 Гц	Вибрация 40 Гц	Вибрация 50 Гц
1	$8,9 \cdot 10^6$	$9,8 \cdot 10^8$	$1,006 \cdot 10^8$	$1,03 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^9$
2	$9,79 \cdot 10^4$	$7,7 \cdot 10^4$	$9,7 \cdot 10^4$	$9,12 \cdot 10^4$	$2,410^5$

Из табл. 2 видно, что под воздействием механических колебаний с частотой 20 и 30 Гц константа связывания с центрами первого типа возрастает на два порядка, а при частотах 40 и 50 Гц увеличивается на три порядка. Константы связывания со вторыми центрами остаются приблизительно одинаковыми как после действия вибрации, так и без нее.



Таким образом, в ходе исследования установлено, что механические колебания усиливают связывание ионов свинца с сывороточным альбумином. Это может стать причиной вытеснения ионов биометаллов с их центров связывания и, как следствие, нарушения процессов метаболизма. Сочетание постоянной вредной вибрации при работе с пневматическими вибрационными инструментами (организм человека при этом подвергается низкочастотной вибрации 5–30 Гц с большими ускорениями) с присутствием свинцовых соединений в виде пыли или аэрозолей в воздухе, несомненно, будет усугублять патологические последствия от их воздействия на организм.

### Список литературы

1. Кундиев Ю. И., Стежка В.А., Дмитруха Н.Н., Лампека Е.Г. и др. Зависимость изменения иммунных и биохимических механизмов поддержания гомеостаза от материальной кумуляции свинца в организме // Мед. труда и пром. экол. – 2001. – № 5. – С. 11-17.
2. Федорук А.А. Медицина труда при получении свинца из вторичного сырья // Мед. труда и пром. экол. – 2001. – № 11. – С. 34-37.
3. Романов С.Н. Биологическое действие механических колебаний. – Л.: Наука, 1983. – 355 с.
4. Энглези А.П., Хиженков П.К., Нецветов М.В., Титов Ю.Д. и др. Влияние низкочастотных физических факторов на морфологию и ионный обмен в очагах травматической деструкции головного мозга. 1. Механические колебания // Вісник проблем біології і медицини. – 2002. – Вип. 9–10. – С. 48-54.

Доценко О.І., Перельструз С.В. Вивчення впливу низькочастотної вібрації на процес зв'язування альбуміну з іонами плюмбуму. – Методами спектрофотометрії і математичного моделювання вивчена взаємодія у розчинах сироватковий альбумін –  $Pb^{2+}$ , що піддавалися вібрації на частотах 20, 30, 40, 50 Гц. Показано, що вібрація істотно змінює конформацію альбуміну, звільняючи нові центри для зв'язування з іонами  $Pb^{2+}$ . Встановлено наявність центрів зв'язування різної природи для іонів  $Pb^{2+}$  на молекулі альбуміну. Розраховано константи зв'язування іонів плюмбуму з альбуміном і кількість центрів зв'язування. Під дією вібрації константа зв'язування іонів  $Pb^{2+}$  з центрами першого типу збільшується на 2-3 порядки в залежності від частоти вібрації.

*Ключові слова:* сироватковий альбумін, іони  $Pb^{2+}$ , низькочастотна вібрація, СФ-спектри, математичне моделювання.

**Dotsenko O.I., Perelstrooz S.V. The study of the influence of low-frequency vibration on process of binding albumin with plumbum ions.** – Interactions in solutions of serum albumin with  $Pb^{2+}$ , which were subjected to vibration with the frequency 20, 30, 40 and 50 hertz, were studied by methods of spectrophotometry and mathematical modeling. It has been investigated that vibration essentially changes the conformation of albumin, setting free new sites for binding of ions. The presence of the binding sites with different nature for ions of  $Pb^{2+}$  on the molecule of albumin has been determined. The binding constants of albumin for  $Pb^{2+}$  and the number of binding constants of  $Pb^{2+}$  with the centers of the first class increase on 2–3 orders under the action of vibration depending on the frequency of vibration.

*Key words:* serum albumin, ions of  $Pb^{2+}$ , low-frequency vibration, spectrum of spectrophotometry, mathematical modeling.

**Н.В. Говта**

**СОСТОЯНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТУДЕНТОВ,  
ПРОЖИВАЮЩИХ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ (ОЦЕНКА И КОРРЕКЦИЯ)**

*Донецкий национальный университет; 83055, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

**Говта Н.В. Состояние психофизиологических показателей студентов, проживающих в Донецкой области (оценка и коррекция).** – Рассмотрено влияние экологических условий жизни на психофизиологические показатели, а также предложены методы компьютерной диагностики и коррекции психических свойств студентов биологического факультета ДонНУ в процессе обучения.

*Ключевые слова:* психофизиологические показатели, коэффициент переработки информации, принятие решений, экология.

**Введение**

Современные условия жизни населения в большинстве стран мира, в том числе в Украине, характеризуются прогрессирующим ухудшением качества окружающей среды. Вследствие ее промышленного загрязнения происходит резкое возрастание действия вредных факторов на человека. В результате нарушаются биологические и социальные ритмы, что приводит к возникновению в обществе болезней цивилизации, помимо обычно наблюдаемой прежде патологии [9].

Особую тревогу исследователей в последние годы вызывает здоровье жителей экокризисных регионов. Население этих территорий на протяжении длительного периода времени подвергается сильному негативному воздействию разнообразных экологических факторов, которое зачастую усугубляется сложной социально-экономической ситуацией [8, 10].

Природная среда Донецкой области в вышеуказанном отношении лидирует в Украине. Она испытывает мощное влияние вредных выбросов предприятий металлургической, машиностроительной, коксохимической промышленности, тепловых электростанций, являющихся главными источниками поступления вредных веществ в организм человека [2]. Чрезмерно высокий уровень нагрузки этих веществ на организм может не только провоцировать развитие функциональных нарушений со стороны многих органов и систем, но и приводит к повышению заболеваемости по различным нозологиям. Страдают: сердечно-сосудистая, эндокринная, нервная, пищеварительная, мочеполовая, костно-мышечная системы, органы дыхания, происходит рост злокачественных новообразований и врожденных пороков развития [1, 5, 8]. Уровни заболеваемости населения, частота их возникновения, длительность, распространенность, а также смертность относятся к основным показателям популяционного здоровья, наиболее объективно характеризующим как его общее состояние, так и степень воздействия различных факторов окружающей среды.

В монографии В.А. Максимовича, И.И. Солдака, С.В. Беспаловой "Моделирование в биомедфизике" представлен общий для всех вредных факторов, воздействующих на человека, патогенетический механизм. Он заключается в возрастании в организме свободных радикалов и перекисей. Эти биофизические изменения в принципе могут служить биоиндикаторами реагирования на разнообразные ксенобиотики.

Известно, что расстройства (дисфункции) психики предшествуют почти всем заболеваниям и сопровождают их.

В.А. Максимович, Н.В. Говта [7] привели факты пагубного влияния экологической обстановки Донецкой области на основные психофизиологические функции. Одновременно были выявлены наиболее уязвимые звенья психики. В соответствующей иерархии такими оказались адаптивность и принятие решений. Особенно настораживает ухудшение адаптивности (приспособляемости) человека к информационной среде, а следовательно к усвоению знаний и к жизни в коллективе, семье, к новым социальным условиям и т.п. Было установлено, что под влиянием неблагоприятной экологической обстановки все рассмотренные психофизиологические функции имели достоверное ухудшение. Однако не

было проведено достаточного анализа влияния экологии на качество переработки информации – ведущего показателя успешности учебы.

Поэтому была поставлена задача, определить степень влияния экологических условий на объем и скорость переработки информации на примере студентов биологического факультета, а также разработать метод коррекции, который мог бы послужить улучшению (восстановлению) ухудшенных функций, в том числе показателей качества переработки информации.

#### **Материалы и методы исследования.**

Обследовано 100 студентов биологического факультета 1-5 курсов, которые проживают в эконеблагоприятных и более благоприятных (контрольная группа) условиях. К экокризисным отнесены районы с высоким уровнем промышленного загрязнения (Макеевка, Краматорск, Донецк, Мариуполь, Авдеевка, Енакиево, пос. Новгородское з-д "Фенольный"), а к контрольной группе (относительно более благоприятные условия) отнесены районы (Старобешево, Красный Лиман, пос. Александровка, пос. Марьинка).

Коэффициент переработки информации у студентов определяли компьютерным методом и рассчитывали по формуле [3]:

$$KPI = \frac{K}{t} \quad (1)$$

где

КПИ – коэффициент интенсивности переработки информации, усл. ед.;

K – общее количество переработанной информации, знаков;

t – время с.

Величину адаптивности к скорости переработки информации определяли через разность КПИ в 1-й и 2-й день и рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{B - D}{D} \quad (2)$$

где A – психофизиологическая адаптивность;

D – коэффициент переработки информации в первый день обследования, усл. ед.

B – коэффициент переработки информации на второй день тренировки, усл. ед.

Для упражнения к способности переработке информации на экране монитора компьютера в случайно выбранных участках предъявляли зрительные стимулы в виде цифр, букв, геометрических фигур [1, 7]. Количество зрительных образов (от 1 до 9). Одновременно высвечиваемые сигналы изменяли в случайном порядке. Время экспозиции (высвечивания) всех зрительных стимулов составляло 30 с.

Обследуемый на каждое предъявление сигналов должен был с помощью клавиатуры как можно быстрее и точнее воспроизвести и определить количество и месторасположение одновременно высвечиваемых сигналов. Время предъявления на знак составляло 30 сек. На воспроизведение сигналов отводилось время в размере 25 с на второй день. Если результат не изменялся, предъявление зрительного стимула сохраняли 25 с. Если результаты воспроизведения сигналов улучшались, то переходили к укороченному варианту – 15 с, а затем к минимальному времени предъявления – 10 с. Регистрировали количество правильных ответов, и время реакции.

Все полученные данные обрабатывали по общепринятым методам вариационной статистики с определением средних арифметических величин ( $\bar{X}$ ), их ошибок (m), критерия (t) и степени достоверности (p) с помощью лицензионного пакета прикладных программ Statistica V 5.5., V 6.0.

## Результаты и обсуждение

Как видно из табл. 1, существует две группы студентов, проживающих в экологически более благоприятных районах, и вторая группа проживает в более неблагоприятных районах.

Таблица 1

### Анализ ПФП студентов проживающих в разных экологических регионах

Испытуемый	КПИ усл. ед.	Время реакции выбора мс	Кол-во ошибочно воспроизведенных слов
<i>1-я группа (экологически более благоприятные районы)</i>			
1	0,77	236,2	2
2	0,83	241,3	3
3	0,77	345,6	2
4	0,84	331,2	1
5	0,79	312,5	2
6	0,82	326,7	1
7	0,77	335,4	3
8	0,82	237,5	2
$\bar{X} \pm S_d$	0,80±0,02*	295±48,4*	2±0,7
<i>2-я группа (экологически неблагоприятные районы)</i>			
1	0,40	426,3	5
2	0,35	451,3	7
3	0,37	398,7	5
4	0,34	422,9	6
5	0,41	503,4	5
6	0,50	533,7	7
7	0,50	482,6	7
8	0,52	587,3	5
9	0,56	465,1	6
10	0,49	527,6	6
$\bar{X} \pm S_d$	0,44±0,07**	479,8±58,7**	6±0,8

Примечание. \*\* P<0,05, \* P<0,01

Анализируя данные табл. 1 необходимо отметить четко выраженную закономерность. Достоверно самые высокие (p<0,05) показатели регистрировали среди студентов трех крупнейших промышленных городов области – центров черной и цветной металлургии, химической и коксохимической промышленности (города Донецк, Константиновка и Мариуполь), а достоверно наиболее низкие (p<0,01) – у студентов двух периферийных, чисто сельскохозяйственных районов – Краснолиманского и Александровского. Таким образом, в табл. 2 приведены "нормы" ПФП студентов биологического факультета проживающих в разных экологических районах.

Анализ результатов показал, что 28% студентов имеют показатели коэффициента переработки информации и психофизиологической адаптивности ниже "нормы", т.к. проживают в районах с металлургической и угольной промышленностью. Таким образом есть основания считать, что уровень психофизиологических показателей у студентов, проживающих в экоризисных районах, достоверно отличается p<0,05 от контрольной группы, т.е. экоблагоприятных районах.

**Границы статистических "норм" психофизиологических показателей студентов биологического факультета ДонНУ ( $\bar{X} \pm m$ )**

Наименование показателя	Пониженный уровень	Средний уровень	Повышенный уровень
Психофизиологическая адаптивность, усл. ед.	$\bar{X} < 20$	$20 \leq \bar{X} \leq 50$	$\bar{X} > 50^*$
Коэффициент переработки информации, усл. ед.	$\bar{X} < 0,35^*$	$0,35 \leq \bar{X} \leq 0,70$	$\bar{X} > 0,70^*$
Время ответной реакции на зрительный стимул, мс	$\bar{X} < 477^{**}$	$477 \leq \bar{X} \leq 250$	$\bar{X} > 250^{**}$

Примечание. \*\* P<0,05, \* P<0,01

Рис. 1 отображает достоверное различие в изменении КПИ и психофизиологической адаптивности студентов биологического факультета, проживающих в регионах с загрязненной и относительно загрязненной окружающей средой.

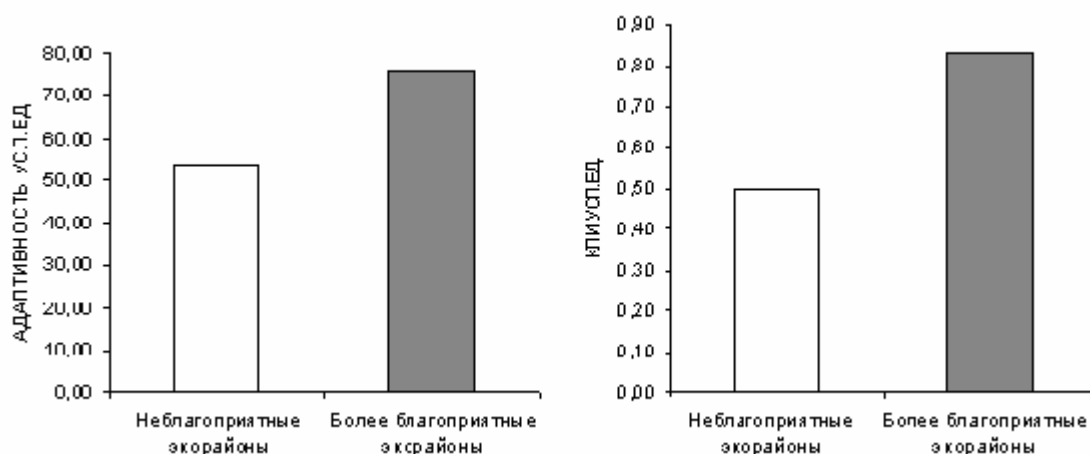


Рис. 1. Показатели студентов биологического факультета (адаптивность и КПИ) в разных экологических условиях

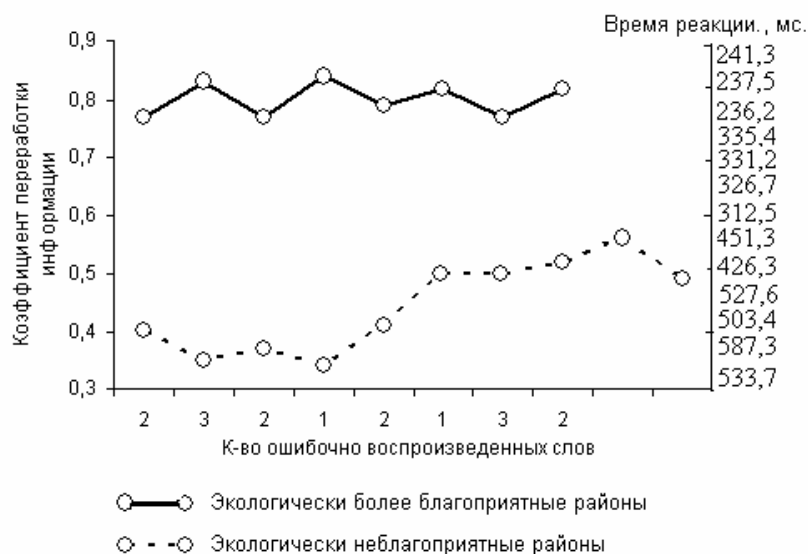


Рис. 2. Время реакции и КПИ у студентов разных экологических ниш

На рис. 2 видно, что время реакции, КПИ и количество ошибочно воспроизведенных слов отражают преимущественное снижение психофизиологического состояния студентов, проживающих в эконеблагоприятных и более благоприятных районах.

Качество переработки информации и психофизиологическая адаптивность являются ведущими как для учебного процесса, так и для повседневной жизни. Был разработан метод коррекции сниженных экологией психофизиологических функций студентов биологического факультета.

Из обследованных 100 студентов биологического факультета были выбраны 18 человек. 10 человек из неблагоприятных экологических районов имели пониженный уровень КПИ (0,30-0,50 усл. ед.) при среднем (0,60-0,70 усл. ед.), 8 человек из более благоприятных экологических районов с пониженным уровнем психофизиологической адаптивности (0,20-0,35 усл. ед.) при среднем (0,40-0,50).

Из табл. 3 видно, что в процессе упражнений переработка информации у студентов претерпевала изменения в течение 4-х дневного тренировочного цикла.

