

Державний вищий навчальний заклад  
«Запорізький національний університет»  
Міністерства освіти і науки України

Заснований  
у 1997 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого  
засобу масової інформації  
Серія КВ № 15436-4008 ПР  
22 червня 2009 р.

Адреса редакції:  
Україна, 69600,  
м. Запоріжжя, МСП-41,  
вул. Жуковського, 66

Телефон  
для довідок:  
(061) 228-75-99

# Вісник

## Запорізького національного університету

- **Біологічні науки**

**№ 1, 2016**

**Запоріжжя 2016**

Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2016. – № 1. – 188 с.

Затверджено постановою президії ВАК України від від 13.07.2015 № 747 як наукове фахове видання в галузі «Біологічні науки», у якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet вченою радою Запорізького національного університету (протокол засідання № 11 від 31.05.2016 р.). **Офіційний сайт видання** [www. visnykznu.org/visnyk\\_ua/home/biol](http://www.visnykznu.org/visnyk_ua/home/biol).

Відповідно до ліцензійного договору № 85-02/2015 від 18.02.2015 р. «Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки» включений до міжнародної наукометричної бази РИНЦ (Російський індекс наукового цитування).

### **РЕДАКЦІЙНА РАДА:**

**Головний редактор** – Омелянчик Л.О., доктор фармацевтичних наук, професор

**Заступник головного редактора** – Лях В.О., доктор біологічних наук, професор

**Відповідальні редактори** – Лебедєва Н.І., кандидат біологічних наук, доцент  
Задорожня В.Ю., кандидат біологічних наук, доцент

### **Редакційна колегія:**

- Бессонова В.П. – доктор біологічних наук, професор, Дніпропетровський державний аграрний університет (Дніпропетровськ, Україна)
- Бовт В.Д. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Бражко О.А. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Гусейнов Маїр Алі огли – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут зоології НАН Азербайджану (Баку, Азербайджан)
- Домніч В.І. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Зачиняєв Я.В. – доктор хімічних наук, доктор біологічних наук, професор, Російський державний педагогічний університет ім. О.І. Герцена (Санкт-Петербург, Російська Федерація)
- Маліков М.В. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Мицик Л.П. – доктор біологічних наук, професор, Дніпропетровський національний університет Дніпропетровськ, Україна)
- Приходько О.Б. – доктор біологічних наук, доцент, Запорізький державний медичний університет (Запоріжжя, Україна)
- Проняєв О.А. – доктор біологічних наук, професор, Російський державний аграрний заочний університет (Балашиха, Російська Федерація)
- Сарабєєв В.Л. – кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Сибірна Н.О. – доктор біологічних наук, професор, Львівський національний університет ім. І. Франка (Львів, Україна)
- Рильський О.Ф. – доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Фролов О.К. – доктор медичних наук, професор, Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)
- Juan A. Balbuena – доктор біології, професор, Marine Zoology Unit Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology University of Valencia (Valencia, Spain)

## ЗМІСТ

### РОЗДІЛ I. ГЕНЕТИКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ТА ПРИКЛАДНА БОТАНІКА

**КОТИК Б.Є., ГАЛКІН О.Ю., ГОРЧАКОВ В.Ю.**

МОЛЕКУЛЯРНО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТЕРМІНАТОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.  
II. ОЗНАКОСПЕЦИФІЧНІ ГЕНЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ.  
ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГІБРИДНИХ СОРТІВ ..... 7

**ТИГОВА А.В., СОРОКА А.И.**

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА РАСТЕНИЯ *LINUM HUMILE* MILL.  
В ПОКОЛЕНИИ  $M_1$  ..... 15

**SHEVCHUK S. Ye.**

THE FEATURES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. DEVELOPMENT ON THE INITIAL STAGES  
OF ONTOGENESIS AS WELL AS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PATTERNS  
OF ITS REGENERATION ..... 22

### РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

**ALIYEV S.I.**

TO THE STUDY OF MACROZOOBENTHOS OF THE RIVERS,  
SITUATED IN THE SOUTHERN SLOPES OF GREATER CAUCASUS ..... 28

**МАМЕДОВА С.Н.**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОФАУНЫ КЕФАЛЕЙ В АБШЕРОНСКОМ  
ПРИБРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ..... 35

### РОЗДІ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

**АМІНОВ Р.Ф., ФРОЛОВ О.К., ФЕДОТОВ Є.Р., МАКЄЄВА Л.В.**

МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТІЛА ЩУРІВ НА РАННІХ ЕТАПАХ  
ПОСТЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ НА ФОНІ ВПЛИВУ АНТИГЕНІВ  
СОЛЬОВОГО ЕКСТРАКТУ МЕДИЧНОЇ П'ЯВКИ В ПЕРЕДЕМБРІОНАЛЬНИЙ  
І ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ПЕРІОДИ РОЗВИТКУ ..... 43

**ЄЩЕНКО Ю.В., БОВТ В.Д., КОРОЛЕНКО В.В.**

ПОРІВНЯЛЬНИЙ ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДЕПРЕСИВНОСТІ ТА ПОРУШЕНЬ  
МЕТАЛОЛІГАНДНОГО ГОМЕОСТАЗУ ..... 49

**ЗАДОРЖНЯ В.Ю.**

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ СТРУКТУРИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ  
ФОРМУЛИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ НАПРУЖЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ  
*PELORHYLAX RIDIBUNDUS* (AMPHIBIA: RANIDAE) В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ  
ГЕМОПАРАЗИТАРНОЇ ІНВАЗІЇ ..... 56

**КОРЧАН Н.О., ГАЛКІН О.Ю.**

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КУЛЬТИВУВАННЯ ООЦИТ-КУМУЛЮСНИХ КОМПЛЕКСІВ  
IN VITRO ЗА ОСЦИЛЯЦІЇ рН І ТЕМПЕРАТУРИ СЕРЕДОВИЩА ЇХ ДОЗРІВАННЯ ..... 67

**КУЧКОВСЬКИЙ О.М., МАЛЬКО М.М., ЗАНКОВА Г.А.**

ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОГО БЛОКУ СТУДЕНТІВ,  
ЯКІ МЕШКАЮТЬ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ ТА В УМОВАХ МІСТА ..... 76

**ЛИСКИНА И.В., МЕЛЬНИК О.А., КУЗОВКОВА С.Д.**

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ  
ЖИРОВОГО ОБМЕНА В ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ТУБЕРКУЛЕМАХ ЛЕГКИХ ..... 84

**ПРИЙМАК С.Г.**

СОМАТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТІЛОБУДОВИ СПОРТСМЕНІВ РІЗНИХ  
СПЕЦІАЛІЗАЦІЙ..... 93

**СТАНІШЕВСЬКА Т.І., ГОРБАНЬ Д.Д., ДЕНИСЕНКО В.І.**

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТИПУ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КРОВІ ВІД ТИПУ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ В СТУДЕНТІВ..... 102

**ТРЕТЯК Т.О., ДРЕГВАЛЬ І.В., СЕВЕРИНОВСЬКА О.В.**

ВЕГЕТАТИВНІ ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА  
ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН СТУДЕНТІВ ПРИ ЛОГІЧНОМУ МИСЛЕННІ..... 110

**РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ****ДАРМОСТУК В.В., ГОЛОВЕНКО Є.О.**

POLYCOCCUM AKSOYI HALICI & V. ATIENZA – НОВИЙ ВИД ДЛЯ МІКОБІОТИ УКРАЇНИ .... 123

**ДОМБРОВСЬКИЙ К.О., БИЧОК С.В.**

СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОННИХ УГРУПОВАНЬ РІЧКОВОЇ ДІЛЯНКИ  
ЛІТОРАЛІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ..... 127

**ЗАДОРЖНА Г.О.**

ПРОСТОРОВА ТА ЧАСОВА ДИНАМІКА ТВЕРДОСТІ ПЕДОЗЕМУ ..... 138

**КРУПЕЇ К.С.**

ПІГМЕНТОСИНТЕЗУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІАЛЬНИХ ТА ДРІЖДЖОВИХ  
КЛІТИН ЗА ДІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ..... 148

**ЛЕБЕДЕВА Н.І., ПЕТРИЧЕНКО В.В., КОМПАНИЄЦЬ А.В.**

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПОКАЗНИКИ ДИНАМІКИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО  
ФОНДУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ..... 159

**МЕЛЬНИЧЕНКО Г.М.**

КАЛЕНДАР ПИЛЕННЯ ОСНОВНИХ АЛЕРГЕННИХ РОСЛИН У  
м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ (2015 РІК)..... 168

**СКЛЯР В.Г.**

УЗАГАЛЬНЮЮЧІ МОДЕЛІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ДЕРЕВОСТАНІВ  
ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ..... 176

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” ЗА ФАХОМ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ” ..... 185

## CONTENCE

### SECTION I. GENETICS, PLANT PHYSIOLOGY AND APPLIED BOTANY

- KOTYK B.Ye., GALKIN A.Yu., GORCHAKOV V.Yu.**  
 MOLECULAR BIOLOGICAL BASES OF TERMINATOR TECHNOLOGY. II. TRAIT-LEVEL  
 GENETIC USE RESTRICTION TECHNOLOGIES. APPLICATION FOR HYBRID VARIETIES..... 7
- TIGOVA A.V., SOROKA A.I.**  
 INFLUENCE OF NEW CHEMICAL MUTAGENS ON PLANTS OF LINUM HUMILE MILL.  
 IN  $M_1$  GENERATION ..... 15
- SHEVCHUK S. Ye.**  
 THE FEATURES OF PINUS SYLVESTRIS L. DEVELOPMENT ON THE INITIAL STAGES  
 OF ONTOGENESIS AS WELL AS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PATTERNS  
 OF ITS REGENERATION..... 22

### SECTION II. ZOOLOGY AND ANIMAL ECOLOGY

- ALIYEV S.I.**  
 TO THE STUDY OF MACROZOOBENTHOS OF THE RIVERS,  
 SITUATED IN THE SOUTHERN SLOPES OF GREATER CAUCASUS ..... 28
- MAMEDOVA S.N.**  
 ECOLOGICAL ANALYSIS OF PARASITE FAUNA OF MULLET IN THE COASTAL AREA  
 OF THE CASPIAN SEA NEAR THE ABSHERON PENINSULA..... 35