Таблица 3

**Коэффициент переработки информации (КПИ) и количество правильно воспроизведенных слов в динамике тренировок**

Показатель № обсле дуемого	Величина КПИ в различные дни тренировки усл. ед.							
	1-день		2-день		3-день		4-день	
	КПИ	Слова	КПИ	Слова	КПИ	Слова	КПИ	Слова
1	0,47	5	0,55	7	0,74	7	0,75	9
2	0,53	6	0,61	6	0,79	8	0,80	8
3	0,57	4	0,66	7	0,84	8	0,85	9
4	0,64	5	0,72	7	0,88	7	0,88	9
5	0,69	6	0,75	6	0,82	8	0,83	10
6	0,52	5	0,70	7	0,78	7	0,79	8
7	0,47	4	0,65	6	0,73	8	0,75	9
8	0,32	5	0,51	5	0,59	6	0,60	7
9	0,59	6	0,67	8	0,84	8	0,85	8
10	0,60	5	0,78	7	0,84	8	0,86	9
11	0,55	7	0,64	8	0,81	8	0,82	10
12	0,57	5	0,65	6	0,83	6	0,86	8
13	0,54	7	0,63	7	0,72	8	0,77	8
14	0,61	8	0,70	8	0,89	9	0,91	9
15	0,60	5	0,69	6	0,88	6	0,89	7
<b>16</b>	<b>0,50</b>	<b>5</b>	<b>0,51</b>	<b>6</b>	<b>0,61</b>	<b>4</b>	<b>0,62</b>	<b>4</b>
<b>17</b>	<b>0,52</b>	<b>4</b>	<b>0,53</b>	<b>4</b>	<b>0,63</b>	<b>3</b>	<b>0,62</b>	<b>3</b>
<b>18</b>	<b>0,56</b>	<b>4</b>	<b>0,57</b>	<b>3</b>	<b>0,67</b>	<b>3</b>	<b>0,74</b>	<b>2</b>
$\bar{X} \pm S_d$	0,54±0,01		0,64±0,01		0,77±0,02		0,78±0,02	

Как видно из табл. 3, в течение 4 дней у трех студентов (№ 16-17-18) не произошло достоверного изменения величины переработки информации и количество правильно воспроизведенных слов.

На рис. 3 приведена диаграмма зависимости коэффициента переработки информации от дней тренировок. Как видно, существует две категории людей с исходно низкими показателями, проживавшие ранее в экологически неблагоприятных регионах.

- Которых можно натренировать и восстановить показатели качества переработки

информации;

- У которых тренировки не влияют на психофизиологические показатели.

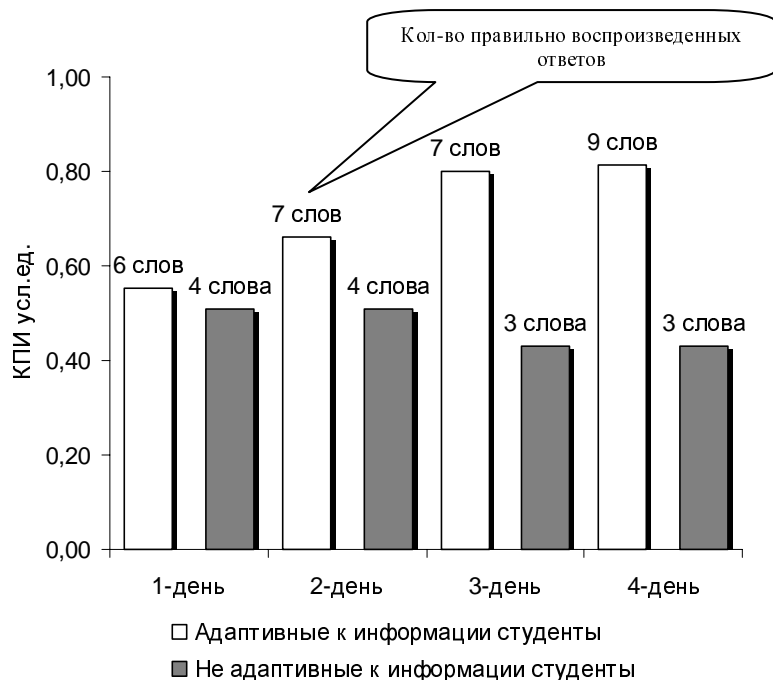


Рис. 3. Зависимость КПИ от дней тренируемости

У тренируемых студентов после упражнений коэффициент переработки информации улучшился на 15%. Трое студентов, проживающих в экологически более неблагоприятном районе, улучшили свои показатели до среднего уровня, а два студента достигли повышенного уровня.

Таблица 4

**Сравнение психофизиологических показателей до и после коррекции**

Испытуемый	КПИ усл. ед.	Время реакции выбора, мс	Кол-во ошибочно воспроизведенных слов
<b>До коррекции</b>			
<i>экологически неблагоприятные районы</i>			
1	0,30	626,3	5
2	0,35	551,3	7
3	0,27	568,7	5
4	0,34	522,9	6
5	0,31	503,4	5
$\bar{X} \pm S_d$	$0,31 \pm 0,03^*$	$554,5 \pm 47,34^*$	$5 \pm 0,7$
<b>После коррекции</b>			
1	0,40	477,3	3
2	0,65	364,3	3
3	0,57	333,7	2
4	0,84	212,9	1
5	0,91	195,4	1
$\bar{X} \pm S_d$	$0,67 \pm 0,20^{**}$	$316,72 \pm 116,01^{**}$	$2 \pm 0,1$

Примечание. \*\* P<0,05, \* P<0,01

Дальнейший анализ позволил выявить еще одну закономерность. Из табл. 5 видно, что коэффициент переработки информации после тренировок достиг повышенного уровня, и количество правильно воспроизведенных слов тоже повысилось. Но наблюдался некоторый предел, после которого студенты не могли правильно воспроизвести предлагаемые слова, т.к. время предъявления зрительного стимула составило 10 с.

Таблица 5

**Изменение коэффициента переработки информации при уменьшении времени предъявления зрительного стимула**

№ обследуемого	30 с	25 с	20 с	15 с	10 с
1	0,47	0,55	0,72	0,75	0,66
2	0,53	0,61	0,75	0,80	0,64
3	0,57	0,66	0,81	0,85	0,7
4	0,64	0,72	0,8	0,88	0,7
5	0,69	0,75	0,84	0,83	0,74
6	0,52	0,70	0,73	0,79	0,62
7	0,47	0,65	0,74	0,75	0,66
8	0,32	0,51	0,69	0,60	0,62
9	0,59	0,67	0,87	0,85	0,76
10	0,60	0,78	0,8	0,86	0,74
11	0,55	0,64	0,79	0,82	0,72
12	0,57	0,65	0,79	0,86	0,73
13	0,54	0,63	0,78	0,77	0,69
14	0,61	0,70	0,8	0,91	0,77
15	0,60	0,69	0,79	0,89	0,74
16	0,50	0,51	0,71	0,62	0,7
17	0,52	0,53	0,71	0,62	0,64
18	0,56	0,57	0,67	0,74	0,66
$\bar{X} \pm S_d$	0,54±0,01	0,64±0,01	0,76±0,01	0,78±0,02	0,69±0,01

Анализ усредненных, статистически достоверных данных показал, что по коэффициентам парной корреляции существует взаимосвязь коэффициента переработки информации со временем предъявления зрительных стимулов.

Из рис. 4 видно, что коэффициент корреляции был высоким  $r=0,68$ .

Так как диаграмма на рис. 4. не имеет линейную связь, то с помощью метода корреляционных отношений и программным модулем Statistica V 5.5, V 6.0 было установлено, что коэффициент детерминации (причинности) связи между коэффициентом переработки информации и временем предъявления зрительного стимула (слова, цифры, геометрические фигуры) оказался равным 60%.

Таким образом, в результате исследований установлено, что существует тесная статистически достоверная корреляционная связь между коэффициентом переработки информации и временем предъявления зрительного стимула.



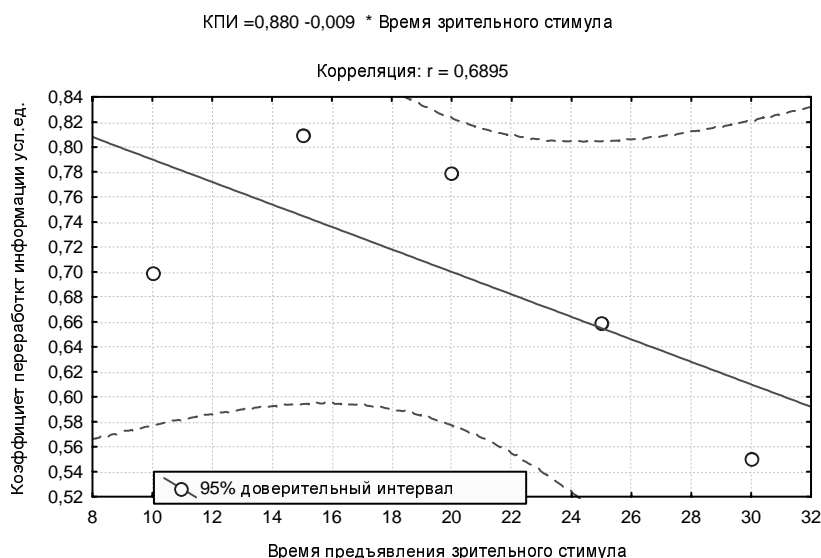


Рис. 4. Коэффициент корреляции между КПИ и временем предъявления зрительных стимулов



Рис. 5. Зависимость КПИ от времени предъявления зрительного стимула

### Выводы

1. Длительное (1-2 десятилетия) проживание в экологически неблагоприятном регионе приводит к ухудшению ряда психофизиологических функций молодежи, особенно их адаптивности и способности быстро и безошибочно принимать решения, которые могут служить биоиндикаторами экологической обстановки.

2. Пониженные психофизические функции можно реабилитировать. Кратковременное их упражнение (4-5 тренировок) приводят к достоверному их возрастанию, кроме лиц которые лишены адаптивности.

3. Для восстановления предназначен разработанный нами компьютерный метод коррекции пониженных психофизиологических функций.

4. Применение разработанного способа сопровождается облегчением освоения учебного материала, в связи с чем его можно применять в педагогической и учебной деятельности для улучшения психофизических качеств студентов и повышения показателей их успеваемости.

## Список литературы

1. *Агарков В.И., Грищенко С.В., Грищенко В.П.* Атлас гигиенических характеристик экологической среды Донецкой области. – Донецк: Донеччина, 2001. – 140 с.
2. *Білецька Е.М.* Гігієнічна характеристика важких металів у навколишньому середовищі та їх вплив на репродуктивну функцію жінок: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – К., 1998. – 30 с.
3. *Горецький О.С., Максимович В.О., Солдак І.І., Тараната М.В.* Комплексне вивчення показників здоров'я робітників підприємств Донбасу // *Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка.* – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – Т. 3. – 115 с.
4. *Грицак Л.П.* Резервы человеческой психики. Введение в психологию активности. – М.: Политиздат, 1989. – 310 с.
5. *Грищенко С.В., Солдак И.И., Шамрай В.А.* Гигиеническая оценка влияния химического загрязнения пищевых продуктов на формирование онкологической патологии тела матки среди женщин Донецкой области // *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ.* – Донецк, 2003. – Вып. 3. – С. 211-214.
6. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 154 с.
7. *Максимович В.А., Говта Н.В.* Влияние экологических условий жизни на психофизиологическое состояние и успеваемость студентов // *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. Межвед. сб. науч. работ.* – Донецк: ДонНУ, 2003. – С. 221-225.
8. *Мудрый И.В.* Тяжелые металлы в системе почва – растение – человек (обзор) // *Гиг. и сан.* – 1997. – № 1. – С. 14-17.
9. *Ризниченко Г.Ю.* Математические модели в биофизике и экологии. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 184 с.
10. *Тимофеев М.М., Александров С.Н. и др.* Загрязнение тяжелыми металлами Донецкой области, их судьба в почве, растениях, животных, механизмы действия в биологических объектах. – Донецк, 1996.

**Говта М.В. Стан психофізіологічних чинників студентів, які мешкають у Донецької області (оцінка та корекція).** – Розглянуто вплив екологічних умов життя на психофізіологічні показники, а також розроблені методи комп'ютерної корекції та діагностики психічних показників студентів біологічного факультету ДонНУ у процесі навчання.

*Ключові слова:* психофізіологічні показники, екологія, коефіцієнт переробки інформації, прийняття рішень.

**Govta N.V. The state of psychophysiological showing of students, resident in Donetsk region (estimations, amendment).** – The influence of ecological conditions of life on psychophysiological parameters was considered, the methods of computer changing and diagnostic of the psychically parameters of students of the biological faculty DonNU during the process of studding also were developed.

*Key worlds:* psychophysiological parameters, ecology, coefficient of overworking the information, taking decisions.

Билобров В.М.<sup>2</sup>, Богдан Н.М.<sup>2</sup>, Елизаров А.О.<sup>1</sup>, Хомутова Е.В.<sup>2</sup>,  
Блинкова Т.С.<sup>1</sup>, Линник Н.В.<sup>2</sup>, Малыгин М.С.<sup>2</sup>

## ПРОБЛЕМЫ ГОМЕОСТАЗА.

### 1. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАСТВОРАХ

<sup>1</sup>Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46

<sup>2</sup>Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины

Билобров В.М., Богдан Н.М., Елизаров А.О., Хомутова Е.В., Блинкова Т.С., Линник Н.В., Малыгин М.С. Проблема гомеостаза. 1. Специфические и неспецифические взаимодействия в растворах. – Сделано предположение, что современная физико-органическая химия обладает довольно стройной, внутренне не противоречивой методологией пригодной для количественного изучения "строения" и "реакционной способности" реагентов и субстратов различного уровня организации. На этом основании сформирован подход для разработки количественной методики определения коллоидной устойчивости отдельных жидкостей организма в процессах биоминерализации, а также предложен необходимый и достаточный набор переменных, характеризующих полярные свойства среды для определения фазовой устойчивости коллоидов.

*Ключевые слова:* биоминерализация, химическая связь, полярность среды.

#### Введение

Для изучения строения и реакционной способности органических соединений в современной физико-органической химии используется огромный арсенал экспериментальных приемов и методов. Поэтому нам представляется совершенно естественным воспользоваться опытом, накопленным в этой области знаний для разработки количественной методики определения коллоидной устойчивости отдельных жидкостей организма в процессах биоминерализации. При этом предполагалось, что путем добавления в системы, моделирующие основные жидкости организма, различных органических растворителей будут изменены их полярные свойства, в результате чего возможно разрушение их исходных и образование новых структур. Все это будет сопровождаться разрывом и последующим образованием некоторых химических и практически всего спектра межмолекулярных связей. Так как в отдельных жидкостях организма возможны фазовые переходы, являющиеся временными процессами, то можно было думать, что методами химической кинетики не только удастся количественно описать динамику сложнейших процессов, но и получить достоверную информацию о некоторых особенностях механизма разрушения структуры биоминералов, а также условий для их образования и формирования.

Очевидно, что для решения этих задач необходимо было поставить и корректно провести оригинальное исследование, направленное на получение необходимого и достаточного объема данных для последующего анализа особенностей межмолекулярных взаимодействий в нативных жидкостях организма и их растворах. Поэтому нам представлялось совершенно естественным описанию собственного эксперимента и обсуждению полученных в нем результатов, предпослать краткое изложение современных представлений о природе химических связей, внутримолекулярных взаимодействий в растворах, а также о влиянии полярных свойств среды на кинетику и термодинамику химических реакций.

Ниже последовательно рассмотрим эти положения химии.

*Химическая связь, межмолекулярные взаимодействия и полярность среды.* Напомним, что под термином "химическая связь" обычно понимается общее определение сил, а также различных типов взаимодействий, обуславливающих существование молекул, ионов, радикалов, кристаллов и других аналогичных структур. По-видимому, также следует отметить, что основными особенностями химических связей, отделяющих их от различных межмолекулярных взаимодействий, являются их высокая прочность, значительная полярность, малая длина, а также существенное перераспределение электронной плотности в области связи по сравнению с простым наложением электронных плотностей несвязанных атомов или атомных фрагментов, сближенных на расстояние связи.

В отличие от "химических связей", "межмолекулярные взаимодействия" осуществляются между молекулами с замкнутыми электронными оболочками посредством электромагнитного взаимодействия электронов и ядер одной молекулы с электронами и ядрами, другой.

Поэтому логично было предельно кратко рассмотреть как изменения полярных свойств среды, с одной стороны, влияют на "химическую связь" в молекулах, с другой и каков механизм влияния среды на "межмолекулярные взаимодействия".

Известно, что одной из важнейших характеристик валентных связей является их полярность. Чем же определяется она?

Для этого представим волновую функцию валентных связей между атомами А и В как:

$$\psi = N (\psi_A + \lambda \psi_B), \quad (1)$$

где  $\psi_A$  и  $\psi_B$  – одноэлектронные гибридные орбитали атомов А и В, N- константа нормировки. Тогда параметр  $\lambda$  характеризует асимметрию в распределении электронного облака вдоль связи и, следовательно, полярность связи А – В. При  $\lambda = 1$  электроны, представлены функциями  $\psi_A$  и  $\psi_B$  с одинаковым весом и связь неполярна (ковалентна). При  $\lambda = 0$  двухэлектронное облако связи полностью перетянуто на атом А, который получает полный электронный заряд, а В его теряет. Такая связь чисто ионная. При  $0 < \lambda < 1$  связь частично ионная, а при  $\lambda > 1$  полярность связи меняет направление на противоположное. Ковалентная связь образуется между одинаковыми ионами. Ионная между разными. У двухатомных молекул полярная связь является причиной появления дипольных моментов.

Отсюда очевидно, что полярность химических связей, в свою очередь, зависит от особенностей взаимодействия растворенных частиц с растворителем (процесс сольватации, в случае воды – гидратации<sup>1</sup>). Такие взаимодействия обычно подразделяются на те, которые обуславливаются т.н. неспецифическими силами и силами специфическими. В первом случае образуются слабые динамические комплексы, во втором – преимущественно образуются молекулярные группы постоянного состава. Иногда такие сложные индивидуальные вещества, содержащие в своем составе и молекулы растворителя, могут быть выделены из раствора в виде твердой фазы (кристаллогидраты).

Сольватация ионов (в растворах электролитов) предполагает образование ближней (первичной) и дальней (вторичной) сольватных оболочек. Число молекул растворителя в первой оболочке называется координационным числом. Образование же диффузной (дальней) сольватной оболочки обуславливается поляризацией растворителя электростатическим полем иона. Ее энергия образования (U) приближенно может быть рассчитана по уравнению Борна.

$$U = \frac{z^2 \cdot e^2}{2 \cdot r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right), \quad (2)$$

где r и z – радиус и зарядовое число иона, окруженного первой сольватной оболочкой,  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды.

Между сольватоконплексом, включающим центральный ион молекулы сольватных оболочек, с остальным объемом растворителя происходит непрерывный обмен молекулами. В случае прочной связи между ионом и молекулами растворителя, обмен очень медленный. Тогда сольватоконплекс можно рассматривать как "конплексный ион", Особенно это отчетливо выражено для водных растворов многозарядных катионов, содержащих d – электроны. Здесь впору отметить, что исследования сольватации ионов щелочных металлов и особенно солей металлов в высоких степенях окисления давно ведутся плодотворно и весьма интенсивно. Результаты изучения их сольватоконплексов (кристаллоконплексов) с малыми молекулами (кислотами, аминами, аминокислотами, спиртами, эфирами др.) имеют не только

---

<sup>1</sup> Сольватация (гидратация) является важнейшим фактором нормального функционирования живых систем, так как именно она обуславливает растворимости веществ, их распределение между фазами, электролитическую диссоциацию, кинетику, механизмы, равновесия различных реакций, выход продуктов и др.

самостоятельное значение и широко используются в ряде весьма продвинутых технологий, но являются также плацдармом для проникновения разработок естественных наук в бионеорганическую химию.

Однако образованием ионных или ковалентных связей далеко не исчерпывается образование межмолекулярных связей в растворах. Их спектр достаточно большой, а природа весьма разнообразна. Поэтому предпринимались многочисленные попытки [1] выразить теоретически полярность жидких сред (растворителей) исходя из диэлектрической проницаемости, дипольного момента их молекул, показателя преломления, температуры кипения и давления, давления паров, вязкости, поверхностного натяжения, удельной электропроводности и других физико-химических характеристик. Однако посредством любой сложности теоретических построений обычно удавалось охватить весьма небольшой круг растворителей с весьма близкими свойствами. И это естественно, если напомнить, что, например, диэлектрическая проницаемость, предполагает растворитель как однородную, лишенную любых структурных элементов среду, игнорируя его молекулярную структуру и любые межчастичные взаимодействия в нем, а дипольный момент молекул растворителя игнорирует тот факт, что распределение зарядов в его молекулах зависит не только от дипольного момента, но и от моментов более высоких порядков.

Поэтому если принять под определением "полярности растворителя" его "общую сольватирующую способность", которая, в свою очередь, обуславливается всеми специфическими и неспецифическими взаимодействиями между растворителем и растворенным веществом, то можно было думать, что наиболее близко количественному выражению полярности растворителя лежат т.н. значения "плотности энергии когезии" и внутреннего давления растворителя". Действительно, преодоление энергии когезии и, таким образом, разъединения частиц гомогенного вещества требует значительной энергии. Это может быть представлено уравнением:

$$C = \frac{\Delta U_v}{V_m} = \frac{\Delta H_v - RT}{V_m}, \quad (3)$$

где  $\Delta U_v$  и  $\Delta H_v$  изменения молекулярной внутренней энергии и энтальпии (теплоты) испарения растворителя до газа при нулевом давлении,  $V_m$  – молярный объем растворителя,  $T$  – абсолютная температура. Если предположить, что в газовой фазе полностью отсутствуют межмолекулярные взаимодействия, то (С) характеризуют преимущественно лишь специфическую составляющую. Действительно, при малом расширении газа нарушаются не все взаимодействия между молекулами. Это обусловлено тем, что природа сил притяжения между молекулами (аттрактивных сил) в конденсированном состоянии существенно отличается от природы сил отталкивания (сил репульсивных), а также от природы уже упоминавшихся химических (ионной и ковалентных) связей.

Ниже кратко перечислим их. При этом еще раз напомним, что межмолекулярные взаимодействия осуществляются между молекулами с замкнутыми электронными оболочками и обычно относятся к двум принципиально разным категориям.

К первой относятся те, которые не направлены, не могут быть насыщены и, следовательно, характеризуются отсутствием специфичности. Они обусловлены так называемыми ориентационными, индукционными и дисперсионными силами, которые, в свою очередь, являются результатом взаимодействия: иона с молекулярным диполем; диполя с диполем; мгновенного диполя с индуцированным диполем.

Мы не видим потребности приводить те уравнения, по которым рассчитываются потенциальные энергии этих неспецифических межмолекулярных взаимодействий, а также условий, при которых они реализуются в растворах. Отметим лишь, что их потенциальная энергия во всех случаях обратно пропорциональна расстояниям между центрами соответствующих зарядов, возведенных во 2-ю – 6-ю степень соответственно. Это говорит о малом и быстро убывающем короткодействии этих взаимодействий.

Взаимодействия второй категории направлены, насыщены и, таким образом,

специфичны. Они обусловлены водородными связями, переносом заряда (донорно-акцепторные комплексы), а также переносом электронной пары. Энергии этих (специфичных) взаимодействий между молекулами, как правило, существенно больше таковых для взаимодействий неспецифичных. Отметим также, что, несмотря на обилие теоретических исследований специфических взаимодействий растворенного вещества со средой (растворителем), их энергетические характеристики обычно получают эмпирическим путем. Некоторые из них (используемые нами в настоящем исследовании устойчивости коллоидной структуры биоминералов, образующихся в отдельных жидкостях организма) будут рассмотрены в следующем разделе, а здесь бегло рассмотрим лишь так называемое "гидрофобное взаимодействие", которое имеет прямое и непосредственное отношение, например, к такой проблеме как образование и разрушение нормальных и патологических биоминералов.

**Гидрофобные взаимодействия. Солюбилизация (мицелярная сольватация).** Рассмотрим растворение неполярного вещества в воде. Экспериментально установлено, что такой процесс (например, углеводород растворяется в воде) является экзотермическим (идет с выделением тепла). Это значит, что при этом  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta G > 0$ . Поскольку  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ , то следует, что при этом энтропия (функция порядка) должна уменьшаться. А это можно объяснить лишь тем, что при растворении неполярного соединения в полярной воде, структура системы упорядочивается. За счет какого процесса можно ожидать упорядочения структуры такого бинарного раствора? Считается, что именно молекулы воды в таком растворе более строго ориентируются вокруг чужеродной молекулы гидрофобного вещества. Более плотная упаковка молекул воды при наличии в ней гидрофобного вещества называется "усовершенствованная структура", а неполярное вещество – "структурирующим".

Молекулы двух разных гидрофобных веществ в среде воды будут образовывать ассоциат. При этом будет несколько уменьшаться ее упорядоченность. Следовательно, энтропия системы также несколько возрастет, а свободная энергия несколько уменьшится. Тем не менее, ассоциация молекул гидрофобных соединений в воде остается энергетически выгодной. Это явление называется "гидрофобным взаимодействием", суть которого, как мы видим, сводится к уменьшению непосредственного контакта между гидрофильными и гидрофобными компонентами системы и, таким образом в объединении и тех и других в ассоциаты, надмолекулярные структуры и, наконец – фазы.

Ясно, что чем выше гидрофобность растворенного вещества, тем будет выше тепловой эффект, и большее понижение энтропии системы. Это объясняется увеличением числа водородных связей между молекулами воды, находящихся в сольватной оболочке растворенного аполярного вещества. Такой эффект (который характерен для смесей самых разных полярных и неполярных веществ) назван "сольвофобным взаимодействием". Здесь следует отметить, что еще недавно считалось, что движущей силой гидрофобных взаимодействий является изменение энтропии системы, однако оказалось, что основной вклад все-таки вносит не энтропийный, а энтальпийный фактор и, следовательно, низкая растворимость неполярных веществ в воде обусловлена, прежде всего, изменением энтальпии, а не энтропии.

Растворим в воде соединения, содержащие в своем составе длинные углеводородные цепи и объемные заряженные фрагменты (катионы или анионы). Соли таких амфифильных (содержащих в своем составе полярные и неполярные группировки веществ), по причинам рассмотренным выше, будут образовывать в воде упорядоченные ассоциаты. На их периферии (на границе с водой) будут локализованы ионы, а внутри гидрофобного комплекса (мицеллы) – неполярные углеводородные фрагменты. В силу этого гидрофобные группировки таких сложных ассоциированных молекул образуют ядро мицеллы, а ионизированные группы контактируют с молекулами воды. В неполярных растворителях такие мицеллы будут иметь обратную структуру. То есть ядро будет образовано полярными фрагментами, а неполярные цепи в таком случае будут контактировать с неполярным растворителем.

Форма таких мицелл может быть сферическая или эллипсоидная. Сферические мицеллы в растворе начинают образовываться тогда, когда концентрация алифатических ионов начинает превышать некоторую (критическую для данного вещества) концентрацию  $\approx 10^{-4} \div 10^{-2}$  моль/л (ККМ – 1). Для образования сфероидных мицелл – характерна своя (более высокая) концентрация вещества (ККМ – 2). Очевидно, что мицеллы образуются преимущественно в результате 3-х межмолекулярных типов взаимодействий: в результате отталкивания гидрофобных цепей от водного (полярного) окружения; их неспецифического (вандерваальсовского) притяжения; взаимного отталкивания одноименно заряженных (ионных) группировок.

Мицеллы представляют собой подвижные молекулярные ассоциаты, находящиеся в динамическом равновесии с соответствующими мономерами (то есть молекулы мономеров постоянно присоединяются и отщепляются от мицелл). Их "время жизни" на поверхности мицеллы составляет  $\approx 10^{-3} - 10^{-8}$  с. Ясно, что "время жизни" определяется, прежде всего, энергией взаимодействия (прочность связи), массой молекулы (ее фрагмента) и описывается соответствующими уравнениями.

Если мицеллы образованы молекулами с очень большими (часто разветвленными) алкильными цепями и очень большими полярными (часто многозарядными) фрагментами (в качестве примера здесь уместно упомянуть липиды), то в полярных средах (вода) содержащих такие мицеллы резко повышается растворимость прежде мало растворимых (неполярных) веществ. Это явление образования термодинамически устойчивого изотропного раствора обычно малорастворимого вещества называется "солюбилизацией".

Явление "солюбилизации" существенно разнообразит процессы в коллоидных системах. Так, неионные, неполярные солюбилизаты (например, углеводороды) могут захватить своими углеводородными ядрами другие мицеллы. Другие амфифильные вещества могут включаться в мицеллы параллельно с молекулами амфифила, располагаясь радиально, а небольшие ионы при этом могут сорбироваться на поверхности мицеллы. Путем реконструкции данных полученных путем экспериментального изучения коллоидного строения растворов моделирующих основные жидкости организма, можно предположить, что такие (и более сложные) процессы лежат и в основе формирования коллоида желчи в гепатоцитах.

Так как органические растворители, как правило, менее полярны чем вода (по крайней мере их диэлектрическая проницаемость обычно меньше  $\epsilon$ , характерной для воды), то добавление таких растворителей в определенных количествах в системы, моделирующие основные жидкости организма по механизму "солюбилизации" должны разрушить их коллоидную структуру, а количественное изучение этого процесса позволит определить их фазовую стабильность.

Перед тем как перейти к непосредственному рассмотрению этого вопроса ниже последовательно рассмотрим влияние растворителей на скорость химических реакций, потом т.н. "правило линейности свободных энергий", а далее принцип отбора необходимых для наших практических целей растворителей.

#### ***Влияние растворителей на скорость химических реакций. Теория вопроса.***

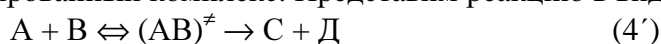
Расчет констант скоростей химических реакций в жидкой фазе чрезвычайно сложен. Это обусловлено множественностью механизмов взаимодействия растворителей с частицами растворенных веществ. Поэтому всегда возникает проблема выбора конкретных свойств растворителей, которые посредством определенных математических выражений можно было бы количественно увязать со скоростью химических реакций, протекающих в этой среде. Аналогичная проблема обычно стоит и при выборе характеристик молекул взаимодействующих соединений для учета влияния среды на изучаемый процесс. В конечном итоге количественная оценка влияния растворителей на константы скорости  $k$  элементарной реакции может быть сведена к нахождению функции типа:

$$k = f(a, b, c, \dots, m, n, o, \dots) \quad (4)$$

Здесь  $a, b$  и  $c$  – параметры, характеризующие свойства реагентов,  $m, n$  и  $o$  – параметры, характеризующие свойства среды.

Чтобы такая функция правильно описывала зависимость скорости реакции от свойств среды, должна быть решена задача нахождения параметров реагентов и растворителей, которые и должны быть включены в уравнение 4. Очевидно, что для этого необходимо учитывать не только неспецифическую сольватацию, обусловленную электростатическими, дисперсионными и др. аналогичными взаимодействиями, но и сольватацию специфическую (Н-связь, ДЭП/АЭП). Мера описания кинетики любой конкретной химической реакции будет определяться тем, насколько удачно определен и учтен вклад преобладающего типа сольватации реагентов и активированного комплекса [3].

Известно, что в настоящее время достаточно разработанной теорией химических реакций в растворах является теория абсолютных скоростей реакций, для которой тоже характерны серьезные ограничения применения. Согласно этой теории анализ эффектов растворителей рассматривается с позиции сольватации, стабилизирующей как частицы реагентов, так и активированный комплекс. Представим реакцию в виде:



Тогда количественная оценка констант скорости этой реакции индуцированной растворителем может быть представлена:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{1}{RT} (\Delta G_{A, \text{ сольв.}} + \Delta G_{B, \text{ сольв.}} - \Delta G_{(AB), \text{ сольв.}}) \quad (5)$$

видим, что в этом случае предстоит вычислить разности энергий Гиббса сольватации активированного комплекса  $(AB)^{\ddagger}$  и реагентов А и В. Напомним, что здесь (как и ниже)  $k_0$  – константа скорости реакции в стандартном растворителе или в газовой фазе, а  $k$  – в изучаемом растворителе.

Естественно, что если удалось учесть все возможные взаимодействия между растворителем и растворенным веществом, то вид корреляции между константами скорости химической реакции и параметрами среды в общем случае будет чрезвычайно сложным. Поэтому с этой целью на практике обычно обращаются к менее обоснованным теоретическим моделям, учитывающим лишь ограниченное число наиболее важных типов взаимодействий. Чтобы уменьшить возможный произвол, все реакции предварительно разделены на следующие основные типы:

а) реакции между нейтральными аполярными молекулами (в этом случае участвуют биполярные активированные комплексы).

б) реакции между нейтральными биполярными молекулами (в этом случае участвуют изополярные активированные комплексы).

в) реакции между нейтральными биполярными молекулами и ионами (с участием как биполярных так и заряженных активированных комплексов).

г) реакции между ионами (с участием биполярных и (или) заряженных активированных комплексов).

Далее рассмотрим лишь окончательные результаты таких расчетов, выполненных на основании соответствующих моделей.

#### ***Реакции между нейтральными аполярными молекулами.***

Выше уже обсуждалась проблема образования полости в растворителе как непереносимое условие растворения вещества и, следовательно, протекания химической реакции. Естественно, что силы взаимодействия между молекулами растворителя должны влиять и на скорость реакции. Напомним, что для образования полости необходимо, прежде всего, преодолеть сумму сил сцепления молекул растворителя, которые можно определить из поверхностного натяжения, или энергии испарения, отнесенной к молекулярному объему вещества. Экспериментально это определяется как энтальпия (теплота) превращения растворителя в пар при бесконечно малом давлении и определенной температуре. Измеренное таким образом когезионное давление характеризует количество энергии необходимое для полного отделения молекул растворителя друг от друга, и является мерой их взаимного притяжения. Когезионное давление связано с внутренним давлением жидкости.



Для разбавленных растворов зависимости коэффициентов активности неэлектролитов (i), растворенных в растворителе (S) от параметров чистого вещества i-го, можно выразить уравнением:

$$RT \cdot \ln f_i = V_{m,i} (\delta_i - \delta_s)^2 \quad (6)$$

Здесь  $\delta_i$  и  $\delta_s$  параметры растворимости растворенного вещества и растворителя, соответственно. Тогда константу скорости  $k$  бимолекулярной реакции можно описать или уравнением 6, или через коэффициенты активности уравнением:

$$\ln k = \ln k_0 + \ln f_A + \ln f_B - \ln f_{\ddagger} \quad (7)$$

Здесь  $k_0$  – константа скорости реакции в идеальном растворе.