### SECTION III. HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

- AMINOV R.F., FROLOV A.K., FEDOTOV Ye.R., MAKYEYeva L.V.**  
 MORPHOMETRIC PARAMETERS OF RATS' BODIES AT EARLY STAGES OF POSTEMBRYONIC  
 DEVELOPMENT UNDER THE INFLUENCE ANTIGENS FROM SALINE EXTRACT OF THE  
 MEDICINAL LEECH IN PREEMBRYONIC AND EMBRYONIC PERIOD OF DEVELOPMENT ..... 43
- ESHCHENKO Y. V., BOVT V. D., KOROLENKO V.V.**  
 COMPARATIVE POPULATION ANALYSIS OF DEPRESSION AND DISORDERS  
 OF HOMEOSTASIS METALLOLIGANDS ..... 49
- ZADOROZHNYA V.Yu.**  
 LEUCOGRAM STRUCTURE INTEGRAL INDICES USE FOR PELOPHYLAX RIDIBUNDUS  
 (AMPHIBIA: RANIDAE) ADAPTATIVE PROCESSES STRESS DEGREE ESTIMATION  
 IN NATURAL HAEMOPARASITIC INVASION CONDITIONS ..... 56
- KORCHAN N.O., GALKIN O.Yu.**  
 CREATION CUMULUS OOCYTE COMPLEXES CULTURE TECHNOLOGY IN VITRO UNDER  
 OSCILLATION PH AND TEMPERATURE OF THEIR MATURATION MEDIUM ..... 67
- KUCHKOVSKY O.M., MALKO M.M., ZANKOVA G.A.**  
 FEATURES OF THE PARAMETERS OF CARDIORESPIRATORY BLOCK OF STUDENTS  
 WHO LIVE IN RURAL AND URBAN ENVIRONMENTS ..... 76
- LISKINA I.V., MELNYK O.A., KUZOVKOVA S.D.**  
 CYTOLOGICAL AND HISTOLOGICAL PECULIARITIES OF LIPID METABOLISM  
 DISORDERS IN HUMAN LUNG TISSUE AT PULMONARY TUBERCULOMAS ..... 84
- PRIYMAK S.G.**  
 SOMATOLOGICAL FEATURES OF CONSTITUTION OF DIFFERENT  
 SPECIALIZATIONS' ATHELETES..... 93

**STANISHEVSKA T.I., HORBAN D.D., DENISENKO V.I.**

*THE DEPENDENCE TYPE OF BLOOD MICROCIRCULATION ON TYPE OF STUDENTS' HIGHER NERVOUS ACTIVITY. .... 102*

**TRETIK T.O., DREGVAL I.V., SEVERYNOVSKA O.V.**

*VEGETATIVE INDICES OF PHYSIOLOGICAL MAINTENANCE AND PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF STUDENTS IN THE PROCESS OF LOGICAL THINKING..... 110*

#### **SECTION IV. ECOLOGY AND CONSERVANCY**

**DARMOSTUK V.V., GOLOVENKO Ye.O.**

*POLYCOCCUM AKSOYI HALICI & V. ATIENZA IS A NEW SPECIES OF LICHENICOLOUS FUNGI FOR UKRAINE ..... 123*

**DOMBROVSKIY K.O., BYCHOK S.V.**

*ZOOPLANKTONIC COMMUNITY STRUCTURE OF THE RIVER AREA OF THE KAKHOVKA RESERVOIR LITTORAL..... 127*

**ZADOROZHNA G.O.**

*SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF THE PEDOZEMS ..... 138*

**KRUPEY K.S.**

*PIGMENT-SYNTHESIZING ACTIVITY OF BACTERIAL AND YEASTS CELLS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS. .... 148*

**LEDEDEVA N.I., PETRICHENKO V.V., KOMPANIYETS' A.V.**

*MODERN CONDITION AND DYNAMICS INDICES OF ZAPOROZHYE REGION NATURE RESERVE FUND..... 159*

**MELNICHENKO G. M.**

*POLLINATION CALENDAR OF MAIN ALLERGENIC PLANTS FOR IVANO-FRANKIVSK CITY (2015). .... 168*

**SKLIAR V.G.**

*GENERALIZING MODELS OF TREE STAND VERTICAL STRUCTURE OF FOREST PHYTOCENOSES OF UKRAINIAN LEFT-BANK POLISSIA..... 176*

*REQUIREMENTS FOR THE ARTICLES TO THE "VISNYK OF ZAPORIZHZHYA NATIONAL UNIVERSITY" ON SPECIALITY BIOLOGICAL SCIENCES ..... 185*

# РОЗДІЛ І. ГЕНЕТИКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ТА ПРИКЛАДНА БОТАНІКА

УДК 577.21 + 631.52

## МОЛЕКУЛЯРНО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТЕРМІНАТОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ІІ. ОЗНАКОСПЕЦИФІЧНІ ГЕНЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБМЕЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ. ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГІБРИДНИХ СОРТІВ

Котик Б.Є., Галкін О.Ю., Горчаков В.Ю.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
03056, Україна, Київ, просп. Перемоги, 37*

alexftb@mail.ua

Термінаторні технології (genetic use restriction technology, GURT), які використовують трансгенез з метою пригнічення фертильності на генетичному рівні, є цікавим інструментом у біотехнології рослин. В оглядовій статті розкрито молекулярно-генетичні основи технології, що обмежують використання на рівні ознаки (T-GURT). T-GURT можуть бути представлені трьома різними механізмами: по-перше, цільова корисна ознака фенотипово проявляється за певних умов (цільовий ген і відповідна ознака можуть бути інактивовані при застосуванні екзогенного індуктора, а для інактивації ознаки в другому поколінні рослин необхідно заздалегідь обробляти насіння індуктором; по-друге, цільова корисна ознака не проявляється у фенотипі за звичайних умов, а для активації цільового гена та, відповідно, фенотипового прояву ознаки необхідне використання екзогенних індукторів (при цьому необхідно щороку обробляти рослини індуктором); по-третє, система делеції трансгенів (до стратегій T-GURT можна віднести модифікацію системи, яка передбачає індукційний механізм регуляції видалення трансгенів). Можна зазначити наявність схожих рис та відмінностей між технологіями гібридних сортів та GURT. Технології створення гібридних сортів можна вважати одним з різновидів термінаторних технологій. Проте у випадку GURT втрачає від висадки насіння (яке за визначенням є стерильним) будуть абсолютними, і використання насіння для селекції буде неможливим. У випадку використання насіння гібридів спостерігається зниження врожайності та погіршення господарських ознак, але його використання не призводить до абсолютної відсутності врожаю.

*Ключові слова: термінаторні технології, трансгенез, біотехнологія рослин, гібридні сорти рослин.*

Котик Б.Е., Галкин А.Ю., Горчаков В.Ю. МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕРМИНАТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. II. ПРИЗНАКОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СОРТОВ / Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», 03056, Украина, Киев, просп. Победы, 37

Терминаторные технологии (genetic use restriction technology, GURT), использующие трансгенез с целью подавления фертильности на генетическом уровне, является интересным инструментом в биотехнологии растений. В обзорной статье раскрыты молекулярно-генетические основы технологий, ограничивающих использование на уровне признака (T-GURT). T-GURT могут быть представлены тремя различными механизмами: во-первых, целевой полезный признак фенотипически проявляется при определенных условиях (целевой ген и соответствующий признак могут быть инактивированы при применении экзогенного индуктора, и для инактиваации признака во втором поколении растений необходимо заранее обрабатывать семена индуктором); во-вторых, целевой полезный признак не проявляется в фенотипе в обычных условиях, а для активации целевого гена и, соответственно, фенотипического проявления признака необходимо использование экзогенных индукторов (при этом необходимо ежегодно обрабатывать растения индуктором), в-третьих, система делеции трансгенов (к стратегиям T-GURT можно отнести модификацию системы, предусматривающую индукционный механизм регуляции удаления трансгенов). Следует отметить наличие сходных черт и различий между технологиями гибридных

сортов и GURT. Технологии создания гибридных сортов можно считать одной из разновидностей терминаторных технологий. Однако в случае GURT потери от высадки семян (которые по определению являются стерильными) будут абсолютными, и использование семян для селекции будет невозможным. В случае использования семян гибридов наблюдается снижение урожайности и ухудшению хозяйственных признаков, но их использование не приводит к абсолютному отсутствию урожая.

*Ключевые слова: терминаторные технологии, трансгенез, биотехнология растений, гибридные сорта растений.*

Kotyk B.Ye., Galkin A.Yu., Gorchakov V.Yu. MOLECULAR BIOLOGICAL BASES OF TERMINATOR TECHNOLOGY. II. TRAIT-LEVEL GENETIC USE RESTRICTION TECHNOLOGIES. APPLICATION FOR HYBRID VARIETIES / National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», 03056, Ukraine, Kyiv, Peremohy av., 37

Terminator technology (genetic use restriction technology, GURT) is technology that uses transgenesis for the purpose of suppression of fertility at the genetic level (the ability to form seed varieties of crops or produce second generation offspring animals). The aim is to protect the seed producers or prevent unwanted leakage genes. There are two types of GURT.

Terminator technologies that restrict the use of at grades or variety-specific genetic use restriction technologies (V-GURT, variety-specific GURT) – genetic use restriction technologies, which will be triggered at a variety (with all its attributes) as a result of entering into the variety of plants these genetic changes that prevent the formation of more than two generations, and therefore limit the opportunity for farmers growing varieties need annual purchase of seeds.

Genetic technologies that restrict the use of signs at or trait-specific genetic use restriction technologies (T-GURT, trait-specific GURT) – an alternative form integrated into the genome of protection mechanism (genetic protection); genetic technologies that restrict the use of concrete (specific) signs. In this case only means of technology protected transgenic trait – added genetic engineers economically valuable feature – and it can be activated at the request of the farmer or final user.

It was developed several variants of T-GURT and V-GURT with certain differences at the genetic mechanisms. But all genetic constructions GURT have one basic scheme of construction, the same basic elements. They include: repressor gene that responds to external stimuli (subjected to external regulation); recombinase gene (gene-activating signs), the expression of which is blocked by repressor; target gene.

Regarding inductors (external inducing impacts), most of which are supposed to be chemical nature, they must meet the following requirements: inductor should be subject to biodegradation; inductor must be non-toxic to ecosystems; can be directly applied both in the field and in terms of facilities (industrial, laboratory) for seed treatment; high capacity for absorption surface plants or seeds; catalytic effect of inductor must be specific for a particular (target) genetic system; inductor high activity, inducible genetic system should be sensitive to low doses of inducer. Both types of technologies (V-GURT and T-GURT) can be applied to any species and have no restrictions on existing methods of genetic transformation.

T-GURT may be represented by three different mechanisms. First, the target useful feature phenotypically manifested under certain conditions (target gene and the corresponding feature can be inactivated in the application of exogenous inducer, and to inactivate features the second generation of plants must pre-process the seeds inducer. Secondly, the target of useful features not seen in the phenotype under normal conditions and for activation of target gene and, thus, the phenotypic manifestation of symptoms requires the use of exogenous inducers (the need to process plants every year inducer). Thirdly, the system deletion of transgenes (to T-GURT strategies include modification system, which provides inducible transgene removal mechanism of regulation).

It's possible to note the presence of similarities and differences between hybrid technology and GURT. Hybrid technology may be considered one of the varieties of terminator technology. However, in the GURT case loss of landing of seeds (which by definition sterile) will be absolute, and use seeds for breeding is not possible. In the case of hybrids seed decrease in yields and deteriorating economic signs, but its use does not lead to the absolute lack of yield.

*Key words: terminator technology, transgenesis, plant biotechnology, biosafety, hybrid varieties of plants.*

## ВСТУП

Термінаторні технології (genetic use restriction technology, GURT) – технології, які використовують трансгенез для пригнічення фертильності на генетичному рівні, тобто здатності утворювати насіння сортами культурних рослин або давати нащадків іншим поколінням тварин [1, 2]. Метою є захист виробників насіння або запобігання небажаному витоку генів. Розрізняють два типи GURT: 1) термінаторні технології, що обмежують



використання на рівні сортів, або сортоспецифічні генетичні технології обмеження використання (V-GURT, variety-specific GURT) (молекулярно-біологічні основи їх функціонування описане нами раніше); 2) генетичні технології, що обмежують використання на рівні ознаки, або ознакоспецифічні генетичні технології обмеження використання (T-GURT, trait-specific GURT).

T-GURT – це форма інтегрованого в геном механізму захисту (генетичного захисту); генетичні технології, що обмежують використання конкретних (специфічних) ознак. У цьому випадку засобами технології захищена тільки трансгена ознака – додана генними інженерами господарсько-цінна ознака, – і вона може бути активована за бажанням фермера / кінцевого споживача [3, 4].

Усі генетичні конструкції GURT мають одну принципову схему будови, однакові основні елементи. Вони містять: ген-репресор, який реагує на зовнішні впливи (піддається зовнішній регуляції); ген рекомбінази (ген-активатор ознаки), експресія якого блокується репресором; цільовий ген. Індуктори (зовнішні індуючі впливи), більшість яких, як передбачається, матимуть хімічну природу, повинні відповідати такими вимогам: індуктор підлягає біодеградації; індуктор має бути нетоксичним для екосистем і може бути безпосередньо застосований і в польових умовах, і в умовах приміщень (виробничих, лабораторних) для обробки насіння; висока здатність до абсорбції поверхнею рослин або насіння; каталітична дія індуктора повинна бути специфічною щодо конкретної (цільової) генетичної системи; висока активність індуктора: індукцибельна генетична система повинна бути чутливою до малих доз індуктора [1, 2].

Мета роботи – аналіз молекулярно-біологічних та молекулярно-генетичних механізмів функціонування ознакоспецифічних генетичних технологій обмеження використання, а також ролі GURT у створенні гібридних сортів.

### **МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ T-GURT**

Реалізація стратегії T-GURT забезпечується за допомогою трьох механізмів [5].

I. Цільова корисна ознака фенотипово проявляється за звичайних умов. Цільовий ген і відповідна ознака можуть бути інактивовані при застосуванні екзогенного індуктора. Для інактивації ознаки в другому поколінні рослин необхідно заздалегідь обробляти насіння індуктором.

II. Цільова корисна ознака не проявляється у фенотипі за звичайних умов. Для активації цільового гена та, відповідно, фенотипового прояву ознаки слід використовувати екзогенні індуктори, якими необхідно щороку обробляти рослини (цей механізм цілком протилежний до першого).

III. Система делеції трансгенів (до стратегій T-GURT можна віднести модифікацію системи, яка передбачає індукцибельний механізм регуляції видалення трансгенів).

Генетична конструкція, що забезпечує реалізацію механізму I типу, містить ген корисної ознаки, ген рекомбінази та ген-регулятор в одній касеті (рис. 1). Ген корисної ознаки є конститутивно активним за звичайних умов (відповідно, господарсько цінна ознака проявляється у фенотипі). Але зазначений ген фланкований сайтами ексцизиї, за якими він може бути елімінований при активації гена рекомбінази. Експресія гена рекомбінази пригнічена за звичайних умов білком-репресором – продуктом гена-регулятора. При застосуванні хімічного індуктора інактивується експресія гена-регулятора (блокується безпосередньо ген, якщо його промотор чутливий до дії індуктора, або інактивується білок-репресор, продукт гена, якщо хімічний індуктор здатний взаємодіяти з молекулами цього білка). Як наслідок, ініціюється експресія гена рекомбінази. Фермент видаляє послідовність цільового гена, і корисна ознака елімінується у всіх наступних поколіннях. При цьому необхідно обробляти насіння хімічним індуктором перед продажем споживачу при

трансформації рослин такою конструкцією. Прояв ознаки буде спостерігатися лише в одному поколінні рослин, отриманих безпосередньо з обробленого насіння. Цей механізм не впливає на фертильність насіння, він лише визначає наявність або відсутність певної ознаки [6].

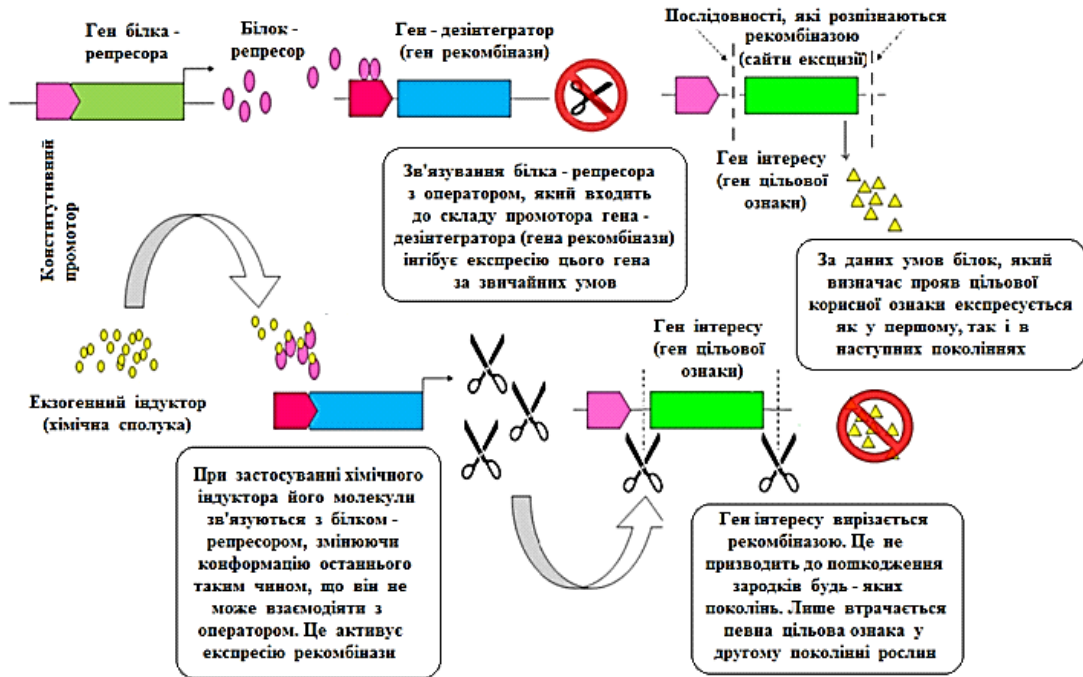


Рис. 1. Функціонування одного з можливих механізмів T-GURT I типу [6, 7]

Механізм II типу відрізняється тим, що ген, який кодує корисну цільову ознаку, «мовчить» (не експресується). Але він може бути активований при дії хімічного індуктора, що потребує від фермерів щорічної обробки рослин або насіння відповідними хімічними речовинами (рис. 2). У наступних фертильних поколіннях ген успадковується в неактивному стані, тому фермер повинен щороку купувати хімічну речовину – індуктор для обробки рослин (або насіння), якщо він зацікавлений у прояві ознаки [8].