Если в дальнейшем будем оперировать параметрами растворимости растворенных веществ и растворителя, если учтем молярные объемы реагентов и их активированного комплекса, а также учтем относительное когезионное давление реагентов и активированного комплекса, то получим уравнение, из анализа которого можно сделать следующий вывод.

Если реагенты лучше растворимы в данном растворителе, чем их активированный комплекс, то скорость реакции в данном растворителе будет ниже, чем в растворителе идеальном. Если же растворимость активированного комплекса будет превышать растворимость реагентов, то скорость реакции в данном растворителе будет выше, чем в идеальном растворителе.

Полученные таким образом уравнения, а также их анализ позволил сформулировать, подтверждающиеся на практике правила. Перечислим их.

Если продукты реакции имеют большую (или меньшую) когезию, чем исходные реагенты, то переход таких реакций со среды с более высокой когезией способствуют их ускорению (или замедлению). То есть, чтобы предвидеть изменение скорости реакции при смене растворителя достаточно знать когезию исходных соединений, продуктов реакции и растворителей. Такой вывод имеет практически значимую эвристическую силу. Достаточно сказать, что для множества химических соединений параметры когезии табулированы. Оказалось, также, что на скорость реакций влияют молярные объемы реагентов, их активированного комплекса, а также изменения их молярных объемов. Поэтому, если нам известно направление изменения молярного объема активированного комплекса  $V_{\ddagger}$ , ( $\Delta V_{\ddagger} = V_{\ddagger A} - V_{\ddagger B}$ ), то можно также предсказать направление изменения скорости изучаемой реакции при изменении когезии растворителя.

Так, если реагенты образуют более компактный активированный комплекс (то есть,  $\delta_A - \delta_B < \delta_{\ddagger}$ ), то  $\ln(k)$ , изучаемой реакции будет возрастать с ростом  $\delta_s$ . Если же образуется менее компактный активированный комплекс, то в силу того, что активация молекул реагентов сопровождается ослаблением связи между ними ( $\delta_A - \delta_B > \delta_{\ddagger}$ ), то повышение  $\delta_s$  приводит к уменьшению  $\ln(k)$  реакции.

Отметим, что когезионное (или внутреннее) давление растворителей является характеристикой их структуры и, следовательно, не является мерой их полярности. Поэтому концепция о роли когезионного (или внутреннего) давления растворителей является полезной лишь при изучении реакции между нейтральными неполярными молекулами в неполярных растворителях. Полярность же, как известно, отражает способность растворителей взаимодействовать с растворенным веществом, являясь, таким образом, параметром комплементарным когезионному давлению.

#### ***Реакции между нейтральными биполярными молекулами.***

Скорости реакций между нейтральными биполярными молекулами должны определяться, прежде всего, электростатическими взаимодействиями между растворителем и растворенным веществом, например, взаимодействиями диполь-дипольными. Для этого сначала рассмотрим простейший пример взаимодействия между точечными зарядами, разделенными изотропной непрерывной диэлектрической средой (уравнение Кирквуда):

$$\Delta G_{\text{сольв}} = -\frac{N_A}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{\mu^2}{r^3} \cdot \frac{\epsilon_r - 1}{2 \cdot \epsilon_r + 1} \quad (8)$$

Это уравнение связи между энергией Гиббса идеального диполя в непрерывной среде с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_r$  и энергией Гиббса в аналогичной среде, но диэлектрическая проницаемость, которой равна 1 ( $\epsilon_r = 1$ ). Здесь  $\mu$  – постоянный дипольный момент находящейся в растворе биполярной молекулы радиусом  $r$ ,  $\epsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума, а  $N_A$  – число Авогадро. Очевидно, что такое уравнение учитывает электростатическое взаимодействие только между молекулами растворителя и растворенного вещества.

Обратимся к теории переходного состояния для бимолекулярной реакции  $A+B \rightleftharpoons (AB)^\ddagger \rightarrow C+D$  и получим следующее уравнение связи констант скорости реакции между двумя биполярными соединениями А и В (дипольные моменты  $\mu_A$  и  $\mu_B$ ) образующими активированный комплекс с диполем  $\mu^\ddagger$  с соответствующими параметрами полярности.

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{N_A}{RT} \cdot \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r + 1} \cdot \left( \frac{\mu_A^2}{r_A^3} + \frac{\mu_B^2}{r_B^3} - \frac{\mu_\ddagger^2}{r_\ddagger^3} \right) \quad (9)$$

Здесь  $k$  – константа скорости в среде с  $\epsilon_r$  а  $k_0$  – в среде с диэлектрической проницаемостью равной единице. Из уравнения следует, что скорость реакции возрастает с ростом  $\epsilon$  среды, если активированный комплекс является более полярный, чем исходные реагенты. Аналогичные уравнения, полученные для различных модифицированных моделей реакций между нейтральными биполярными молекулами, показывают, что если дипольный момент активированного комплекса больше дипольного момента взаимодействующих молекул, то рост  $\epsilon$  среды способствует росту констант скорости реакции. Это обусловлено тем, что большая  $\epsilon$  благоприятствует образованию сильно биполярных частиц (в данном случае – активированного комплекса).

Согласно уравнения Аррениуса:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (10)$$

влияние диэлектрической проницаемости среды на скорость реакции можно представить уравнением:

$$\ln k = \ln k_\infty - \frac{1}{\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{2\mu_A\mu_B N_A}{RT\epsilon_r r^3} \quad (11)$$

Здесь  $k$  – в среде с  $\epsilon_r$ , а  $k_\infty$  – в среде с бесконечно большой диэлектрической проницаемостью,  $\mu_A$  и  $\mu_B$  – дипольные моменты молекул реагентов в вакууме.

Легко видеть, что зависимость  $\ln(k)$  от  $1/\epsilon_r$  выражается прямой, наклон которой есть  $r_A + r_B$  (расстоянием между молекулами А и В при котором между ними может протекать реакция).

Эти представленные модели также отражают преимущественно электростатическое взаимодействие между растворителем и растворенным веществом. В то время как неэлектростатические и специфические взаимодействия якобы остаются на постоянном уровне и при таком подходе просто не учитываются.

Экспериментально доказано, что при таком подходе для большинства реакций между биполярными состояниями характерны отклонения от простых зависимостей, которые следуют из решения уравнений 8, 9, 11, которые учитывают только электростатические взаимодействия. По этой причине сформировалось мнение, что в этом случае сольватирующую способность растворителей лучше описывать не как функцию их диэлектрической проницаемости, а как линейную зависимость между энергиями Гиббса.

**Реакции между нейтральными молекулами и ионами.**

Константы скорости ион – дипольных взаимодействий  $A^zA^e + B \rightleftharpoons (AB)^{\ddagger z}A^e \rightarrow C + D$  в среде с нулевой ионной силой описываются уравнением

$$\ln k = \ln k_0 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{z_A^2 e^2 N_A}{2RT} - \left( \frac{1}{\epsilon_r} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_\ddagger} \right) - \frac{N_A}{RT} \frac{\mu_B^2}{r_B^3} \left( \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r + 1} \right) \right] \quad (12)$$

Здесь  $z_{Ae}$  – заряд иона и переходного состояния,  $k$  и  $k_0$  – константы скорости в средах с  $\epsilon_r$  и  $\epsilon = 1$ , соответственно.  $N_A$  – число Авогадро. Несмотря на столь сложный вид, очевидно, что в случае молекул с нулевым дипольным моментом и ионами с зарядом  $z_{Ae}$  между  $\ln(k)$  и  $1/\epsilon_r$  следует ожидать линейную зависимость, тангенс угла которой должен быть равен  $z_A^2 e^2 N_A / 2 RT (1/r_A - 1/r_\ddagger)$ .

Если  $r_\ddagger > r_A$ , то скорость реакции должна возрастать по мере уменьшения диэлектрической постоянной среды.

Зависимости констант скорости от диэлектрической проницаемости среды для реакций, в которых определяющую роль играют электростатические взаимодействия  $A^{z_{Be}} + B^{z_{Ae}} \rightleftharpoons (AB^\ddagger)_{(z_A+z_B)} \rightarrow C + D$  рассматривались на примере многочисленных модифицированных уравнений. Показано, какие слагаемые следует учитывать, когда реакция протекает между двумя биполярными соединениями имеющими нулевой результирующий заряд; когда в реакции участвует ион и биполярная молекула; или когда участвуют две биполярные заряженные частицы. Если же записанный нами выше процесс мы сведем к простейшей реакции между однозарядным бесструктурным ионом  $A$  с зарядом  $z_{Ae} (\mu_A = 0)$  и нейтральной молекулой  $B$  ( $\mu_{Be} = 0$ ) с дипольным моментом  $\mu_B$  то получим еще одно казалось бы весьма непростое уравнение:

$$\ln k = \ln k_0 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{e^2 N_A}{2RT} \left( \frac{1}{\epsilon_r} - 1 \right) \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_\ddagger} \right) + \frac{3N_A}{8RT} \left( \frac{2}{\epsilon_r} - 1 \right) \left( \frac{\mu_B^2}{r_B^3} - \frac{\mu_\ddagger^2}{r_\ddagger^3} \right) \right] \quad (13)$$

для которого также должна выполняться линейная зависимость  $\ln(k)$  от  $1/\epsilon_r$ . При этом наклон такой прямой также включает величины радиусов и дипольных моментов реагентов и активированных комплексов. Более того, в этом случае оказалось, что если у авторов имеются данные о кинетике такой реакции в ряду смесей растворителей, то из наклона прямой  $\ln(k) = f(1/\epsilon_r)$  можно также качественно оценить знак и величину эффекта растворителей на скорость реакции. Естественно, что результаты такой оценки будут весьма существенно зависеть насколько удачно выбрана модель активированного комплекса.

В заключении приведем еще одно уравнение описывающее зависимость  $\ln(k)$  от диэлектрической проницаемости среды когда в системе реализуется электростатическое ион-дипольное взаимодействие:

$$\ln k = \ln k_\infty + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{z_A e \mu_B N_A}{RT \epsilon_r r_{AB}^2} \quad (14)$$

Здесь все обозначения уже привычные для нас, а  $k_\infty$  – константа скорости реакции в среде с бесконечно большой диэлектрической проницаемостью. Здесь зависимость  $\ln(k) = f(1/\epsilon_r)$  также должна выражаться прямой с положительным тангенсом наклона при положительном значении  $z_{Ae}$  и отрицательном, в том случае если  $z_{Ae}$  – отрицательна.

#### **Реакции между ионами.**

Известно, что реакции между неорганическими ионами протекают очень быстро и скорость таких реакций зависит только от скорости диффузии ионов. Однако скорости реакций между органическими ионами в силу очевидных причин могут и не превышать скорости реакций между нейтральными соединениями.

Поэтому для описания влияния природы ионных реагентов и диэлектрической проницаемости среды на скорость таких реакций весьма полезной является электростатическая теория. В ее рамках в стандартной среде с  $\epsilon_r$  энергия сближения двух точечных зарядов  $z_{Ae}$  и  $z_{Be}$  на расстоянии  $r_{AB}$  будет равна:

$$\Delta G_{\text{электростат}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{z_A z_B e^2 N_A}{\epsilon_r r_{AB}} \quad (15)$$

Это уравнение применимо только в условиях бесконечного разведения.

В рамках модели с активированным комплексом зависимость  $\ln(k)$  от  $\epsilon_r$  для реакции  $A^{z_A e} + B^{z_B e} \rightleftharpoons (AB^{\ddagger}(z_A+z_B))^e \rightarrow C + D$  предложено уравнение:

$$\ln k = \ln k_0 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2 N_A}{2RT} \left( \frac{1}{\epsilon_r} - 1 \right) \left( \frac{z_A^2}{r_A} + \frac{z_B^2}{r_B} - \frac{(z_A + z_B)^2}{r_{\ddagger}} \right) \quad (16)$$

Легко видеть четко выраженную аналогию между этим уравнением и уравнениями уже приводившимися выше для описания взаимодействий с участием заряженных частиц в растворах. В целом последнее уравнение совсем неплохо описывает зависимости скорости реакции от свойств растворителей, кроме тех случаев, когда процесс идет в средах с низкими значениями  $\epsilon_r$ . Это обусловлено, прежде всего, особенностями ионной ассоциации соединений в такой среде, а также особенностями последующей сольватации в ней ионов.

Теперь несколько слов об изменениях энтропии в ионных реакциях в зависимости от зарядности активированного комплекса. Так, при реагировании заряженных частиц с разноименными зарядами при переходе от реагента к активированному комплексу энтропия системы должна увеличиваться. Это обусловлено меньшим зарядом последнего по сравнению с суммой зарядов исходных реагентов и, следовательно, меньшей сольватацией его по сравнению с сольватацией исходных заряженных частиц. Ясно, что в том случае, когда реагирующие частицы имеют одноименные заряды, то такой образовавшийся активированный комплекс будет весьма эффективно сольватироваться, что приведет к уменьшению энтропии системы.

Предельно кратко рассмотрим также влияние ионной силы на скорость реакции. Известно, что коэффициенты активности реагентов зависят от ионной силы раствора ( $I$ ). Значения  $I$  определяются молярными концентрациями ионов  $C_i$  и их зарядом  $-z_i$ , согласно уравнению:

$$\ln k = \ln k_0 + 2z_A z_B A \sqrt{I} \quad (17)$$

Здесь  $A$  – константа, характеризующая данный растворитель, которая при  $25^\circ\text{C}$  равна  $0,51 \times 2.303 \text{ л}^{1/2} \text{ моль}^{-1/2}$ ,  $k_0$  – константа скорости этой же реакции найденная путем экстраполяции на бесконечное разведение. Легко видеть, что это уравнение предсказывает линейную зависимость  $\ln(k)$  от  $\sqrt{I}$ . Так как в основе этого уравнения лежит уравнение Дебая-Хюккеля, применимое лишь для довольно разбавленных растворов, где можно пренебречь диссоциацией электролитов, то для приведенного уравнения 17 также будут характерны те же ограничения. В огромном количестве экспериментальных работ показано, что уравнение 17 обычно выполняется, а повышение ионной силы растворов обычно сопровождается повышением их полярности.

В силу этого при положительном произведении  $z_A z_B$  (то есть для реакции между одноименно заряженными ионами), значения  $k$  увеличиваются с ростом ионной силы. Если же произведение  $z_A z_B$  равно нулю то скорость реакции не должна зависеть от ионной силы раствора. Однако, для многочисленных реакций с участием нейтральных молекул все-таки отчетливо прослеживается влияние ионной силы растворов на скорость химических реакций. Это естественно объяснить образованием биполярных активированных комплексов, стабилизация которых и увеличивается в ионной среде [2].

Электростатическая теория (первичных и вторичных) солевых эффектов является весьма полезной для изучения и расчета кинетических характеристик различных реакций в растворах. Однако этот подход обладает рядом весьма существенных недостатков. Например, при этом не учитывается множество других видов межмолекулярных взаимодействий растворителя с растворенным веществом; взаимной поляризации ионов и биполярных молекул; специфической сольватации; отклонения локальной микроскопической диэлектрической проницаемости вблизи реагирующих частиц от макроскопической диэлектрической проницаемости среды и т.п.

## Список литературы

1. Райхардт Х. Растворители в органической химии: Пер. с нем. – Л.: Химия, 1973. – 152 с.
2. Meyer K.H. Rates and equilibria of organic reaction // Ber. Dtsch. Chem. Ges. – 1987. – Vol. 47. – P. 826-832.
3. Taft R.W., Abraham M.H. Titrations in nichtwasserigen Lösungsmitteln // J. Pharm. Sci. – 1985. – Vol. 74. – P. 807-811.

**Білобров В.М., Богдан Н.М., Елізаров О.О., Хомутова К.В., Блінкова Т.С., Лінник Н.В., Малигін М.С. Проблема гомеостазу. 1. Специфічні та неспецифічні взаємодії в розчинах.** – Зроблено припущення, що сучасна фізико-органічна хімія володіє досить стрункою, внутрішньо не суперечливою методологією придатної для кількісного вивчення "будівлі" і "реакційної здатності" реагентів і субстратів різного рівня організації. На цій підставі сформований підхід для розробки кількісної методики визначення колоїдної стійкості окремих рідин організму в процесах біомінералізації, а також запропонований необхідний і достатній набір перемінних, що характеризують полярні властивості середовища для визначення фазової стійкості колоїдів.

*Ключові слова:* біомінералізація, хімічний зв'язок, полярність середовища.

**Bilobrov V.M., Jelisarov A.O., Bogdan N.M., Khomutova E.V., Blinkova T.S., Linnik N.V., Malygin M.S. Problem of homeostasis. 1. Specific and nonspecific interactions in solutions.** – The guess is made, that modern physico-organic chemistry has interiorly not inconsistent methodology applicable (serviceable, suitable) for quantitative study of "structure" both "reactivity" of reagents and substrates of a various level of organization. On this warrant (basis) the approach for development of a quantitative procedure of definition of colloidal fastness of separate fluids of an organism generated (formed) during biomineralization, and also the necessary and sufficient gang variable, medium, describing polar property, for definition of phase fastness of colloids is offered.

*Key words:* biomineralization, chemical bond, polarity of medium.