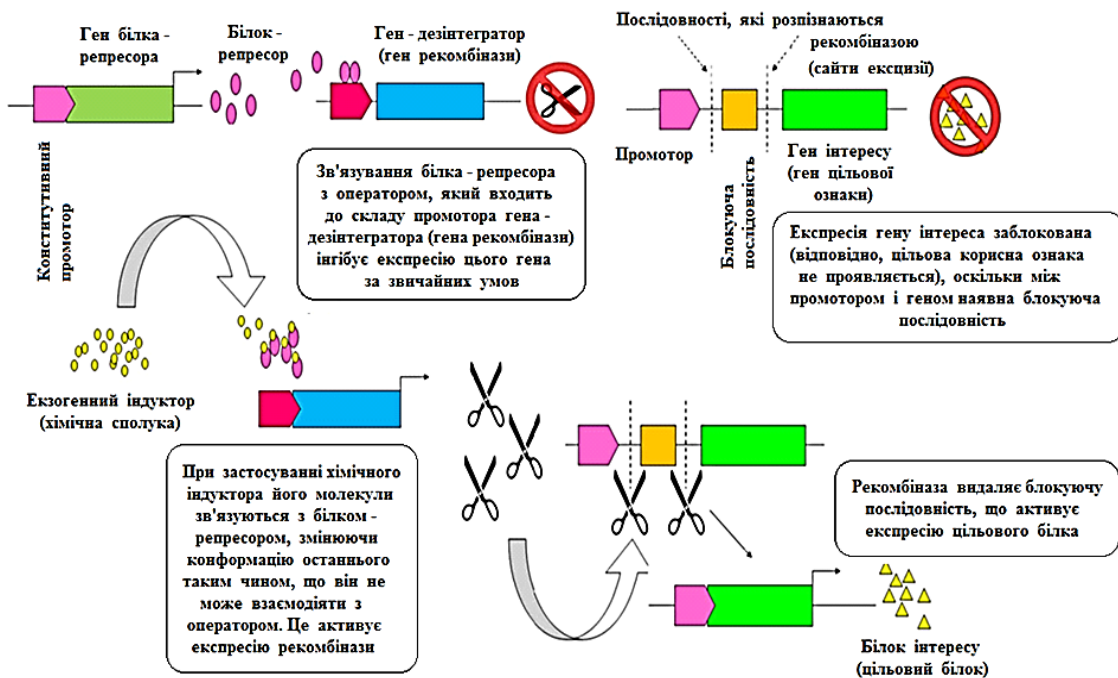


Рис. 2. Функціонування одного з можливих механізмів T-GURT II типу [6-9]

Застосування цього механізму обмежувалось умовою, що ген інтересу може бути активований фермером (шляхом обприскування посівів індуктором) лише у випадку несприятливих обставин, дії стресових факторів (наприклад, хвороба рослин, спричинена шкідниками, фітопатогенами), тобто у випадку крайньої необхідності. Мета подібної вибіркової стратегії – запобігти зростанню резистентності до пестицидів у популяціях культурних та/або дикорослих рослин, в той час як система гнучких (і своєчасних) заходів дозволить сільгоспвиробникам заощадити на покупці хімічних речовин [6]. На нашу думку, подібні доводи були зумовлені спробою виправдати необхідність застосування GURT та зняття мораторію на ці технології.

Вищезазначені механізми T-GURTs передбачають використання індукцибельних промоторів для активації або інактивації трансгенів. Індукуючими факторами впливу залежно від типу промотора можуть виступати: білки, які гомологічні рецепторам і здатні взаємодіяти з певними лігандами, тепловий шок, хімічні індуктори (молекули стероїдів: дексаметазон, естрадіол; антибіотики: бензотіадіазол, тетрациклін), білки патогенезу, метали (мідь), низькомолекулярні органічні сполуки (етанол), пестициди (гербіциди, інсектициди, зокрема, метоксифенозид) тощо [9].

Система делеції трансгенів – перспективна, хоча не випробувана в польових умовах, технологія обмеження використання трансгенних ознак, розроблена для видалення усіх функціональних трансгенів з пилку, насіння, плодів та інших їстівних частин генетично модифікованих культур, коли наявність трансгенів здатна спричинити певні проблеми. Цей механізм заснований на використанні двох сайт-специфічних рекомбінаційних систем з метою видалення «непотрібної» ДНК після сайт-специфічної інтеграції або елімінації усіх трансгенів з певних органів-мішеней рослин для запобігання витоку трансгенів у довкілля [9, 10].

Функціонування системи делеції трансгенів забезпечується завдяки поєднанню та взаємодії двох рекомбінаційних систем (рис. 3): *Cre/lox* – система з бактеріофагу *P1*, *FLP/FRT* – система з *Saccharomyces cerevisiae*. Трансгени, гени рекомбіназ *FLP* та *Cre* під контролем тканинспецифічних або стадієспецифічних промоторів (працюють на певній стадії розвитку, обмежена експресія) вбудовані між двома злитними послідовностями розпізнавання *lox-FRT* (розпізнаються рекомбіназами). Було помічено, що два прямі повтори злитних послідовностей *lox-FRT* посилюють ефективність функціонування рекомбіназ *Cre* та *FLP*. Біосинтез рекомбіназ призводить до видалення усіх функціональних трансгенів між двома *lox-FRT* сайтами, включаючи і гени рекомбіназ. Використання промоторів, специфічних для тканин пилку або тканин насіння (промотор *PAB5* з рослини *Arabidopsis*), забезпечує експресію рекомбіназ *FLP* і *Cre* та ексцизію трансгенів виключно в клітинах цих тканин. Передбачається, що делетовані послідовності будуть еліміновані неспецифічними клітинними нуклеазами [9, 10]. Утворення нетрансгенного пилку та насіння генетично модифікованими рослинами може усунути або, принаймні, суттєво знизити ризики поширення трансгенів у довкіллі. З іншого боку, фермери будуть змушені щорічно купувати насіння, якщо для них буде важливим підтримання фенотипового прояву трансгенної господарсько цінної ознаки (наприклад, стійкості до комах-шкідників або гербіцидів). Подібна технологія є кроком уперед порівняно з раніше описаними термінаторними технологіями, оскільки вона усуває одну з важливих проблем біобезпеки – поширення трансгенів у довкіллі [6].

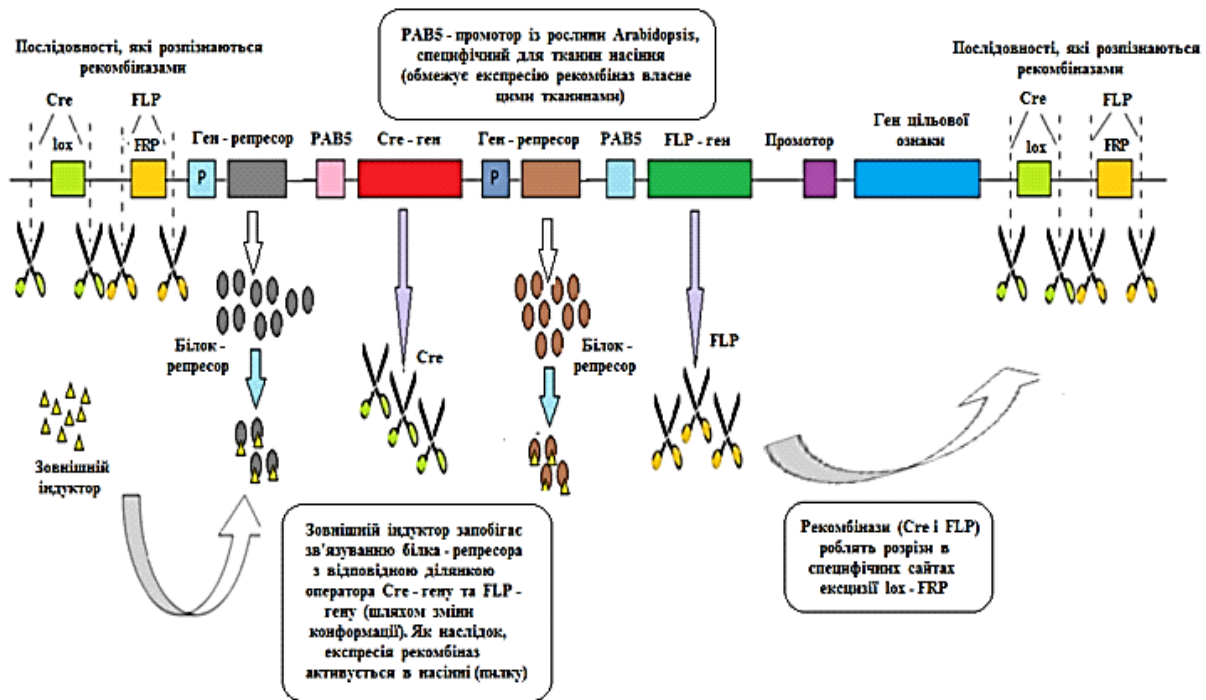


Рис. 3. Функціонування одного з можливих механізмів системи делеції трансгенів [7, 11, 12]

*PAB5-FLP*-система залишається інтактною в рослинах, які розмножуються вегетативно, оскільки промотор *PAB5* є специфічним для тканин пилку та насіння. Була запропонована конструкція, що дає можливість регулювати делецію *PAB5-FLP*-системи в рослинах зі статевим розмноженням, які утворюють насіння. Вона представлена касетою РНК-інтерференції м-РНК – *FLP* під контролем індукцибельного промотора (як хімічний індуктор був запропонований етанол). Касета РНК-інтерференції вводиться до геному одночасно з системою делеції трансгенів (цільові трансгени та гени рекомбіназ *Cre* і *FLP*, обмежені сайтами *lox-FRT*). За звичайних умов експресія *FLP*-рекомбінази призводить до делеції усіх функціональних трансгенів. Але застосування хімічного індуктора (наприклад, етанолу) активує касету РНК-інтерференції. Утворені м-РНК – зворотні транскрипти гена *FLP* – взаємодіють з продуктами останнього та блокують синтез *FLP*-рекомбіназ. У результаті функціонування касети інтерференції перешкоджає делеції трансгенів у пилку та насінні. Отже, трансгени будуть експресуватися в тканинах пилку і насіння за умови їх обробки відповідним індуктором. Якщо необхідно підтримувати прояв ознаки в поколіннях, то фермери повинні будуть застосовувати хімічні речовини-індуктори щорічно. Якщо потреба в цьому відсутня, трансгени елімуються у всіх подальших поколіннях. Зазначене удосконалення дало можливість віднести систему делеції трансгенів до категорії T-GURT [11, 12].

### ЗАСТОСУВАННЯ GURT ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГІБРИДНИХ СОРТІВ

Гібридні технології (технології отримання гібридних сортів) мають певні переваги, які роблять їх корисними в селекції рослин та виробництві продуктів харчування. До них можна віднести: підвищену продуктивність, відносну легкість селекціонування бажаних ознак, «вбудовану» систему захисту від розмноження гібридного сорту. Функціонування останньої засноване на тому, що гібриди першого покоління характеризуються підвищеними життєздатністю, продуктивністю, стійкістю тощо (гібридною силою, або гетерозисом). Але в другому та наступних поколіннях потомків гібридів життєва сила зменшується, спостерігається розщеплення за генотипом, і, відповідно, фенотипом з набуттям окремих батьківських ознак. Тому для фермерів, які вирощують гібридні сорти,

немає сенсу зберігати насіння гібридів першого покоління для посадки в наступні роки. Вони змушені купувати нові партії насіння щорічно, якщо зацікавлені в отриманні переваг від культивування певного гібридного сорту. Проте, на відміну від GURT-модифікованого насіння, фермери можуть використовувати насіння гібридів (так звані генетичні ресурси) для проведення власних селекційних програм, оскільки насіння є життєздатним і фертильним [5-15].

Наявність генетично детермінованих механізмів захисту від тривалого використання гібридних сортів слугувало потужним стимулом розвитку приватної індустрії насінництва. Були створені гібридні сорти таких важливих сільськогосподарських культур, як кукурудза, сорго, рис, велика кількість овочевих культур [16].

Можна зазначити наявність схожих рис та відмінностей між технологіями гібридних сортів та GURT. Спільною для обох технологій є форма захисту інтелектуальної власності – прав на створені сорти, яка передбачає неможливість використання насіння фермерами для наступних посадок. У цьому сенсі технології створення гібридних сортів можна вважати одним з різновидів термінаторних технологій. Проте у випадку GURT ця властивість набуває крайньої форми: втрати від висадки насіння (яке за визначенням є стерильним) будуть абсолютними, і використання насіння для селекції буде неможливим. У випадку використання насіння гібридів спостерігається зниження врожайності та погіршення господарських ознак, але його використання не призводить до абсолютної відсутності врожаю, як у першому випадку [17, 18].

### УЗАГАЛЬНЕННЯ

В огляді літератури було розглянуто молекулярно-біологічні основи термінаторних технологій (GURT), які базуються на ознакоспецифічних генетичних механізмах обмеження використання (T-GURT). Було встановлено, що T-GURT можуть бути представлені трьома різними механізмами. Перший реалізується у випадку, коли цільова корисна ознака фенотипово проявляється за певних умов; цільовий ген і відповідна ознака можуть бути інактивовані при застосуванні екзогенного індуктора, і для інактивації ознаки в другому поколінні рослин необхідно заздалегідь обробляти насіння індуктором. Другий механізм передбачає, що цільова корисна ознака не проявляється у фенотипі за звичайних умов, а для активації цільового гена та, відповідно, фенотипового прояву ознаки необхідне використання екзогенних індукторів (при цьому необхідно щороку обробляти рослини індуктором). Третій принциповий підхід являє собою систему делеції трансгенів (передбачає індукційний механізм регуляції видалення трансгенів). Технології створення гібридних сортів слід розглядати як різновид термінаторних технологій із механізмом «часткового обмеження», адже у випадку використання насіння гібридів спостерігається зниження врожайності та погіршення господарських ознак, але його використання не призводить до абсолютної відсутності врожаю. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на обговорення та аналіз термінаторних технологій з позицій біоетики, національної та біологічної безпеки.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Sang Y. Gene use restriction technologies for transgenic plant bioconfinement / Y. Sang, R.J. Millwood, C.N. Stewart // *Plant Biotechnol. J.* – 2013. – Vol. 11. – P. 649-658.
2. Hills M.J. Genetic use restriction technologies (GURTs): strategies to impede transgene movement / M.J. Hills, L. Hall, P.G. Arnison, A.G. Good // *Trends in Plant Science.* – 2007. – Vol. 12(4). – P. 177-183.
3. The implications of the new technology for the control of plant gene expression for the conservation and sustainable use of biological diversity: report of the Subsidiary Body on

- Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity. – Montreal, 1999. – 58 p.
4. International Seed Federation. Genetic Use Restriction Technologies. – Bangalore: 2003. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.worldseed.org/isf/biotechnology.html>
  5. Potential impacts of genetic use restriction technologies (GURTs) on agricultural biodiversity and agricultural production systems / B. Visser, D. Eaton, N. Louwaars, I. van der Meer, J. Beekwilder, F. van Tongeren // Background Study Paper (FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture). – 2001. – № 15. – P. 1-40.
  6. The impact of “terminator” technology / B. Visser, I. Meer, N. Louwaars, J. Beekwilder, D. Eaton // Biotechnol. Development Monitor. – 2001. – Vol. 48. – P. 9-12.
  7. Lombardo L. Genetic use restriction technologies: A review / L. Lombardo // Plant Biotechnology Journal. – 2014. – Vol. 12. – P. 995-1005.
  8. Shi G. Intellectual property rights, genetic use restriction technologies (GURTs), and strategic behavior. Selected paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association: annual Meeting / G. Shi. – California : Long Beach, 2006. – 31 p.
  9. Borghi L. Inducible gene expression systems for plants / L. Borghi / In Plant developmental biology: methods and protocols. – Totowa, NJ: Humana Press, 2010. – P. 65-75.
  10. Srivastava V. Marker-free site-specific gene integration in plants / V. Srivastava, D.W. Ow // Trends Biotechnol. – 2004. – Vol. 22(12). – P. 627-629.
  11. Keenan R.J. Nontransgenic crops from transgenic plants / R.J. Keenan, W.P. Stemmer // Nat. Biotechnol. – 2002. – Vol. 20(3). – P. 215-216.
  12. Li Y. Gene deleter: a new tool to address gene flow and food safety concerns over transgenic crop plants / Y. Li // Front. Biol. – 2012. – Vol. 7(6). – P. 557-565.
  13. Consequences of hybridization and heterozygosity on plant vigor and phenotypic stability / E. Fridman // Plant Science. – 2015. – Vol. 232. – P. 35-40.
  14. Laserna M.P. Genetic diversity among plants of non-transgenic and transgenic versions of a single cross maize hybrid / M.P. Laserna, C.G. Lopez, M. Aulicino, G.A. Maddonni // Field Crops Research. – 2015. – Vol. 176. – P. 56-60.
  15. Kumar N. Biotechnological approaches for the genetic improvement of *Jatropha curcas* L. : A biodiesel plant / N. Kumar, A.S. Singh, S. Kumari, M.P. Reddy // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 76. – P. 817-828.
  16. Economic and policy aspects of ‘terminator’ technology / D. Eaton, F. van Tongeren, N. Louwaars, B. Visser, I. van der Meer // Biotechnol. Develop. Monitor. – 2002. – Vol. 49. – P. 19-22.
  17. Gupta P.K. The terminator technology for seed production and protection: why and how? / P.K. Gupta // Current Science. – 1998. – Vol. 75. – P. 1319-1323.
  18. Goeschl T. The development impact of genetic use restriction technologies: a forecast based on the hybrid crop experience / T. Goeschl, T. Swanson // Environment and Development Economics. – 2003. – Vol. 8(1). – P. 149-165.

УДК 631.527.528.62:633.854.54

## ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА РАСТЕНИЯ *LINUM HUMILE* MILL. В ПОКОЛЕНИИ M<sub>1</sub>

Тигова А.В., Сорока А.И.

*Институт масличных культур НААН*

*69063, Украина, Запорожская область, Запорожский район, пос. Солнечный  
ул. Институтская, 1*

anna.tigova@gmail.com

Изучено влияние новых химических мутагенов, производных диметилсульфата, в концентрациях 0,5 и 0,05% на всхожесть, выживаемость, рост и развитие растений льна в поколении M<sub>1</sub> у сортов Айсберг и Солнечный. Показано, что действие мутагенов на изученные признаки оказывало как ингибирующее, так и стимулирующее воздействие. Изменений, связанных с хлорофилльной недостаточностью, в первом мутантном поколении отмечено не было.

*Ключевые слова: лен, мутагенез, поколение M<sub>1</sub>, химический мутаген, этилметансульфонат, диметилсульфат, морфометрический признак.*

Тигова А.В., Сорока А.И. ВПЛИВ НОВИХ ХІМІЧНИХ МУТАГЕНІВ НА РОСЛИНИ *LINUM HUMILE* MILL. У ПОКОЛІННІ M<sub>1</sub> / Інститут олійних культур НААН, 69063, Україна, Запорізька область, Запорізький район, с-ще Сонячне, вул. Інститутська, 1.

Вивчено вплив нових хімічних мутагенів, похідних диметилсульфату, у концентраціях 0,5 і 0,05% на схожість, виживання, ріст і розвиток рослин льону в поколінні M<sub>1</sub> у сортів Айсберг і Сонячний. Показано, що вплив мутагенів на вивчені ознаки виявляє інгібуючу, а також стимулюючу дію. Змін, пов'язаних із хлорофільною недостатністю, у першому мутантному поколінні відмічено не було.

*Ключові слова: льон, мутагенез, покоління M<sub>1</sub>, хімічний мутаген, етилметансульфонат, диметилсульфат, морфометрична ознака.*

Tigova A.V., Soroka A.I. INFLUENCE OF NEW CHEMICAL MUTAGENS ON PLANTS OF *LINUM HUMILE* MILL. IN M<sub>1</sub> GENERATION / Institute of Oil Crops NAAS, 69063, Ukraine, Zaporozhye, Settl. Solnechnyy, Institutshaya Str., 1

In the world farming flax occupies one of the important positions. However, most of flax varieties were developed using classical methods of breeding. In this respect the questions on the development of new ways for expanding genetic variability of this crop require constant attention of scientists.

One of the ways to increase genetic diversity in agricultural practice is the method of induced mutagenesis. An important issue in studies on induced mutagenesis is the choice of mutagen and its effective dose because the frequency of mutations and their spectrum depend not only on the nature of the mutagen itself but on the doses applied, as well as on the exposition.