**И.П. Антоник, В.И. Антоник**  
**ОСОБЕННОСТИ СТАЖЕВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ**  
**В ОРГАНИЗМЕ РАБОЧИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ**  
*Криворожский государственный педагогический университет*

**Антоник И.П., Антоник В.И. Особенности стажевых функциональных изменений в организме рабочих железорудных шахт.** – В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением подземного стажа работы, в том числе у бурильщиков и проходчиков железорудных шахт, наблюдается прогрессирующее ухудшение состояния наиболее нагружаемых факторами производства физиологических функций организма. Момент истощения компенсаторных функциональных резервов соответствующих систем принято за критерий перехода от нормы к патологии, что положено в основу определения стажа "безвредной" работы в подземных условиях железорудных шахт.

*Ключевые слова:* железорудная шахта, бурильщик, проходчик, функциональный резерв, стаж "безвредной" работы.

### **Введение**

Основными производственными вредностями для рабочих железорудных шахт и, прежде всего, для бурильщиков и проходчиков, являются повышенная запыленность, шум и вибрация. Интенсивное и длительное воздействие этих факторов способно приводить к развитию профессиональных заболеваний соответствующей этиологии: силикозу, пылевому бронхиту, тугоухости, вибрационной болезни и т.п. Выявление указанных заболеваний обычно является основанием для прекращения заболевшими рабочими профессиональной деятельности и к переводу их на инвалидность с последующей пожизненной материальной компенсацией (регрессом) полученного увечья. Последнее обуславливает определенные экономические потери предприятию, особенно если профессиональная инвалидность наступает при небольшом стаже. К тому же сами рабочие, страдающие профессиональными заболеваниями, характеризуются пониженным качеством жизни, обычно имеют множество сопутствующих заболеваний и повышенную предрасположенность к ранней смертности.

Профессиональная патология, как и любое хроническое заболевание, не возникает внезапно, а ему предшествует определенный скрытый период функциональных декомпенсационных преобразований в организме. Выявление фактов истощения функциональных резервов профессионально важных функций организма является главной задачей превентивной медицины и основной целью периодических медицинских осмотров рабочих.

Нами предпринята попытка дать практическим врачам и организаторам производства новый инструмент обоснования к прекращению профессиональной деятельности по профессии бурильщик или проходчик тех лиц, функциональные изменения в состоянии профессионально важных функций (наиболее нагруженных вредными факторами производства) которых достигли критического предела, граничащего с предпатологией и патологией. Именно этот подход позволяет объективно определять стаж "безвредной" работы для каждого рабочего, когда прекращение работы по профессии во вредных условиях максимально сохраняет здоровье на последующие годы жизни.

Состояние организма в каждый конкретный момент времени определяется уровнем функционирования физиологических систем, степенью напряжения регуляторных механизмов и наличием функциональных резервов [3].

Цель данной работы – оценка составляющих функциональных резервов, или, как нам представляется более точным, – резервов функциональной лабильности профессионально важных функций у рабочих железорудных шахт с разным стажем работы. При этом под резервом функциональной лабильности нами понимается запас готовности (способности) биосистемы обеспечить собственный функциональный статус за счет внутренних компенсаторных возможностей, без истощения регуляторных механизмов и ущерба для здоровья организма в целом. Количественно нами принято резерв функциональной

лабильности выражать разностью показателей фактического и должного состояния функции или системы.

### **Методы исследования**

В лабораторных условиях было обследовано 237 бурильщиков и проходчиков шести возрастно-стажевых групп: 1-ю группу составили рабочие в возрасте от 19 до 25 лет со стажем до 1 года; 2-ю – соответственно от 21 до 29 лет со стажем 1-4 года; 3-ю – от 24 до 34 лет со стажем 5-9 лет; 4-ю – от 29 до 39 лет со стажем 10-14 лет; 5-ю – от 34 до 44 лет со стажем 15-19 лет; 6-ю группу в возрасте 45 и более лет со стажем 20 и более лет. Для дифференциации возрастных изменений была обследована контрольная группа из 68 человек (мужчин), за период трудовой деятельности не работавших в шахте, но занятых физическим трудом (37 человек в возрасте до 35 лет; 31 человек в возрасте 36-50 лет).

Учитывая специфику вредных производственных факторов в подземных условиях железорудных шахт, к числу профессионально важных функциональных показателей состояния организма бурильщиков, проходчиков нами отнесены и во время исследований определялись: вибрационная чувствительность пальцев на частотах 250 и 63 Гц; слуховая чувствительность на частотах 2000, 1000, 500, 250 Гц; индексы напряжения регуляторных систем и вегетативного равновесия (как показатели степени функциональной адаптации рабочих к условиям труда); количество касаний при координатометрии; тоническое напряжение сосудов нижних конечностей; индекс периферического сопротивления кровеносных сосудов; дыхательная проба Штанге; объемный кровоток по сосудам верхних конечностей; работоспособность по показателю  $PWC_{170}$ ; индекс кровоснабжения; максимальная вентиляция легких; максимальное потребление кислорода (относительное); растяжимость сосудистых стенок верхних конечностей; кистевая мышечная сила; резервный объем вдоха; диастолическое давление крови [1].

### **Результаты исследований**

В целях исследования, прежде всего была проведена систематизация возрастно-стажевой динамики основных изученных физиологических показателей по следующей методике: определялась средняя за год скорость изменения показателя состояния каждой функции в абсолютных величинах (сдвиг) и в процентах по отношению к предшествующему показателю состояния этой же функции на каждом этапе периода трудовой деятельности проходчиком или бурильщиком.

Таким образом, для каждой функции был получен динамический ряд функциональных возрастно-стажевых сдвигов показателей ее состояния. В качестве фактического значения показателей функции для каждой возрастно-стажевой группы было взято среднестатистическое его значение в сумме с доверительным интервалом  $\pm m$  в сторону наименее физиологически благоприятной характеристики состояния по нормативам, известным в физиологии и медицине [2–10].

Функциональный сдвиг состояния функций для каждой группы испытуемых фактически являлся суммарным сдвигом за период  $n$  лет стажа, поэтому среднегодовая скорость функциональных изменений вычислялась как частное от деления значения функционального возрастно-стажевого сдвига на количество лет стажа.

Анализ динамики функциональных сдвигов наиболее профессионально важных физиологических показателей обследованных рабочих показал, что наибольшее снижение к 20 годам работы бурильщиком или проходчиком претерпевают показатели вибрационной (ВЧ) и слуховой (СЧ) чувствительности. Наибольшая скорость снижения ВЧ наблюдается на частоте 250 Гц. В конечном итоге ВЧ к 20 годам стажа снижается почти в 36 раз. Порог СЧ на частотах 1000-2000 Гц имеет два периода относительно ускоренного снижения: при стаже работы до 4 лет (на 34% в год по частоте 1000 Гц и на 7,1% в год на частоте 2000 Гц), а также при стаже 15-19 лет. К 20 годам работы порог слуха на этих частотах понижается в среднем в 5 раз. На частотах 250 и 500 Гц снижение порога СЧ отмечается при стаже более 9

лет со скоростью соответственно 9,0 и 6,6% ежегодно. К 20 годам трудовой деятельности этот показатель ухудшается в 2,6 раза.

Установлено, что с увеличением стажа происходит возрастание напряжения регуляторных систем. При этом, в первые четыре года индекс напряжения (ИН) ежегодно возрастает на 1,5%, затем при стаже 5-9 лет наблюдается некоторый спад этого нарастания (период наиболее скомпенсированной адаптации). В период от 10 до 14 лет стажа резко возрастает напряжение организма (прирост ИН составляет 6,9% в год). После 20 лет стажа ИН начинает ещё более стремительно возрастать (на 14,2% в год), что говорит о нарастающей фазе срыва адаптационных механизмов. Известно, что срыв адаптации фактически является переходом к патологии.

Важно отметить высокую чувствительность координатометрии для характеристики сдвига в способности осуществлять тонкокоординированные сенсодвигательные акты. Этот показатель резко ухудшается в первые годы работы (более чем на 10% в год). В последующем, при стаже более 5 лет темп снижения несколько падает, хотя к 20 годам стажа это в общем ухудшается более чем в 2 раза.

С первых лет работы в шахте происходят выраженные неспецифические изменения показателей гемодинамики, что связано с воздействием шума и вибрации. С наибольшей скоростью происходит ухудшение периферического кровообращения: снижается объёмный кровоток и растяжимость сосудистых стенок верхних конечностей, увеличивается (особенно в период от 5 до 9 лет работы) тоническое напряжение сосудов нижних конечностей (скорость роста до 5,4% от исходного в год). Существенные изменения в общих показателях гемодинамики происходят при стаже более 20 лет, когда с наибольшей скоростью начинает возрастать периферическое сопротивление сосудов большого круга кровообращения и уменьшается общее кровоснабжение, что, как известно, сопровождает вибрационную болезнь.

В течение первых четырех лет работы в железорудной шахте показатели легочной вентиляции практически не изменяются или даже улучшаются. Весьма чувствительным тестом на начальное изменение функции дыхания оказалась дыхательная проба Штанге. Время задержки дыхания после глубокого вдоха начинает резко снижаться у всех рабочих с первых лет работы в шахте со скоростью 6,6% в год и к 20 годам стажа в целом снижается на 64%. Выраженные изменения в показателях легочной вентиляции начинают нарастать при стаже более 10 лет.

Физическая работоспособность у проходчиков имеет одну направленность – непрерывное со стажем все возрастающее снижение, вначале медленное, а при стаже свыше 20 лет – резко ускоренное. Кистевая мышечная сила, как показатель физического развития, ускоренно начинает снижаться у рабочих со стажем более 14 лет.

Установив временные параметры нарастания функциональных сдвигов с увеличением стажа, мы подошли к решению вопроса о резервах функциональной лабильности организма рабочих на разных этапах периода их трудовой деятельности. Определения наличия резерва функциональной лабильности проводилось по разнице между фактическим и должным значением того или иного показателя. В качестве должных значений принимались известные по литературе нормативы [2–10], а также показатели состояния обследованных функций у рабочих контрольной группы.

Стажевая динамика "исчерпания" резервов функциональной лабильности по отдельным функциям представлена в табл. 1. Знаком "х" в колонках стажа работы бурильщиков и проходчиков обозначен момент, когда фактические показатели впервые становятся ниже должных значений. Этот факт оценивается как явление "исчерпания" резервов функциональной лабильности той или иной функции. В конечном итоге, названное явление следует расценивать как факт развития стойких функциональных изменений (на основе хронического перенапряжения систем организма) и истощения их способности к дальнейшей приспособительной функциональной перестройке. Последующая эволюция состояния таких



систем (при непрекращающемся действии вызвавших это перенапряжение стрессоров) может быть только в сторону их "полома", т.е. патологического преобразования.

Таблица 1

**Стажевая динамика "исчерпания" резервов функциональной лабильности отдельных физиологических функций организма бурильщиков и проходчиков**

Наименование функций и показателей	Стаж работы, лет					
	до 1	1-4	5-9	10-14	15-19	более 20
Вибрационная чувствительность на частоте: 63 Гц 250 Гц		X	X			
Слуховая чувствительность на частоте: 1000 Гц 2000 Гц		X X				
Количество касаний при координатометрии		X				
Артериальное давление диастолическое				X		
Индекс кровоснабжения			X			
Индекс периферического сопротивления		X				
Тоническое напряжение сосудов нижних конечностей		X				
Объемный кровоток сосудов нижних конечностей				X		
Растяжимость сосудистых стенок верхних конечностей						X
Максимальная вентиляция легких						X
Резервный объем вдоха					X	
Проба Штанге					X	
Физическая работоспособность PWC <sub>170</sub>	Выше сред.	Выше сред.	Средняя	Средняя	Средняя	Ниже сред.
Максимальное потребление кислорода, относительное					X	
Кистевая мышечная сила				X		
Индекс напряжения регуляторных систем	Напряжение	Напряжение	Удовлетворительная адаптация	Напряжение	Напряжение	Неудовлетворительная адаптация

Исчерпание резерва функциональной лабильности более чем у 50% профессионально важных функций следует расценивать как критическое (предпатологическое) состояние организма и, чтобы в дальнейшем сохранить нормальное качество жизни человека, необходимо изолировать его от действия комплекса вредных факторов шахтных забоев, т.е. фактически вывести рабочего из шахты по критерию "безопасного стажа". Указанное автоматически позволит уменьшить проблему профессиональной патологии среди рабочих забойной группы железорудных шахт.

Представленная картина возрастно-стажевой динамики утраты рабочими резерва функциональной лабильности в состоянии отдельных систем является обобщенной и отражает усредненные закономерности этих процессов, тогда как у отдельных рабочих это может идти индивидуальным путем, что должно выявляться специальными обследованиями, например, во время периодических медосмотров.

### **Выводы**

На основании проведенных исследований сделаны выводы, что комплекс имеющихся вредных факторов на рабочем месте бурильщиков и проходчиков железорудных шахт является мощным физическим стрессом, создающим значительную, а порой и запредельную, нагрузку на деятельность профессионально важных (наиболее нагружаемых) функций и систем организма. Длительная работа таких функций (систем) в режиме перенапряжения приводит к истощению резервов их функциональной лабильности и к последующему развитию соответствующей профессиональной патологии. Безопасным стажем работы по профессии бурильщик (проходчик) следует считать период, до которого "исчерпание" функциональных резервов не охватывает более 50% всех профессионально важных функций (систем) организма, что, при сложившихся условиях и организации труда на современных шахтах Кривбасса, составляет в среднем 10-14 лет.

### **Список литературы**

1. *Антоник И.П., Антоник В.И.* Оценка функционального состояния организма рабочих железорудных шахт для прогноза их заболеваемости // В сб. межд. научн. конф. "Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості". – Кривой Рог, 2004. – Ч. I. – С. 276-279.
2. *Аулик И.В.* Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1979. – 192 с.
3. *Баевский Р.М.* Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 296 с.
4. *Васкевич Н.Н., Елецькова А.С.* Реографическое изучение состояния периферических сосудов при вибрационной патологии // Гигиена труда и профессиональные заболевания, 1977. – С. 26-30.
5. *Гребняк В.П.* Оценка функциональных возможностей организма при выполнении физической работы // Физиология человека. – 1984. – Т. 10, №1. – С. 31-40.
6. *Денисова Е.А.* Основные показатели деятельности сердечно – сосудистой системы практически здоровых людей // Показатели состояния основных систем и органов здорового человека. – М., 1977. – С. 19-43.
7. *Доцицын В.Л.* Клинический анализ электрокардиограммы. – М.: Медицина, 1982. – 208 с.
8. *Матвейко Г.Г., Пшоник С.С.* Клиническая реография. – Минск: Беларусь, 1976. – 177 с.
9. *Метелица В.И.* Факторы риска // Превентивная кардиология. – М.: Медицина, 1977. – 52 с.
10. *Яруллин Х.Х.* Клиническая реоэнцефалография. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.

**Антонік І.П., Антонік В.І. Особливості стажових функціональних змін в організмі робочих залізородних шахт.** – У результаті проведених досліджень встановлено, що із зростанням стажу роботи у підземних умовах, в тому числі з професій бурильник чи прохідник залізородних шахт, спостерігається прогресуюче погіршення стану найбільш навантажених факторами виробничого середовища фізіологічних функцій організму. Момент вичерпання компенсаторних функціональних резервів відповідних систем прийнято за критерій переходу від норми до патології, що покладено в основу визначення стажу "безпечної" роботи у підземних умовах залізородних шахт.

*Ключові слова:* залізородна шахта, бурильник, прохідник, функціональний резерв, стаж "безпечної" роботи.

**Antonik I.P., Antonik V.I. Peculiarities of the length of service functional changes in the organism of the worker in the iron – ore mines.** – As a result of having been held researches it was established, that the more we increase the underground length of service (we also mean drillers and persons who sink shafts) the worse the state of the physiological functions of the organism which is more loaded with work. The moment of the depletion of the compensatory functional reserves of the corresponded system is taken for the criterion of transition from standard (normal state) to pathology. It has been laid down the foundations of the definition of the length "harmfulness" in the underground conditions of the iron – ore mines.

*Key words:* iron – ore mine, driller, functional reserve, the length of "harmfulness" service.

**Г.А. Балакирева, К.И. Кузнецов**  
**ОЦЕНКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ**  
**ЖИВОТНЫХ В ТЕСТЕ "ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ"**  
**НА ФОНЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ**  
*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*  
*e-mail: galaale@mail.donbass.com*

**Балакирева Г.А., Кузнецов К.И. Оценка исследовательского поведения экспериментальных животных в тесте "открытое поле" на фоне эмоционального стресса различной этиологии.** – Исследованы поведенческие характеристики и предрасположенность экспериментальных животных к развитию психической депрессии. Используя методику тестирования "открытого поля", данная популяция разделена на группы с разным уровнем активности. Учитывая, что экспериментальные животные содержались в одинаковых условиях с момента рождения, эксперимент позволил сделать вывод, что предрасположенность к развитию психической депрессии является генетически детерминированной.

*Ключевые слова:* поведенческие акты, депрессия, стресс, иммобилизация, социальная изоляция, исследовательское поведение.

### **Введение**

Важнейшей отличительной чертой депрессивных состояний на современном этапе является их выход за пределы психиатрической патологии, неуклонное повышение удельного веса невротических и соматогенных форм по сравнению с классическими эндогенными депрессиями. Многие обстоятельства заставили переосмыслить значимость проблемы депрессий, представлявшейся прежде сугубо специальной областью, относящейся целиком к компетенции психиатров. В настоящее время можно выделить три отличительные особенности, характеризующие современные депрессии непсихотического регистра:

- преобладание тревожного компонента в клинической картине заболевания (примерно у 77% всех больных);
- коморбидность, т.е. сочетание депрессивных и соматических проявлений;
- доминирование соматовегетативной составляющей в симптоматике.

Важнейшей этиологической причиной развития упомянутых депрессий является наличие факторов психической травматизации, длительного психо-эмоционального стресса, причем особую роль все больше приобретают социальные аспекты. Известно, что именно с участием гиппокампа в значительной степени осуществляется переработка и усвоение получаемой мозгом информации. Возможность реализации столь сложного функционального комплекса обеспечивается соответствующим уровнем пластичности нейрональных структур гиппокампа, т. е. их способностью к адаптации в условиях постоянно изменяющегося поступления информации. На клеточном уровне пластические функции обеспечиваются наличием разветвленной системы дендритов, а на нейрохимическом – системой вторичных мессенджеров и синтезом нейротрофических факторов [1]. При депрессиях, а также при хроническом стрессе нейропластический потенциал гиппокампа существенно ослабляется. Это проявляется в уменьшении общего объема гиппокампа за счет атрофии пирамидальных нейронов и сокращении числа и протяженности апикальных дендритов, а также в ослаблении пролиферативной активности клеток в зубчатой извилине гиппокампа [2, 3].

В итоге, вышеперечисленные изменения рассматриваются как принципиальное, ключевое звено патогенеза депрессивных расстройств [4], особенно при сочетании собственно депрессивных и тревожных проявлений, а также при типичных вариантах невротических и соматизированных депрессий. Кроме того, уменьшение числа серотониновых рецепторов (подтипа 5-НТ-2а) в гиппокампе у депрессивных больных с тревожным компонентом [3] также может быть существенным фактором развития сочетанных аффективных и тревожных нарушений.

В период накопления фактов в генетике поведения внимание исследователей привлекали разные признаки, характеризующие поведение: предрасположенность к судорогам, общая

возбудимость, локомоторная активность, ориентировочно-исследовательские реакции, разные аспекты репродуктивного поведения, классические и инструментальные условные реакции, чувствительность к действию фармакологических веществ. Опыт, накопленный в первый период развития генетики поведения, можно суммировать следующим образом.

Для исследования роли генотипа в формировании поведения следует выбирать:

- признаки, которые легко поддаются количественному учету (например, четкие видоспецифические движения – чистка шерсти или "стойки" у грызунов);

- признаки, которые легко измерить по степени их выраженности (например, уровень локомоторной активности, измеряемый по длине пройденного животным пути за фиксированное время опыта) [5, 6].

Таким образом, возникает необходимость в проведении исследований, раскрывающих поведенческие, нейрофизиологические и нейрохимические механизмы возникновения психической депрессии в условиях эмоционального стресса, который увеличивает проявление депрессии.

Чрезвычайную популярность для изучения тревожности, как фактора предрасположенности к развитию психической депрессии, приобретают известные "общеповеденческие" тесты, основанные на помещении животного в незнакомую ситуацию новизны – открытого поля, норковой камеры и другие. Животных в таких моделях освещают лампами, поднимают на высоту, помещают рядом с объектом и прочее.

### **Материал и методы исследования**

Эксперимент проводился на половозрелых самцах и самках (24 и 25 особей соответственно) беспородных крыс в возрасте 2,5-3 месяцев массой 200-330 г. Экспериментальные животные содержались в виварии при стандартных условиях.

После трехкратного тестирования с использованием поведенческих моделей «открытое поле», исследуемые животные были разделены на три группы, в соответствии с различным уровнем тревожности:

- с высоким уровнем;
- со средним уровнем;
- с низким уровнем тревожности.

Согласно методике "открытое поле" крысу помещают в освещенную камеру и учитывают ее реакции дефекации и величину двигательной активности в течение определенного времени. Эта методика позволяет изучить индивидуально-типологические особенности поведения связанные с проблемой индивидуальной устойчивости к эмоциональным стрессам [7, 8].

Открытое поле представляет собой прямоугольную камеру размером 100×100 см с пластмассовыми стенками высотой 40 см. Полком служит лист белого пластика, на который черной краской нанесена решетка, делящая поле на 25 равных квадратов. Освещение производилось лампой 50 Вт, расположенной на высоте 150 см над центром пола. Внешними называют 16 квадратов, прилегающие к стенкам поля. Соответственно, внутренними считаются 9 квадратов, не соприкасающихся со стенками. Пересечения экспериментальными животными внешних и внутренних квадратов регистрируются отдельно.

Пересечением называют поведенческий акт, при котором животное вступает на новый квадрат обеими передними лапами. Подсчитывается поминутно количество фекальных болюсов (дефекаций). Крысу помещают в угол камеры и наблюдают за ее поведением в течение 5 мин., фиксируя поведенческие акты поминутно.

При исследовании фиксировали следующие параметры:

- пересечения квадратов (внешних и внутренних),
- груминг,
- вертикальные стойки,
- дефекации (количество фекальных болюсов).

После 5 мин. исследования крысу помещают обратно в клетку. Пол тщательно моют после каждого теста.

К изучаемым популяциям были применены две модели стресса – социальная изоляция и иммобилизация.

Социальная изоляция представляет собой помещение экспериментального животного на 72 часа в отдельную клетку. На третьи сутки крыса подвергалась тестированию в условиях "открытого поля", после чего животное возвращалось обратно в общую клетку. Через 10 суток это животное подвергалось иммобилизационному стрессу: на протяжении 10 суток крысу помещали на 2 часа в индивидуальные пластмассовые клетки-пеналы, на 10-е сутки животное тестировали в вышеперечисленных тестах.

Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами математической статистики с использованием непараметрического U – критерия Манна-Уитни для оценки достоверности результатов.

### **Результаты и обсуждение**

К показателям тревожности в тесте "открытое поле" (ОП) относят различные поведенческие акты. Помещение животного в новое окружение одновременно ведет к возникновению исследовательского поведения и вызывает страх. Две антагонистические тенденции характеризуются разным временным ходом. Лучшим выражением уменьшения страха у животных является исследование ими внутренних квадратов. Вместе с измерением активности удобно учитывать такую вегетативную реакцию как дефекация. Однако дефекация более тесно связана с эмоциональной реактивностью. Принято считать, что реакция дефекации в условиях ОП отражает в основном эмоциональную реактивность или "эмоциональность" животного, а локомоторные реакции – его двигательную и исследовательскую активность.

Так, исследования показали, что в течение первой минуты количество дефекаций было максимальным в популяциях самок и самцов:  $1,7 \pm 0,38$  и  $1,4 \pm 0,45$  болюсов соответственно, что подтверждает литературные данные. Начиная со второй минуты тестирования животных в "открытом поле", реакция дефекации постепенно снижается. Такое явление можно объяснить начинающимся угасанием исследовательского поведения.

Те животные, которые меньше передвигаются и у которых наблюдается более частая дефекация в ситуации открытого поля, считаются более эмоциональными чем те, которым свойственна высокая двигательная активность, но низкий уровень дефекации.

На первых минутах тестирования внимание животных сосредоточено на внешних квадратах: самками пересечено за первую минуту  $5,3 \pm 1,08$ , а самцами –  $8,4 \pm 1,54$  квадрата. Внутренние области посещаются крысами крайне редко: пересечение внутренних квадратов экспериментальными животными начинает расти со второй минуты опыта. Исследовательское поведение максимально выражено в течение первой минуты, а затем постепенно ослабевает, на что указывает снижение посещения внутренних квадратов крысами.

Таким образом, на основании полученных данных можно выделить три группы животных: группу с низким уровнем тревожности – 2 самки и 3 самца, что составляет 8 и 12,5% исследуемой популяции животных; группу со средним уровнем тревожности, включающую 20 самок и 16 самцов (80 и 66,7% популяции соответственно); группу с высоким уровнем тревожности – 3 самки и 5 самцов (12 и 20,8 % популяции) (рис. 1 и 2).

Эмоциональный стресс оказал существенное влияние на исследовательское поведение изучаемых популяций в условиях теста "открытое поле".

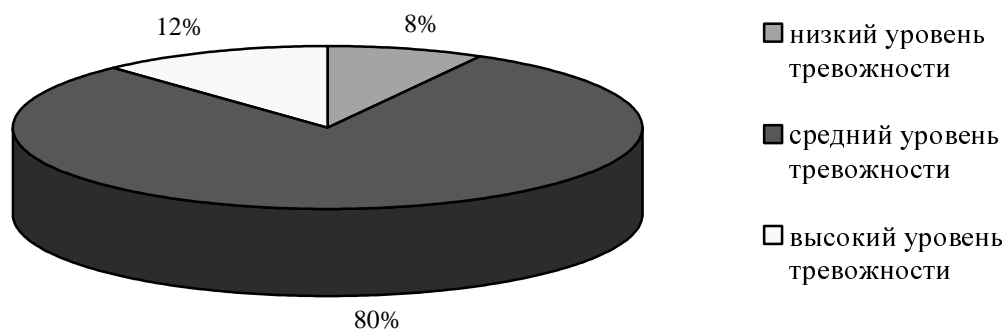


Рис. 1. Распределение самок в популяции на группы по уровню тревожности (контроль)

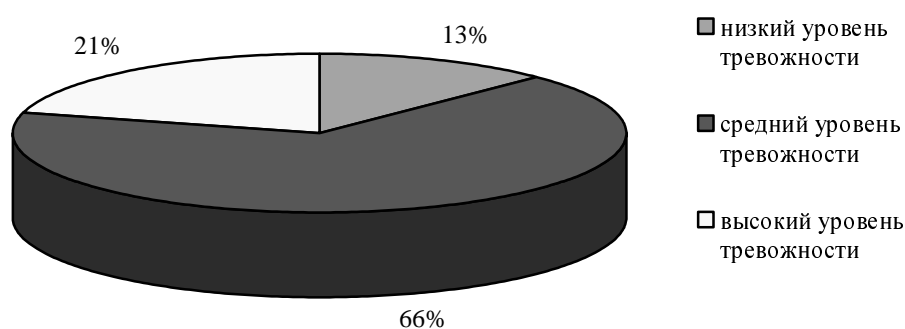


Рис. 2. Распределение самцов в популяции на группы по уровню тревожности (контроль)

Таким образом, максимальное количество пересечений внешних квадратов наблюдается на первой минуте опыта, а затем постепенно снижается, что указывает на снижение исследовательской деятельности животных. На угасание реакции страха указывает снижение частоты дефекации, максимальная выраженность которой наблюдалась на протяжении первой минуты эксперимента эта закономерность зарегистрирована как в популяции самок, так и в популяции самцов.

Эксперимент показал, что наибольшее количество внешних квадратов было пересечено самками за первую минуту опыта. Так, самки с низким уровнем тревожности пересекли  $21,4 \pm 4,12$  квадрат, а самки с высоким уровнем тревожности –  $5,2 \pm 1,31$ . Количество исследуемых внешних квадратов группой самок со средним уровнем тревожности составило  $10,3 \pm 2,62$  квадрата. Количество фекальных болюсов на протяжении опыта достоверно снижалось с  $1,3 \pm 0,27$  до  $0,3 \pm 0,07$  в группе с низким уровнем тревожности и с  $6,2 \pm 1,06$  до  $1,3 \pm 0,33$  у самок с высоким уровнем тревожности.

Аналогичные тенденции наблюдались в популяции самцов.

Так, реакции дефекации в течение первой минуты опыта достоверно возросли по сравнению с данными в контроле, что указывает на активацию симпатической нервной системы после воздействия стресса. Временную динамику фекальных болюсов можно проследить на графиках (рис. 3 и 4).

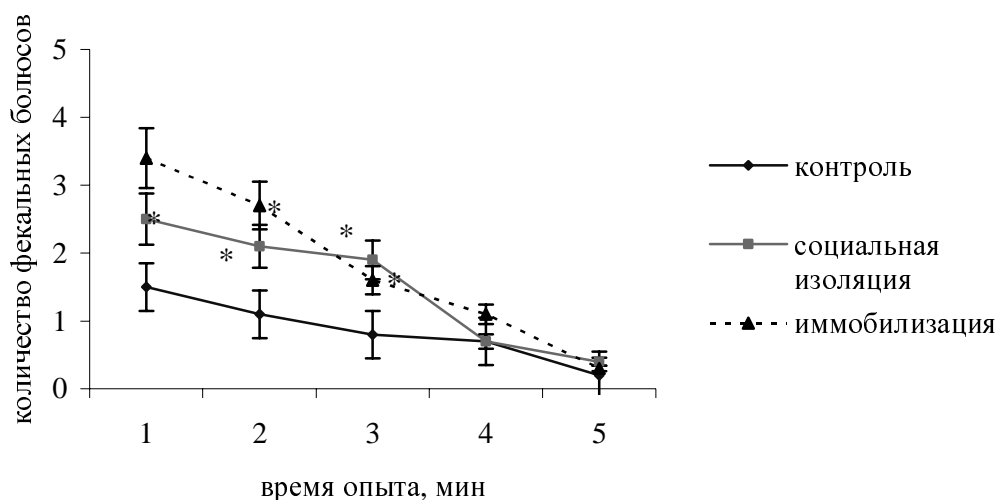


Рис. 3. Временная структура дефекации у самцов (n = 24) после воздействия стресса  
Примечание: \* – различия достоверны ( $p_U < 0,05$ ) по отношению к соответствующим значениям контроля

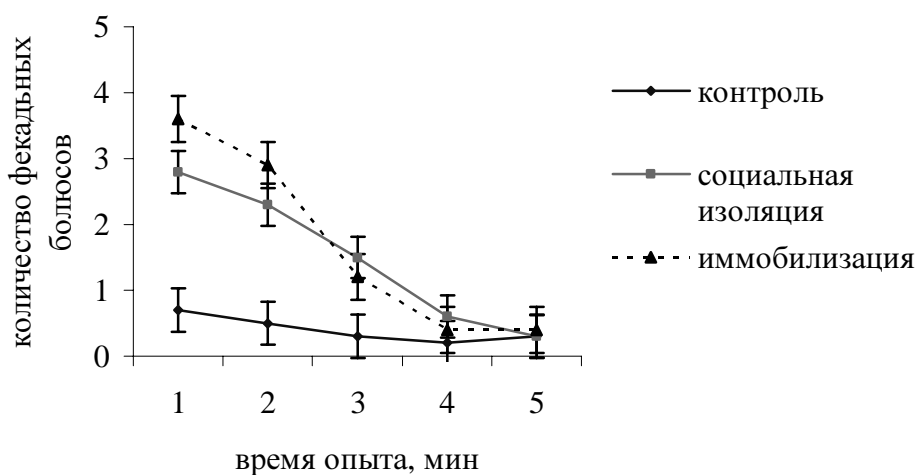


Рис. 4. Временная структура дефекации у самок (n = 25) после воздействия стресса  
Примечание: \* – различия достоверны ( $p_U < 0,05$ ) по отношению к соответствующим значениям контроля

Из рис. 3 и 4 видно, что достоверные отличия по количеству дефекации у самцов и самок наблюдалось на 1, 2 и 3 минутах эксперимента. Тенденция к снижению частоты дефекации в течение опыта сохраняется аналогично тенденции в контроле.

Количество пересеченных внешних квадратов за первую минуту опыта после воздействия иммобилизационного стресса ( $2,1 \pm 0,42$ ,  $p_U < 0,05$ ) было значительно меньшим, чем после социальной изоляции ( $2,8 \pm 0,56$ ,  $p_U < 0,05$ ) (рис. 5, 6). Видоизменилась так же кривая, характеризующая динамику пересечений внешних квадратов, что указывает на изменение поведения животных под воздействием стресса. Наибольшие изменения наблюдались после применения иммобилизационного стресса к экспериментальным животным, как более жесткой модели стресса.