In addition, the search is conducted for new mutagens with reduced damaging effect at the same level of mutability, and the study of the modifying factors that can reduce the depressive effects of mutagenic treatment.

The objective of our work was to identify various characteristic features of the treatment with several chemical mutagens, depending on their concentration, on the different traits of flax plants in the M<sub>1</sub> generation.

Two varieties of oil flax *Linum humile* Mill., – Iceberg and Solnechny, were used as the initial material. In each case 300 seeds were treated. Seeds were soaked in 0.05 and 0.5% aqueous solutions of the following mutagens: DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, DMS, and EMS. Mutagens of DG series are the derivatives of Dimethyl sulfate (DMS) – a chemical mutagen which belongs to the group of alkylating agents. Ethyl methanesulfonate (EMS) – a super mutagen that is often used in works on induced mutagenesis and which usually causes alkylation of the seventh nitrogen atom of guanine.

In the control seeds of the respective varieties of flax were soaked in distilled water. The exposure of mutagen and water treatment amounted to 16 hours. After the treatment the seeds were washed during one hour under running tap water and sown on the same day into the soil.

To analyze the effect of the mutagen in M<sub>1</sub> generation such traits were examined as seed germination, plant survival, duration of «shoot-blooming» period, plant height, the number of lateral shoots on the main stem, and the number of bolls per plant.

Mutagens DG-2, DG-6, DG-7, DG-9, DMS, and EMS at the concentrations of 0.5 and 0.05% had a significant effect on the expression of many morphological traits of flax plants in M<sub>1</sub> generation. The shift in the manifestation of the traits studied depended on the variety and the mutagen.

Mutagens DG-6, 7-DG, DG-9 and EMS at the concentration of 0.5% , and EMS and DMS at the concentration of 0.05% significantly influenced seed germination in the Solnechny variety. As for the Iceberg variety, the use of DG-2 DG-6, 7-DG, and EMS mutagens at the concentration of 0.5% resulted in the significant difference from the control for this trait.

Period of «shoot-blooming» in Solnechny variety was significantly affected by DG-6 mutagen at the concentration of 0.5%.

The stimulating effect on «plant height» was observed for mutagens DG-6, DG-7, DG-9, and EMS at the concentration of 0,05% , and the inhibitory effect for mutagens DG-2, DG-7, DG-9, and EMS at the concentration of 0.5% and DMS at the concentration of 0.05%.

Significant differences were also detected for such trait as number of bolls per plant. In most treatments the stimulatory effect of mutagens was observed, as evidenced by statistically significant differences.

Mutagen DMS in the concentration of 0.5% caused the death of 100% plants derived from the treated seeds.

Change in the number of morphometric parameters in  $M_1$  generation after the treatment of flax seeds with different mutagens involves obtaining a high frequency and a wide range of mutations in the subsequent generations.

*Key words: flax, mutagenesis,  $M_1$  generation, ethyl methanesulfonate, dimethyl sulphate, morphometric character.*

## ВВЕДЕНИЕ

В мировом земледелии лен является одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Сегодня данная культура занимает около 3,5 млн га посевных площадей в мире. Основными странами, где его выращивают, являются США (1,36 млн га), Канада (0,812 млн га), Индия (0,930 млн га), Аргентина (0,101 млн га). В последние годы в Украине значительно возрос интерес к данной культуре, расширились посевные площади из-за резкого увеличения спроса на семена льна на международном и внутреннем рынках. В 2015 г. в Украине посеvy льна масличного составляли около 40,3 тыс. гектаров.

В семенах льна содержится 50% и выше высококачественного высыхающего масла и до 23% белка. Благодаря высокому содержанию полиненасыщенных жирных кислот его масло обладает хорошей высыхаемостью с образованием прочной и стойкой пленки. Поэтому краски и лаки, полученные на льняной олифе, являются эталоном долговечности и надежности. Масло льна находит широкое применение в полиграфической, кожевеннообувной, текстильной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и других отраслях промышленности [1-3].

Большинство сортов льна было создано с помощью классических методов селекции. В связи с этим вопросы по разработке новых способов расширения генетической изменчивости этой культуры нуждаются в постоянном внимании ученых.

Одним из путей расширения генетического разнообразия в сельскохозяйственной практике является метод индуцированного мутагенеза. Мутагенез занимает одно из ведущих мест среди тех приемов, которые с успехом можно использовать для создания новых сортов. Использование метода химического мутагенеза позволяет за короткий срок создавать ценный исходный материал с разнообразными морфологическими и физиологическими признаками, биохимическими показателями, увеличивать частоту и расширять спектр оригинальных мутаций [4]. Важным вопросом в исследованиях по индуцированному мутагенезу является выбор эффективной дозы мутагена, поскольку частота мутаций и их спектр зависят не только от природы самого мутагена, но и от применяемой дозы, а также от экспозиции.

Кроме того, ведется поиск новых мутагенов со сниженным повреждающим действием при том же уровне мутабельности, а также изучение модифицирующих факторов, способных снижать депрессивные последствия обработки мутагенами [5].



Целью нашей работы было выявить особенности действия разных химических мутагенов в зависимости от их концентрации на различные характеристики растений льна в поколении  $M_1$ .

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по химическому мутагенезу были начаты нами в 2015 году. В качестве материала использовали два сорта льна масличного *Linum humile* Mill. В каждом варианте обрабатывали по 300 семян. Семена в марлевых, свободно завязанных мешочках, замачивали в 0,05 и 0,5% -х водных растворах мутагенов ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС, ЭМС. Мутагены ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 были синтезированы в Институте биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины и любезно предоставлены нам П.Г. Дульневим.

ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7 и ДГ-9 являются производными диметилсульфата. Диметилсульфат (ДМС) – химический мутаген из группы алкилирующих соединений. Этилметансульфонат (ЭМС) – супермутаген, который часто используется в работах по индуцированному мутагенезу в селекционной практике. Обычно при действии ЭМС происходит алкилирование гуанина в положении 7-го атома азота (N-7), который после этого приобретает способность спариваться с тиминном, что приводит к транзиции, вследствие чего и может произойти мутация [6]. Также из литературных данных [7] известно, что ЭМС и ДМС вызывают разрывы хромосом и большинство воссоединений проходит внутрехромосомно, что приводит к образованию большого числа хромосомных инверсий.

В качестве контроля использовали семена соответствующих сортов льна, которые замачивали в дистиллированной воде. Раствор мутагена превышал по объему количество семян в 10 раз. Экспозиция обработки раствором мутагена и дистиллированной водой составляла 16 часов. После обработки семена промывали в течение 1 часа в проточной водопроводной воде, после чего в тот же день высевали в грунт.

Для анализа влияния мутагена на растения в поколении  $M_1$  исследовали такие показатели, как всхожесть семян, выживаемость растений, продолжительность периода «всходы-цветение», а также измеряли высоту растений и подсчитывали количество боковых побегов на главном стебле и количество коробочек на одном растении.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из представленных данных, использованные мутагены существенно повлияли на все изученные признаки растений льна в поколении  $M_1$  (табл. 1, 2).

Всхожесть семян у сорта Солнечный (табл.1) при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% составляла 6,6%, в то время как всхожесть семян контроля была на уровне 55,3%, что указывает на высокую эффективность данной концентрации. Также при использовании данной концентрации выявлены существенные отличия от контроля у сорта Солнечный по всхожести семян при обработке мутагенами ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС. ЭМС оказался эффективным и в концентрации 0,05%. При обработке мутагеном ДМС в концентрации 0,5% погибло 100% растений, в то время как при обработке этим же мутагеном в концентрации 0,05% всхожесть была довольно высокой и составляла 47%. Что касается сорта Айсберг, то использование концентрации мутагена 0,5% привело к появлению существенных отличий от контроля по признаку всхожести семян при обработке мутагенами ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7 и ЭМС (табл. 1). Например, при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% всхожесть его семян составляла 2,3% и, также как и у сорта Солнечный, у сорта Айсберг при обработке мутагеном ДМС в концентрации 0,5%

погибло 100% растений. В целом прослеживается тенденция к снижению данного показателя с увеличением концентрации мутагенов.

Таблица 1 – Влияние обработки химическими мутагенами семян льна на некоторые признаки растений в поколении М<sub>1</sub> (данные за 2015 г.)

Мутаген	Вариант обработки	Всхожесть семян, %	Выживаемость растений, %	Период «всходы-цветение», дн.
<b>сорт Солнечный</b>				
Контроль	-	55,3±2,49	82,0±2,21	51,6±0,24
ДГ-2	0,5	52,0±2,88	67,0±2,71***	51,7±0,25
	0,05	61,3±2,81	73,0±2,56**	52,7±0,27
ДГ-6	0,5	6,6±1,43***	8,3±1,59***	55,4±0,30**
	0,05	55,0±2,85	82,3±2,20	51,6±0,29
ДГ-7	0,5	32,3±2,69***	42,0±2,84***	52,4±0,28
	0,05	55,6±2,86	71,3±2,62**	51,6±0,30
ДГ-9	0,5	46,6±2,89*	61,3±2,81***	51,4±0,35
	0,05	50,6±2,89	62,3±2,79***	52,2±0,38
ДМС	0,5	0,0	0,0	-
	0,05	47,0±2,88*	58,3±2,84***	53,3±0,32
ЭМС	0,5	36,6±2,78***	59,0±2,83***	52,7±0,35
	0,05	40,6±2,88***	60,3±2,82***	51,3±0,37
<b>сорт Айсберг</b>				
Контроль	-	76,0 ±2,46	88,6±1,83	42,1±0,23
ДГ-2	0,5	66,6±2,72**	77,6±2,40***	42,7±0,28
	0,05	77,6±2,41	89,3±1,78	41,1±0,25
ДГ-6	0,5	2,3±0,86***	4,0±1,13***	42,9±0,31
	0,05	75,3±2,49	87,0±1,94	43,6±0,34
ДГ-7	0,5	26,3±2,54***	36,6±2,78***	42,4±0,24
	0,05	74,3±2,52	85,6±2,03	42,5±0,37
ДГ-9	0,5	71,3±2,61	83,0±2,17	42,4±0,23
	0,05	74,0±2,53	85,0±2,06	41,3±0,29
ДМС	0,5	0,0	0,0	-
	0,05	68,3±2,68	79,6±2,32**	42,6±0,47
ЭМС	0,5	67,3±2,71*	79,0±2,35**	41,9±0,32
	0,05	75,6±2,54	85,3±2,04	42,1±0,47

Примечание: \*, \*\*, \*\*\* – отличия от контроля статистически значимые с вероятностью 95, 99 и 99,9% соответственно

Таблица 2 – Морфометрические показатели растений льна поколения М<sub>1</sub> после обработки семян химическими мутагенами (данные за 2015 г.)