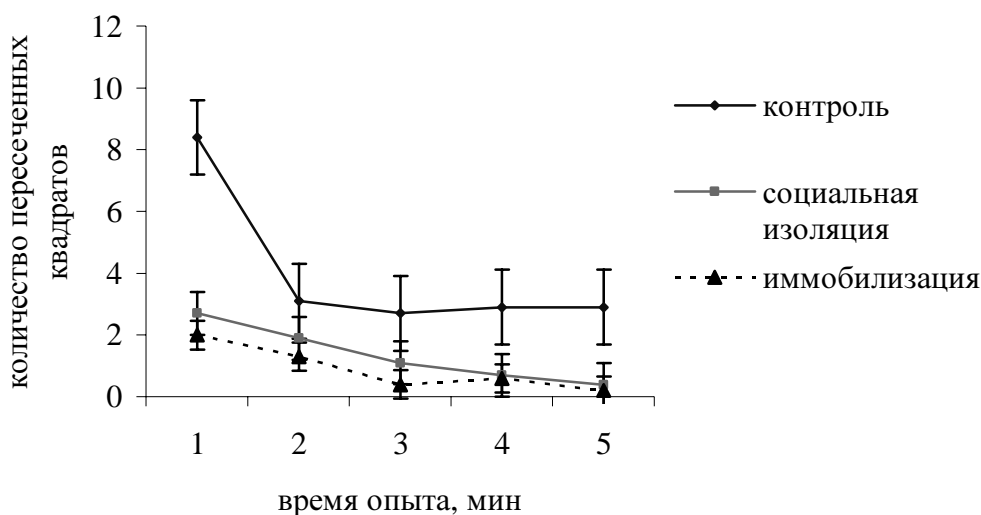


Рис. 5. Динамика пересечений внешних квадратов самцами ( $n = 24$ ) после воздействия стресса

Примечание: \* – различия достоверны ( $p_U < 0,05$ ) по отношению к соответствующим значениям контроля

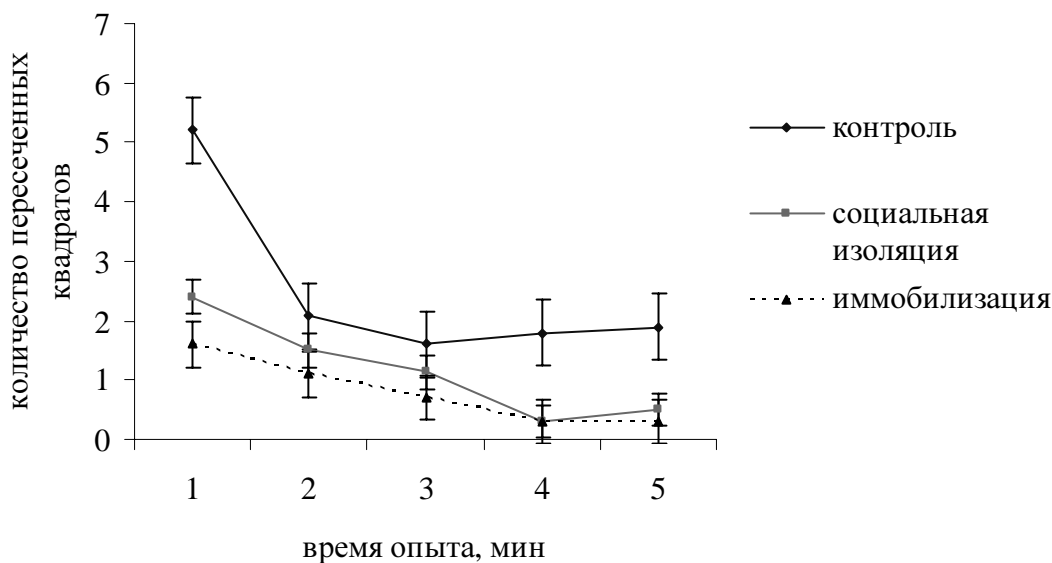


Рис. 6. Динамика пересечений внешних квадратов самками ( $n = 25$ ) после воздействия стресса

Примечание: \* – различия достоверны ( $p_U < 0,05$ ) по отношению к соответствующим значениям контроля

Рис. 5 и 6, отражающие динамику пересечений внешних квадратов экспериментальными животными, свидетельствуют о том, что после воздействия стресса в исследуемых популяциях наблюдалось снижение двигательной активности по отношению к контрольным значениям.

Такое снижение исследовательской активности экспериментальных животных по сравнению с данными контроля указывает на угнетение исследовательского поведения популяций вследствие воздействия эмоционального стресса.

Как отмечалось выше, первая минута опыта в условиях тестирования в "открытом поле" указывает на выраженность эмоциональной составляющей поведения животного и рассматривалась отдельно от последующих четырех минут эксперимента.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в группе крыс, характеризующихся высоким уровнем тревожности, значения показателей снизились по сравнению с контролем.

Так, у самок количество пересеченных внешних квадратов снизилось на  $96,2 \pm 11,83\%$  ( $p_U < 0,05$ ) в течение первой минуты после обоих видов стресса, и на  $93,7 \pm 14,34$  и  $75 \pm 10,46\%$  ( $p_U < 0,05$ ) на 2-5 мин. опыта после социальной изоляции и иммобилизации соответственно. У самцов данный показатель снизился на  $88,4 \pm 10,91\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после применения моделей стресса на протяжении первой минуты и на  $84,3 \pm 11,45\%$  после социальной изоляции и  $60,7 \pm 9,58\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после иммобилизационного стресса на последующих минутах.

У животных с низким уровнем тревожности наблюдалось увеличение значений фиксируемых параметров. Количество пересеченных внешних квадратов увеличилось у самок на  $82,4 \pm 11,73\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после применения изоляционного стресса и на  $74,6 \pm 9,20\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после иммобилизации; у самцов после социальной изоляции данный показатель возрос на  $42,3 \pm 6,92\%$  ( $p_U < 0,05$ ), а после иммобилизации – на  $52,6 \pm 8,67\%$  ( $p_U < 0,05$ ). Частота дефекации возросла у самок на  $25 \pm 4,71\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после социальной изоляции и на  $50\%$  ( $p_U < 0,05$ ) после иммобилизации; у самцов после обоих видов стресса данный показатель возрос на  $82,6 \pm 16,36\%$  ( $p_U < 0,05$ ).

В группе крыс со средним уровнем тревожности отклонения от значений контроля были как в сторону увеличения значений показателей, так и в сторону их снижения. То есть, можно утверждать, что часть особей группы, у которых наблюдалось снижение исследовательской деятельности и двигательной активности, оказалась неустойчивой к воздействию стресса.

### **Выводы**

Исследуемые популяции самок и самцов при тестировании в контрольных условиях разделены на субпопуляции по уровню тревожности. Количество особей с низким уровнем тревожности в популяции самок составило 8%, в популяции самцов – 12,5%; количество особей со средним уровнем тревожности – соответственно 80 и 66,7%; с высоким уровнем тревожности – 3 и 20,8%. Учитывая, что экспериментальные животные с момента рождения содержались в одинаковых условиях и получали одинаковую пищу, проведенные эксперименты позволили сделать вывод, что предрасположенность к развитию психической депрессии является генетически детерминированной. Примененные модели психической депрессии оказали различное влияние на исследуемые популяции животных. Модель иммобилизации оказалась более жесткой для экспериментальных животных, что подтверждалось более выраженным снижением поведенческой активности крыс по сравнению с социальной изоляцией. Эмоциональный стресс вызвал развитие депрессии у животных с высокой тревожностью и у части субпопуляции со средним уровнем тревожности, что указывает на неустойчивость последней. Используемые в эксперименте модели эмоционального стресса позволяют выделить животных, склонных к развитию психической депрессии для последующей апробации фармакологических препаратов антидепрессантного действия.

### **Список литературы**

1. Вальдман А.В., Козловская М.М., Медведев О.С. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. – М.: Медицина, 1979. – 359 с.
2. Вальдман А.В. Методологические аспекты науки о мозге / Под ред. О.С. Адрианова, Г.Х. Шингарова. – М.: Медицина, 1983. – 504 с.
3. Елисеев Ю.И. К клинической динамике реактивной депрессии // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1981. – Т. 66, № 12. – С. 1841-1848.
4. Досенко В.Е., Прудников И.М. Протеасомальная активность в синапсосамах из структур головного мозга крыс, подвергнутых длительному иммобилизационному стрессу // Нейрофизиология. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 121-136.

5. *Фресс П.* Эмоции // Экспериментальная психология. – 1975. – Вып. 5. – С. 111-196.
6. *Venes B., Venesova O., Frankova S., Tikal K.* Behavioural and biochemical characteristics of rats genetically selected for high and low activity and defecation rates // 2nd Intern. Congress of C. I. A. N. S. – Prague: Abstracts, 1975. – V. 1. – P. 249-253.
7. *Королева В.И., Горелова Н.А., Виноградова Л.В.* Депрессия Лео в структурах головного мозга. – М: Наука, 1993. – 144 с.
8. *Лазарус Р.* Теория стресса и психофизиологические исследования. – Л., 1970. – 278 с.

**Балакірева Г.О., Кузнецов К.І. Оцінка дослідницького поведіння експериментальних тварин у тесті "відкрите поле" на тлі емоційного стресу різної етіології.** – Досліджено поведінкові характеристики і схильність експериментальних тварин до розвитку психічної депресії. Використовуючи методику тестування "відкритого поля", дана популяція розділена на групи із різним рівнем активності. Зважаючи, що експериментальні тварини утримувалися в однакових умовах з моменту народження, експеримент дозволив зробити висновок, що схильність до розвитку психічної депресії є генетично детермінованою.

*Ключові слова:* поведінкові акти, депресія, стрес, іммобілізація, соціальна ізоляція, дослідницька поведінка.

**Balakireva G.A., Kuznetsov K.I. Estimation of research behaviour of experimental animals in the test "the open field" on a fone emotional stress of different etiology.** – The behavioral characteristics and predisposition of the experimental animals to the development of psychical depression with the use of the testing method "Open field" have been investigated. The given population is divided into the groups with a different level of activity. Taking into account that the experimental animals have been kept in the same conditions since the moment of their birth, the experiment permitted to draw the conclusion that the predisposition is genetically determined.

*Key words:* behavioural acts, depression, stress, immobilization, social isolation, research behaviour.

**Т.В. Москалец, В.И.Соболев**

**ВЛИЯНИЕ ТИРОИДЭКТОМИИ НА ЭНЕРГЕТИКУ ТЕТАНИЧЕСКОГО  
ИЗОМЕТРИЧЕСКОГО МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ У БЕЛЫХ КРЫС**

**(исследование *in situ*)**

*Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46*

**Москалец Т.В., Соболев В.И. Влияние тироедэктомии на энергетику тетанического изометрического мышечного сокращения у белых крыс (исследование *in situ*).** – В экспериментах на белых крысах изучался температурный эффект сокращения переднеберцовой мышцы при экспериментальном гипотиреозе. Показано, что при экспериментальном гипотиреозе сила первого изометрического сокращения переднеберцовой мышцы белых крыс не отличается от значения контроля. При повторном сокращении сила мышцы резко падает (–29%), что рассматривается с точки зрения быстрого развития процесса утомления. В процессе развития утомления в скелетной мышце эутиреоидных крыс значительно повышается (+19%) температурный эффект изометрического тетанического сокращения, что свидетельствует о повышении вместе с развитием утомления энергетической стоимости сократительного акта. Скелетная мышца тироедэктомированных крыс по сравнению с контролем (при эутиреозе) исходно сокращается с повышенным расходом энергии (+23%); энергетическая стоимость сокращения в процессе развития утомления у крыс атиреоидной группы стремительно нарастает, достигая уровня на 96%, превышающего исходный.

*Ключевые слова:* биоэнергетика, скелетная мышца, гипотиреоз.

### **Введение**

Хорошо известно, что при повышении функции щитовидной железы наступает ряд изменений в энергетике мышечного сокращения [8-10]. Одним из таких проявлений является повышение энергетической стоимости внешней механической работы [9, 10]. Однако объяснение этого феномена может быть связано со многими механизмами, реализующимися на разных уровнях организации сократительного акта – от изменений в ВНД до этапа хемо-механического сопряжения [4-6].

Вторая сторона данной проблемы состоит в мало изученности другой модели тиреоидного статуса – гипотиреоза.

Остается недостаточно исследованным вопрос о влиянии состояния гипотиреоза на энергетику мышечного сокращения, при котором не выполняется внешняя работа (изометрическое сокращение). Наконец, практически не изучался совместный эффект гипотиреоза и адренергической стимуляции на энергетические параметры сократительного акта.

Целью настоящей работы явилось исследование методом миотермии в условиях *in situ* температурного эффекта вызванного тетанического изометрического сокращения переднеберцовой мышцы у тироедэктомированных белых крыс.

### **Материалы и методы исследований**

Среди многочисленных методических подходов, с помощью которых возможно исследование энергетики скелетной мышцы, особое место принадлежит методу миотермии [5]. Наиболее точные результаты с использованием физиологических методов исследования могут быть получены с помощью метода прямой калориметрии. Однако для мышцы гомейотермного организма использование данного метода наталкивается на значительные трудности, поскольку скелетная мышца в условиях *in vitro* быстро теряет свои физиологические функции.

Второй методический подход к изучению энергетики мышечного сокращения связан с именем Арчибалда Хилла [5]. Данный метод получил название миотермического. Суть его заключается в регистрации изменений температуры мышцы в разные фазы ее сокращения. Однако следует учесть, что в методике А.Хилла предполагается измерение теплопродукции мышечного сокращения в условиях *in vitro*. Это обстоятельство в большой мере затрудняет применение данного метода при изучении мышечного термогенеза на гомейотермных животных [10]. С другой стороны, методические подходы, основанные на измерении

параметров мышечного сокращения в условиях *in vivo*, имеют свои недостатки, поскольку не позволяют провести детальный анализ всех элементов сократительного акта.

В связи с этим среди многочисленных подходов, используемых при изучении биоэнергетики сокращения скелетных мышц, нами был выбран метод измерения так называемого температурного эффекта вызванного мышечного сокращения.

После окончания подготовительного периода у крыс всех групп измерялся температурный эффект изометрического мышечного сокращения. С этой целью использовалась установка, включающая два канала: термометрический и эргометрический. Первый представлен медь-константановой термопарой. Сигнал термо-э.д.с. усиливался фотоусилителем Ф-359 и регистрировался компьютером и цифровым вольтметром. Для измерения силы сокращения мышцы использовался тензометрический преобразователь, усилитель и компьютерный регистратор.

Эксперименты были выполнены на взрослых белых крысах-самцах массой около 300 г. Все животные были разделены на две группы. У животных первой группы (10) за 30 сут. до опыта удалялась щитовидная железа (тироидэктомия). Крысы второй группы (10) были контрольными.

Подготовка животного к опыту заключалась в следующем. Крыса наркотизировалась путем внутривенного введения этилового эфира в дозе 50 мг/кг, а затем фиксировалась в станке установки. Далее отпрепаровывался малоберцовый нерв, который в дальнейшем помещался в погружной электрод. Без нарушения естественной теплоизоляции отсекалось дистальное сухожилие передней большеберцовой мышцы. При помощи стальной гибкой тяги сухожилие крепилось к тензодатчику. Во всех опытах величина электрического раздражения устанавливалась с такими параметрами: длительность импульсов – 0,5 мс, частота стимуляции – 60 Гц, время нанесения раздражения составляло 10 с. Такой тип сокращения можно характеризовать как изометрический тетанус. Всего мышца сокращалась дважды с интервалом 10 с. Такой подход позволил провести в дальнейшем анализ характера развития утомления в скелетных мышцах белых крыс обеих экспериментальных групп.

Исходное растяжение мышцы проводилось грузом массой 100 г. Термопара вводилась в среднюю часть мышцы. Все эксперименты проводились при окружающей температуре 25-27<sup>0</sup>С.

В ходе обработки полученных данных вычислялась максимально развиваемая сила, величина прироста температуры мышцы, вызванная ее сокращением, и рассчитывался так называемый температурный коэффициент мышечного сокращения, численно равный отношению прироста температуры мышцы к развиваемой силе ( $+\Delta T^{\circ}\text{C}/\Gamma$ ).

Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики.

При проведении исследований строго придерживались правил работы с экспериментальными животными.

### **Результаты и обсуждение**

Удаление щитовидной железы привело к формированию состояния экспериментального гипотиреоза. Так, ректальная температура у тироидэктомированных крыс снизилась до  $36,5 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  (у контроля –  $37,8 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ). Уменьшилась и величина потребления кислорода (на  $18 \pm 3\%$ , газоанализатор "Radiometer"). Следовательно, эксперименты были выполнены на животных с четко выраженными признаками гипотиреоза.

После оценки степени выраженности экспериментального гипотиреоза у крыс обеих групп проводили определение параметров изометрического тетанического сокращения переднеберцовой мышцы. Цифровой материал, отражающий данные измерения максимальной силы, развиваемой мышцей при сокращении, приведены в табл. 1. Как видно из приведенных данных (первое тетаническое сокращение), мышцы контрольных, эутиреоидных крыс при выбранном в наших экспериментах типе сокращения развивали

максимальную силу, равную  $197 \pm 4$  Г, а мышцы гипотиреоидных, тироидэктомированных животных сокращались с силой  $189 \pm 3$  Г, или на  $8 \pm 5$  Г ( $-4\%$ ,  $P < 0,05$ ) слабее.

Повторное сокращение мышцы у крыс обеих групп происходило с меньшей силой. Так, у животных контрольной группы сила второго тетанического сокращения составила  $181 \pm 5$  Г ( $-8\%$ ), а у крыс тироидэктомированной группы сила сокращения снизилась на  $14\%$  и составила  $152 \pm 5$  Г.

Таблица 1

**Максимальная сила сокращения, развиваемая мышцей крыс разных групп при изометрическом тетанусе**

Группа	Значение максимальной силы (Г), развиваемой мышцей при тетаническом сокращении		Разница: <i>первое–второе</i> <i>сокращение</i>
	Первое тетаническое сокращение	Второе тетаническое сокращение	
Контроль n=10	$197 \pm 4$	$181 \pm 5$	$-16 \pm 6$ $-8\%$ $P < 0,05$
Гипотиреоз n=10	$189 \pm 3$	$152 \pm 5$	$-27 \pm 6$ $-14\%$ $P < 0,05$
Разница: <i>контроль–</i> <i>гипотиреоз</i>	$-8 \pm 5$ $-4\%$ $P > 0,05$	$-29 \pm 7$ $-16\%$ $P < 0,05$	–

Таким образом, у крыс лишенных щитовидной железы (атиреоз) утомление, развившееся ко второму тетаническому сокращению, было более выраженным. Об этом свидетельствует значение разницы между силой первого и второго сокращения у крыс обеих групп. Так, если при первом сокращении разница составила  $-8 \pm 5$  Г ( $-4\%$ ), то после второго она возросла до  $29 \pm 7$  Г, или увеличилась до  $29\%$  (см. табл. 1).