Мутаген	Вариант обработки	Высота растения, см	Количество коробочек на растении, шт.
<b>сорт Солнечный</b>			
Контроль	-	57,5±0,60	22,1±1,27
ДГ-2	0,5	49,9±0,58***	18,0±0,76**
	0,05	58,9±0,49	24,1±1,12
ДГ-6	0,5	57,1±1,46	63,5±4,89***
	0,05	63,1±0,63***	27,1±1,20**
ДГ-7	0,5	52,9±0,86***	33,7±2,44***
	0,05	60,9±0,52***	28,9±1,36***
ДГ-9	0,5	55,3±0,71*	23,8±1,45
	0,05	62,7±0,66***	34,7±1,82***
ДМС	0,5	-	-
	0,05	55,0±0,66**	22,5±1,26
ЭМС	0,5	51,2±0,74***	21,1±1,34
	0,05	60,9±0,65***	37,1±2,03***
<b>сорт Айсберг</b>			
Контроль	-	54,9±0,42	13,3±0,83
ДГ-2	0,5	53,2±0,37**	24,7±1,15***
	0,05	55,9±0,44	15,4±1,60
ДГ-6	0,5	55,2±2,68	138,2±22,53***
	0,05	56,1±0,36*	13,9±0,49
ДГ-7	0,5	52,7±0,33***	45,0±3,12***
	0,05	57,4±0,70**	15,3±0,81
ДГ-9	0,5	55,0±0,39	19,8±1,27***
	0,05	56,1±0,42*	17,3±1,07**
ДМС	0,5	-	-
	0,05	53,5±0,54*	18,1±1,24***
ЭМС	0,5	53,3±0,61*	19,0±1,15***
	0,05	53,6±0,43*	13,3±0,91

Примечание. \*, \*\*, \*\*\* – отличия от контроля статистически значимые с вероятностью 95, 99 и 99,9% соответственно.

Выживаемость растений льна после обработки семян мутагенами зависела от сорта (табл. 1). Так, у сорта Солнечный выживаемость растений в зависимости от использованного мутагена колебалась в пределах от 8,3 до 82,3%, в то время как у сорта Айсберг выживаемость растений была в пределах от 4,0 до 89,3%. Значимые отличия от контроля по этому признаку наблюдалась при действии всех изученных мутагенов, кроме ДГ-9, который не повлиял на выживаемость растений сорта Айсберг.

Из литературных данных известно, что химические мутагены могут оказывать воздействие на продолжительность периода «всходы-цветение» [8-10]. Однако в нашем

эксперименте вариаций по данному признаку не наблюдалось, за исключением сорта Солнечный, у которого отмечено зацветание растений на 2-3 дня позже контроля в варианте обработки семян мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% (табл.1).

Важным критерием эффективности действия мутагенов является изменение высоты и других морфометрических показателей растений в первом мутантном поколении. Как видно из табл. 2, у сорта Солнечный отмечено стимулирующее действие на признак “высота растений” мутагенов ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,05% , и угнетающее действие мутагенов ДГ-2, ДГ-7, ДГ-9 и ЭМС в концентрации 0,5% и ДМС в концентрации 0,05%. У сорта Айсберг наблюдается стимулирующее действия мутагенов ДГ-6, ДГ-7 и ДГ-9 в концентрации 0,05% , в то время как мутагены ДГ-2, ДГ-7 и ЭМС в концентрации 0,5% и ДМС в концентрации 0,05% оказывают угнетающее действие на развитие растений. При действии мутагена ДГ-7 в малой концентрации наблюдалось стимулирование высоты растений, тогда как большие концентрации вызывали угнетение роста растений в высоту. Сходные закономерности были отмечены при обработке мутагеном ЭМС семян сорта Солнечный.

Также существенные отличия выявлены по признаку количество коробочек на растении. В большинстве вариантов отмечено стимулирующее действие мутагенов, что подтверждается статистически. Угнетающее действие выявлено у сорта Солнечный при обработке мутагеном ДГ-2 (0,5% ). У сорта Айсберг при обработке мутагеном ДГ-6 в концентрации 0,5% среднее количество коробочек на растениях возросло очень существенно и составляло 138,2 шт. Поскольку в данном варианте выжило всего 4% растений, то площадь их питания значительно превышала площадь питания других растений, что, вероятно, привело к увеличению количества боковых побегов и коробочек в данном варианте.

Эффективность действия мутагенов косвенно можно оценивать и по уровню проявления нарушений пигментации. Такие модификации определяются визуально. Очень часто у растений, обработанных мутагенами, в поколении  $M_1$  наблюдаются различные нарушения пигментации. Тем не менее, в популяции изученных нами растений  $M_1$  хлорофилльных нарушений не было выявлено. Визуально опытные растения по характеру пигментации не отличались от контрольных, однако нами были выявлены отличия в окраске семян. У сорта Солнечный окраска семян варьировала от желто-зеленой до темно-желтой, светло-коричневой и даже черной. У сорта Айсберг окраска некоторых семян также отличалась от контроля, например, встречались образцы с более темной и светлой окраской. Являются ли такие отличия наследуемыми, будет установлено при дальнейшем исследовании.

Данный эксперимент является началом крупного исследования по изучению эффективности действия новых химических мутагенов у льна. Выявление мутагенов, индуцирующих мутации с высокой частотой и широким спектром позволит более целенаправленно управлять процессом формообразования. Эти мутации должны появляться в нескольких последующих поколениях, на поиск которых и планируется направить усилия в будущем. Выявление новых маркерных и хозяйственно ценных признаков будет способствовать созданию образцов данной культуры, которые обладают более привлекательными качествами для производства, селекции и семеноводства по сравнению с существующими сортами.

## ВЫВОДЫ

1. Мутагены ДГ-2, ДГ-6, ДГ-7, ДГ-9, ДМС, ЭМС в концентрациях 0,5 и 0,05% оказывали существенное влияние на выраженность многих морфологических признаков растений льна в поколении  $M_1$ .

2. Изменение ряда морфометрических показателей в поколении  $M_1$  после обработки семян льна различными мутагенами предполагает получение высокой частоты и широкого спектра мутаций в последующих поколениях.
3. Мутаген ДМС в концентрации 0,5% вызывает гибель 100% растений, полученных из обработанных семян.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лях В.А. Индуцированный мутагенез масличных культур / Лях В. А., Полякова И. А., Сорока А. И. – Запорожье : ЗНУ, 2009. – 266 с.
2. Лукомец В.М. Интегрированный подход к защите посевов льна масличного от вредных организмов / В.М. Лукомец, В.Т. Пивень, Н.М. Тишков // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 52-56.
3. Jhala J.A. / (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications / J.A. Jhala, L.M. Hall // Australian Journal of basic and Applied Sciences. – 2010. – Vol. 4, № 9. – P. 4304-4312.
4. Васько В.А. Применение экспериментального мутагенеза в селекции растений / В.А. Васько, О.В. Гудим, О.Г. Рожков // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип. 107. – С. 8-18.
5. Зоз Н.Н. Методика использования химических мутагенов в селекции сельскохозяйственных культур / Н.Н. Зоз. – М. : Наука, 1968. – С. 217-230.
6. Арефьев В.А. Англо-русский толковый словарь генетических терминов / В.А. Арефьев, Л.А. Лисовенко. – М. : ВНИРО, 1995. – 407с.
7. Тейлор Д. Биология: в 3 т. / Тейлор Д., Грин Н., Стаун У. – М. : МИР, 2004. – Т. 3. – 451 с.
8. Повхан А.В. Изучение действия этилметансульфоната на кунжут в поколении  $M_1$  / А. В. Повхан, А. И. Сорока // Нак.–техн. бюл. ІОК УААН. – Запоріжжя, 2013. – С. 26-30.
9. Лагрон В.А. Изучение действия этилметансульфоната на лен масличный в  $M_1$  / В.А. Лагрон // Нак.–техн. бюл. ІОК УААН. – Запоріжжя, 2003. – С. 31-37.
10. Полякова І.О. Спадкова мінливість у льону олійного індукованого гамма-променями: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.15./ І.О. Полякова. – К., 2003. – 12 с.

### REFERENCES

1. Lyakh V.A. Induced mutagenesis oilseeds / Lyakh V. A., Polyakova I. A., Soroka A. I. – Zaporozhye : ZNU, 2009. – 266 p.
2. Lukomets V.M. Integrated approach to the linseed crop protection from pests / V.M. Lukomets, V. T. Piven, N.M. Tishkov // Protection and quarantine of plants. – 2010. – № 5. – P. 52-56.
3. Jhala J.A. / (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications / J. A. Jhala, L. M. Hall // Australian Journal of basic and Applied Sciences. – 2010. – Vol. 4, № 9. – P. 4304-4312.
4. Vasko V.A. The use of experimental mutagenesis in plant breeding / V. A. Vasko, O. V. Gudim, O. G. Rozhkov // Seleksiya i nasinnitstvo. – 2015. – Vol. 107. – P. 8-18.
5. Zoz N.N. Methods to use chemical mutagens in crop breeding / N. N. Zoz. – M. : Nauka, 1968. – P. 217-230.
6. Arefiev V.A. English-Russian Dictionary of Genetic Terms / V. A. Arefiev, L. A. Lisovenko. – M. : VNIRO, 1995. – 407 p.
7. Taylor D. Biology: in 3 vol. / Taylor D., Green N., Staun U. – M. : MIR, 2004. – Vol. 3. – 451 p.
8. Povhan A.V. Studying of ethylmethanesulfonate on sesame in  $M_1$  generation / A. V. Povhan, A. I. Soroka // Nayk.–tehn. byul. ІОК NAAN. – Zaporizhzhya, 2013. – P. 26-30.