Использованная в нашей работе методика миотермии позволила провести оценку характера теплового эффекта при тетаническом сокращении у крыс с различным тиреоидным статусом в процессе развития утомления. Результаты изучения данного параметра энергетики мышечного сокращения приведены в табл. 2. Как видно из представленных данных, во время первого тетанического сокращения прирост температуры мышцы у контрольных крыс составил  $0,26 \pm 0,011^{\circ}\text{C}$ , а при втором  $0,28 \pm 0,012^{\circ}\text{C}$ , т.е. статистически достоверно не менялся.

Выключение из гормонально системы щитовидной железы (тироидэктомия) вызывала существенные изменения со стороны данного параметра энергетики сократительного акта. Так, по данным табл. 2 следует, что при первом сокращении прирост температуры мышцы у гипотиреоидных крыс составлял  $0,19 \pm 0,009^{\circ}\text{C}$ , что было на  $27\%$  больше, чем у контроля. Следовательно, можно думать, что исключение из организма белых крыс тиреоидных гормонов вызывает какие-то изменения в тепловой эффективности мышечного сокращения.

Обращает на себя внимание еще один момент. У тироидэктомированных животных второе мышечное сокращение сопровождалось существенным возрастанием показателя прироста температуры мышцы. Этот прирост составил  $52\%$  и по своему абсолютному значению свидетельствует о кардинальных изменениях в энергетике мышцы после удаления щитовидной железы.

Таблица 2

**Величина прироста температуры сокращающейся скелетной мышцы  
белых крыс разных групп**

Группа	Прирост температуры мышцы ( $+\Delta T^{\circ}\text{C}$ ) при тетаническом сокращении		Разница: <i>первое–второе сокращение</i>
	Первое тетаническое сокращение	Второе тетаническое сокращение	
Контроль n = 10	0,26 ± 0,011	0,28 ± 0,012	+0,02 ± 0,015 -7,6% P>0,05
Гипотиреоз n = 10	0,19 ± 0,009	0,29 ± 0,012	+0,10 ± 0,013 +52% P<0,05
Разница: <i>контроль–гипотиреоз</i>	+0,07 ± 0,013 +27% P<0,05	-0,01 ± 0,016 -3,5% P>0,05	–

Характер использованного метода миотермии позволяет провести более глубокий анализ термогенной эффективности мышечного сокращения. Поскольку в процессе сокращения мышцы параллельно с силой сокращения регистрировался прирост ее температуры, то стало возможным для анализа полученных данных использовать расчетный показатель – температурный коэффициент мышечного сокращения. Напомним, что данный коэффициент рассчитывается как отношение прироста температуры мышцы при ее сокращении к развиваемой силе. Иными словами, этот коэффициент отражает энергетическую стоимость сократительного акта. Результаты такого рода перерасчета представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Значение температурного коэффициента мышечного сокращения у крыс разных групп**

Группа	Температурный коэффициент мышечного сокращения [ $(+\Delta T^{\circ}\text{C}/\text{Г}) 10^{-4}$ ]		Разница: <i>первое–второе сокращение</i>
	Первое тетаническое сокращение	Второе тетаническое сокращение	
Контроль n = 10	13,2 ± 0,6	15,7 ± 0,7	+2,5 ± 0,9 +19% P<0,05
Гипотиреоз n = 10	10,1 ± 0,4	19,8 ± 0,9	+9,7 ± 1,0 +96% P<0,05
Разница: <i>контроль–гипотиреоз</i>	+3,1 ± 0,7 +23% P<0,05	-4,1 ± 1,1 -26% P<0,05	–

При анализе приведенных данных обращают на себя внимание следующие основные моменты. Во-первых, у крыс контрольной группы второе тетаническое сокращение сопровождалось более высоким "выходом" тепла, о чем свидетельствует увеличение на 19% значения температурного коэффициента мышечного сокращения (по сравнению с первым).

Таким образом, утомление скелетной мышцы, которое наступило, по-видимому, уже при первом тетаническом изометрическом тетанусе сопровождалось непроизводительным возрастанием расхода энергии.

Во-вторых, тироидэктомия вызывала базовое повышение температурного эффекта тетанического сокращения. Так, по данным табл. 3 видно, что у крыс гипотиреоидной группы значение расчетного коэффициента было на 23% выше контрольного уровня. Как видно, выключение из гормональной системы крыс щитовидной железы вызывает существенные изменения в энергетике сократительного акта, что выражается в росте расхода энергии на единицу развиваемой силы тетанического изометрического сокращения.

Наконец, в-третьих, при повторном тетаническом сокращении мышца тироидэктомированных крыс сокращалась с чрезмерно высокими затратами энергии. Об этом свидетельствует тот факт, что значение температурного коэффициента мышечного сокращения у атироидных крыс при втором тетаническом сокращении увеличивалось на 96%. Такого масштаба изменения свидетельствуют о кардинальных нарушениях в основных энергозависимых звеньях мышечного сокращения.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что ряд параметров, характеризующих энергетику изометрического мышечного сокращения, могут изменяться в ходе развития утомления и при удалении из гормональной системы организма тиреоидных гормонов (тироидэктомии).

Общее направление таких изменений связано с повышением энергетических затрат на единицу развиваемой силы (выполненной биологической работы). В качестве вероятных механизмов, обуславливающих повышение энергетической стоимости механической работы, могут быть названы так называемые механизмы диссипации энергии [7, 11], например такие как изменение эффективности  $\text{Ca}^{++}$ -АТФазы [2], активация работы  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -насоса [11], смена характера субстратов окисления в скелетной мышце [11], изменение липидного состава мембран, запуск работы "бесполезных" циклов типа "гидролиз-реэстерификация" триглицеридов, "окисление-ресинтез" жирных кислот [11], разобщение дыхания и фосфорилирования [6]. Нельзя не учитывать и вероятность формирования структурно-функциональных следов через экспрессию генома [1]. По-видимому, при многократной адренергической стимуляции запускается один или несколько такого рода механизмов. В пользу такого предположения могут служить приведенные в настоящей работе результаты измерения в условиях *in vivo* скорости поглощения кислорода у крыс опытных групп, а также явление усиления калоригенного эффекта использованных катехоламинов.

### **Выводы**

1. При экспериментальном гипотиреозе сила первого изометрического сокращения переднеберцовой мышцы белых крыс не отличается от значения контроля. При повторном сокращении сила мышцы резко падает (-29%), что рассматривается с точки зрения быстрого развития процесса утомления.

2. В процессе развития утомления в скелетной мышце эутиреоидных крыс значительно повышается (+19%) температурный эффект изометрического тетанического сокращения, что свидетельствует о повышении вместе с развитием утомления энергетической стоимости сократительного акта.

3. Скелетная мышца тироидэктомированных крыс, по сравнению с контролем (при эутиреозе), исходно сокращается с повышенным расходом энергии (+23%); энергетическая стоимость сокращения в процессе развития утомления у крыс атироидной группы стремительно нарастает, достигая уровня на 96%, превышающего исходный.

### **Список литературы**

1. Божко Г.Х. Катехоламины и регуляция активности генома клеток // Успехи физиол. наук. – 1985. – Т. 16, № 3. – С. 251-253.



2. *Болдырев А.А.* Биологические мембраны и транспорт ионов. – М.: МГУ, 1985. – 207 с.
3. *Говырин В.А.* Трофическая функция симпатических нервов, сердца и скелетных мышц. – Л.: Наука, 1967. – 100 с.
4. *Ганонг В.Ф.* Фізіологія людини. – Львів: Бак, 2002. – 784 с.
5. *Гилл А.* Работа мышцы. – М.-Л.: Госизд., 1929.– 136 с.
6. *Иванов К.П.* Основы энергетики организма: теоретические и практические аспекты. Т. 1. Общая энергетика. Теплообмен и терморегуляция. – Л.: Наука, 1990. – 307 с.
7. *Медведев Л.Н.* Убаин-чувствительное дыхание и Na, K-АТФа-за скелетных мышц и бурого жира у адаптированных к холоду крыс // Физиол. журн. СССР. – 1983. – Т. 69, № 10. – С. 1321-1326.
8. *Резник М.Е., Соболев В.И.* Влияние изопропилнорадреналина на мощность мышечного сокращения при экспериментальном гипертиреозе // Архив клин. экспр. мед. – 2001. – Т. 10, № 2. – С. 208.
9. *Резник М.Е.* Влияние экспериментального гипертиреоза на развитие тетанического сокращения мышцы // Вісник Донецького університету. Сер. А: Природничі науки. – 2001. – Вип. 1. – С. 241-244.
10. *Соболев В.И.* Теплопродукция изолированной скелетной мышцы белой крысы при экспериментальном гипертиреозе // Физиол. журн. СССР. – 1978. – Т. 64, № 2. – С. 177-183.
11. *Хаскин В.В.* Энергетика теплообразования и адаптация к холоду. – Новосибирск: Наука, 1970. – 199 с.

**Москалец Т.В., Соболев В.И. Вплив тироїдектомії на енергетику тетанічного ізометричного м'язового скорочення у білих щурів (дослідження *in situ*).** – В експериментах на білих щурах вивчався температурний ефект скорочення переднього великогомілкового м'яза при експериментальному гіпотиреозі. Показано, що при експериментальному гіпотиреозі сила першого ізометричного скорочення великогомілкового м'яза білих щурів не відрізняється від значення контролю. При повторному скороченні сила м'яза різко падає (–29%), що розглядається з погляду швидкого розвитку процесу стомлення. В процесі розвитку стомлення в скелетному м'язі еутиреоїдних щурів значно підвищується (+19%) температурний ефект ізометричного тетанічного скорочення, що свідчить про підвищення разом із розвитком стомлення енергетичної вартості скоротливого акту. Скелетні м'язи тироїдектомованих щурів у порівнянні з контролем початково скорочуються з підвищеною витратою енергії (+23%); енергетична вартість скорочення в процесі розвитку стомлення у щурів атироїдної групи стрімко наростає, досягаючи рівня на 96%, перевищуючого початковий.

*Ключові слова:* біоенергетика, скелетний м'яз, гіпотиреоз.

**Moskalets T.V., Sobolev V.I. Influence of hypothyroidism on energy of isometric muscle contraction of white rats (research of *in situ*).** – In the experiments on white rats the temperature effect of contraction of muscle was studied at experimental hypothyroidism. It is shown that at experimental hypothyroidism force of the first isometric contraction of muscle of white rats does not differ from the value of control. At the repeated contraction force of muscle slumps (–29%), that is examined from point of mushroom growth of process of fatigue. In the process of development of fatigue in the skeletal muscle of control rats the temperature effect of isometric contraction rises (+19%) considerably, that testifies to the increase together with development of fatigue of power cost of contractive act. Skeletal muscles of hypothyroidism rats as compared to the control initially grows short with the promoted expense of energy (+23%); the power cost of contraction in the process of development of fatigue at the rats of hypothyroidism group grows swiftly, measuring up on 96%, exceeding initial.

*Key words:* bioenergetic, skeletal muscle, hypothyroidism.

**ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!**  
**Н О В Ы Е "ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ"**

1. Для публикации в межведомственном сборнике научных трудов биологического факультета Донецкого национального университета "**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ТЕХНОГЕННОГО РЕГИОНА**" принимаются не опубликованные ранее научные работы по всем разделам биологии (ботаника, физиология растений, зоология, физиология человека и животных, биофизика и др.).

В печать принимаются научные статьи на украинском, русском и английском языках, которые имеют необходимые элементы: постановка проблемы в общем виде и её связь с важнейшими научными и практическими задачами; анализ последних достижений и публикаций, в которых рассмотрена данная проблема и на которые ссылается автор, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, на решение которых направлена данная статья; формулирование цели и постановка задач; изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы из этого исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Каждый раздел следует выделять названиями (**Введение, Материал и методы исследований, Результаты и обсуждение, Выводы, Список литературы**).

2. Статья набирается в редакторе MS Word 97, 2000, XP как текст в формате RTF (\*.rtf) или документ Word (\*.doc). Шрифт – Times New Roman Cyr, размер – 12 пунктов, межстрочный интервал – одинарный; поля со всех сторон – по 2 см; абзацный отступ – 1 см; выравнивание – по ширине, без переносов; колонтитулы – 1,2 см, стиль «Обычный». Страницы рукописи не нумеруются.

Объем статьи (включая иллюстративный материал, таблицы, список литературы, резюме) – 5–8 страниц (для обзорных статей – до 16 страниц).

3. Текст статьи должен соответствовать структурной схеме:  
УДК (в верхнем левом углу страницы)

**Инициалы и фамилия автора (-ов)**

Название статьи – **ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ**

*Полное официальное название учреждения и его почтовый адрес с индексом  
(для каждого из авторов, если они представляют разные учреждения)  
и адрес электронной почты*

4. Резюме (не более 50 слов) и ключевые слова (5–8) подаются на украинском, русском и английском языках по следующему примеру (размер шрифта – 10 пунктов):

**Фамилия и инициалы автора (-ов). Название статьи.** – Текст, который должен содержать краткое изложение предмета исследований, результатов и выводов.

*Ключевые слова: ...*

5. В тексте статьи выделяют разделы: **Введение, Материал и методы исследований, Результаты и обсуждение, Выводы, Список литературы.**

**Благодарности** подаются в конце статьи перед списком литературы.

6. **Список литературы** приводится согласно с правилами оформления библиографического списка по требованиям ВАК Украины.

*Фамилии и инициалы авторов выделить курсивом.*

**Ссылки на литературные источники** подаются в квадратных скобках.

Фамилии авторов в списке литературы размещаются в алфавитном порядке либо в порядке цитирования. Названия работ приводятся на языке оригинала.

Следует тщательно выверить соответствие литературных источников в тексте и в списке, проверить правильность названий периодических источников. При цитировании материалов и тезисов конференций, съездов, симпозиумов и др. обязательно указывать место и дату их проведения. При цитировании издания коллектива авторов следует указывать инициалы и фамилию ответственного редактора.

7. Латинские названия родов и видов необходимо выделить *курсивом*. Первое упоминание любого названия организма должно сопровождаться полным научным (латинским) названием с указанием автора (фамилия полностью) и года опубликования (например, *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758)), при следующем упоминании фамилия автора и год не приводятся, а название рода можно подавать сокращенно (*P. domesticus*).

8. В тексте, таблицах и списке литературы следует употреблять короткое тире (–), а не дефис (-). Любой знак препинания набирается слитно с предыдущим словом и отделяется от последующего одним пробелом. Текст статьи должен быть тщательно выверен, без орфографических и стилистических ошибок.

9. Таблицы следует набирать в редакторе MS Word 97, 2000, XP. Их следует размещать в "книжном", а не в "альбомном" формате, с максимальной насыщенностью информацией в строках. В названиях граф сокращение слов нежелательно. Следует избегать составления слишком громоздких таблиц. Заголовок таблицы оформить по следующему примеру:

Таблица 1

#### **Название таблицы**

10. Рисунки, схемы, графики, диаграммы, фотографии в электронной форме должны быть вставлены в текст, сразу после ссылки на них (или на следующей странице). Подписи под рисунками делать в текстовом редакторе MS Word (*Рис. 1. Название*). Все элементы текста на графиках и диаграммах должны быть набраны шрифтом Times New Roman Cyt. Фотографии должны быть качественными и контрастными. Объем иллюстративного материала и таблиц не должен превышать 30% объема статьи.

11. Математические формулы и уравнения приводить с использованием редактора MS Equation 3.0. Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются или обязательно даётся их расшифровка.

12. К статье на отдельных листах прилагаются: заявка с указанием для каждого автора фамилии, имени и отчества (полностью), ученого звания и научной степени, полного названия и адреса организации, где выполнена работа, адреса электронной почты (обязательно!) и контактного телефона.

**13. К статье также следует приложить две рецензии от специалистов (докторов или кандидатов наук) – внутреннюю и внешнюю.**

14. Если статья подается на английском языке, то прилагается её украинский или русский вариант.

15. Поданные материалы не возвращаются. Редакция оставляет за собой право исправлять ошибки в тексте, а также возвращать рукопись на доработку в случае несоответствия статьи вышеизложенным правилам. Автор должен учесть все замечания редактора и прислать исправленный вариант в редакцию в указанные сроки, но не позднее, чем через 3 месяца.

16. Ответственность за содержание поданного материала несут авторы.

17. Окончательное решение о публикации принимает редакционная коллегия.

18. Автор (-ы) статьи получает 1 экз. сборника (стоимость сборника – договорная).

Все материалы направляйте по электронной почте: **ecology@dongu.donetsk.ua**

В редакцию также присылается один распечатанный экземпляр статьи, дискета (3,5") с материалами и рецензии.

Адрес редакции:

**Биологический факультет ДонНУ, к. 310, ул. Щорса, 46, г. Донецк, 83050**

**Отв. секретарь – к.б.н. Штирц Артур Давыдович.**

**Тел.: (062) 335-69-29** (кафедра зоологии Донецкого национального университета).

Наукове видання

Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону

МІЖВІДОМЧИЙ ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Вип. 4

(українською та російською мовами)

Редактор: Р.В. Щадько

Оригінал-макет: А.Д. Штірц

Обкладинка: М.В. Максимович

Відповідальність за зміст статей та якість рисунків несуть автори.

Адреса редакції: 83050, м. Донецьк, вул. Щорса, 46, к. 310