9. Lagron V.A. Studind of ethylmethanesulfonate action on flax M<sub>1</sub> generation / V. A. Lagron // Nayk.–tehn. byul. IOK NAAN. – Zaporizhzhya, 2003. – P. 31-37.
10. Polyakova I. O. Inheritable variability in flax induced with gamma rays: abstract. dis. on receipt sciences. candidate stage. biolog. sciences: spec. 03.00.15. / I. O. Polyakova. – K., 2003. – 12 p.

УДК581.524

## THE FEATURES OF *PINUS SYLVESTRIS* L. DEVELOPMENT ON THE INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS AS WELL AS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PATTERNS OF ITS REGENERATION

Shevchuk S. Ye.

*Ivano-Frankivsk Vasyl Stefanyk Precarpathian National University  
76018, Ukraine, Shevchenko Str., 57, Ivano-Frankivsk*

rezervportal@gmail.com

Secular variations of *Pinus sylvestris* L. in the process of its development on the fallows of Transdnistria Opillia were analyzed. Such age-related conditions were characterized as seedlings (p), juvenile (j), immature (im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub>), virginal (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>) and generative young (g<sub>1</sub>) individuals. The age-space structure of the pine population formed in the process of growth was researched. Three functional zones were distinguished on the basis of density and spatial arrangement of *P. sylvestris*. The zone of mosaic structure and active growth with the individuals of all age-related conditions is the closest to the nurse-wood, the second zone is characterized by less density and equitable growth of individuals, the third zone is the place of sharp competitive struggle with herbaceous plants.

*Key words: Pinus sylvestris, ontogenesis, Transdnistria Opillia, age-related conditions, fallows.*

Шевчук С.Є. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ ТА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ЇЇ ВІДНОВЛЕННЯ / Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 76018, Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57

Розглянуто вікові зміни *Pinus sylvestris* L. у процесі розвитку на перелогах Придністерського Опілля. Охарактеризовано такі вікові стани – проростки (p), ювенільні (j), іматурні (im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub>), віргінільні (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>) та молоді генеративні (g<sub>1</sub>) особини. Досліджено просторово-вікову структуру популяції сосни, яка формується в процесі заростання. На основі щільності та просторового розміщення особин *P. sylvestris* в популяції вдалося виділити три функціональні зони. Найближчою до материнського насадження є зона мозаїчної структури та активного росту, де зустрічаються особини всіх виявлених вікових станів; друга зона характеризується меншою щільністю і рівномірним ростом особин, третя зона – місце загостреної конкурентної боротьби з трав'янистими рослинами.

*Ключові слова: Pinus sylvestris, онтогенез, Придністерське Опілля, вікові стани, перелоги.*

Шевчук С.Е. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ / Прикарпатский национальный университет им. Василя Стефаника, 76018, Ивано-Франковск, ул. Шевченко, 57

Рассмотрены возрастные изменения *Pinus sylvestris* L. в процессе развития на залежах Приднестровского Ополья. Дается характеристика таким возрастным состояниям – проростки (p), ювенильные (j), иматурные (im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub>), виргинильные (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>) и молодые генеративные (g<sub>1</sub>) особи. Исследована пространственно-возрастная структура популяции сосны, которая формируется в процессе заростания. На основе плотности и пространственного размещения особей *P. sylvestris* в популяции удалось выделить три функциональные зоны. Ближайшая к материнскому насаждению – зона мозаичной структуры и активного роста, где встречаются особи всех выявленных возрастных состояний; вторая зона характеризуется меньшей плотностью и равномерным ростом особей; третья зона – место обостренной конкурентной борьбы с травянистыми растениями.

*Ключевые слова: Pinus sylvestris, онтогенез, Приднестровское Ополье, возрастные состояния, залежи.*

## INTRODUCTION

During the land reform in Ukraine there were works carried out not only on denationalization and privatization of lands, but also measures of removing from active agricultural use agricultural lands with degraded and unproductive soils. Much of these lands is transferred to the reserve lands and provision of rural councils [1]. At the same time, some agricultural lands appeared to be upturned by the owners, and have not been treated for a considerable time. The problem of the dynamics of fallows is extremely important, because starting from 1990, there has been removed from the cultivation in Ukraine of about 8.5 million hectares of plough lands, and this process still continues [2]. On these lands spontaneous overgrowth occurs, which goes through various stages of secondary succession towards the formation of meadow or forest vegetation, and on the final stages of formation approaches natural phytocoenosis [3].

An interesting situation is observed in the Monastyrskiyi district, of Ternopil region, where on the fallows the mutation processes of varying degrees of intensity are taking place. The salient is undulating plain with the height 240-380 m. above sea level. The annual precipitation – 610 mm. The soil is light-grey ashed, limestone comes to the surface. On the areas, where more than 20 years there were no agricultural actions, the process of intensive reforestation with *Pinus sylvestris* L. is observed.

The national plan action of environment protection of Ukraine foresees decrease of areas of plough lands by removing from intensive cultivation, conservation of degrading and unproductive agricultural lands aiming to expand the elements of natural frame and structure rationalization of agrolandscapes [4]. The criteria of quality assessment of conservation can be stability of forest phytocoenosis that develops on these areas. The condition of the above-mentioned phytocoenosis according to Part 4 Art. 20 of the Land Code of Ukraine is also the basis for the change of the intended purpose of the conserved lands.

During the critical phase of the development of forest formation species young individuals come into the phase of small growth. This issue is rather urgent for the pine since for the appearance of seedlings some requirements are necessary: large percentage of soil mineralization, absence or low density of grass and bush floor, increased requirement for lighting starting from the third year of life. This explains outburst of the pine regeneration after ground fires as the ground litter, grass and bush floor are destroyed by fire. The vacant ecological niche is occupied by the pine and its seeds extensively sprout in the period between one and two years. But soon due to regeneration of the live topsoil and other reasons the pine sprouts massively cease growing.

Thus the aim of our research was to research the development process of population *P. sylvestris* on the initial stages of its ontogenesis, as well as structural and functional mechanisms of its restoration process. On the basis of received results a conclusion can be made about the state of the analyzed areas and the perspectives of their further usage.

## METHODS OF RESEARCHES

The peculiarities of natural restoration *P. sylvestris* on the fallows of Transdnistria Opillia were the subject of the research conducted between 2011 and 2015. The researched sites were divided into two groups according to the land type where the overgrowing took place. To the first group belong former pastures – hills with limestone outlet, unsuitable for farming. To the second group belong flat sites which during the soviet times were used for planting grain crops but at present time it became not profitable.

Researched areas differ between each other also by the exposure of slope and distance from the wall of the forest, by the predominant wind direction and nature of the litter. In spite of the

mentioned differences the process of *P. sylvestris* regeneration took place through the equal structural and functional mechanism on all the sites.

The research was made by route method by laying transects and on the fixed accounting platforms. (20\*40 m).

As a part of populations the plants were identified in accordance with the general approaches of ontogenesis tree species periodization [5]. The vital status of the plants was determined by a scale of categories condition, received in the forest pathology. Index of the plantations state was calculated as a weighted average by the data of the state assessment of the individual trees. The state of plantations was assessed according to the received average indexes.

Also the value of morphological parameters of virginal species *P. sylvestris* was determined to assess the level of variability in the population of the younger generation.

The plants were evaluated by such morphological parameters: number of whorls, height of species, stem diameter, crown diameter, length of needles, order of branching [6]. The results were presented as arithmetic mean  $\pm$  mean accuracy ( $M \pm m$ ).

### RESULTS OF THE RESEARCH

During the research of ontogenesis such age-related conditions of *P. sylvestris* were distinguished: seedlings (p), juvenile (j), immature ( $im_1$ ,  $im_2$ ), virginal ( $v_1$ ,  $v_2$ ) and generative young ( $g_1$ ) individuals.

Seedlings (p) are represented by individuals with a height of up to 0,05 m, which come across in the form of between four and eight seed lobes on the hypocotyl. Some develop a virgin offset with a length of up to 7 cm where individual needles of juvenile type are spirally located.

Juvenile plants (j) have one oblong shoot with a height of up to 0,17 m, where needles of mature type are located on the short shoots – brachyblasts.

Immature plants are divided into two subgroups. The plants of the first subgroup ( $im_1$ ) start developing a crown, in other words side shoots develop round a central shoot forming a second generation axis. The total height of the individuals is not more than 0,5 m. The age is between 3 and 7 years.

Immature plants of the second subgroup ( $im_2$ ) have the shoots of the third and sometimes the fourth generation. The crown is cone-shaped. The total height of the individuals is between 0,50 and 1,10. The age is between 4 and 8 years.

To virginal individuals of the first subgroup ( $v_1$ ) belong the plants with an age of between 5 and 10 years and a height of up to 3 meters. These individuals have a monopodially growing crown with a pointed top and shoots of the fourth generation. Lower branches are characterized by slow growth though they may touch the ground.

Virginal individuals of the second subgroup ( $v_2$ ) are characterized by a considerable annual growth which allows them to extend upwards and reach the size of up to 8 meters. The branching of the fifth generation prevails. They start the process of losing branches in the lower part of the stem. The age is between 9 and 17 years [7].

Young generative individuals ( $g_1$ ) develop microstrobila and macrostrobila (cones). The number of female cones in one tree is not large which is connected with a relatively young age of the plants of this ontogenetic type – between 17 and 25 years (Table 1). Many individuals forward transition from  $v_2$  into  $g_1$ , in this way they react to a plant's top damage through branch cutting or breaking it off.



Table 1 – Specific values of biomorphological characteristic of *P. sylvestris* on different stages of its ontogenetic development (  $M \pm m$  )

Age-related condition	Length of age-related condition, years	Hight of a plant, m	Stem diameter at the hight of 1,3 m, cm	Top diameter, m	Order of branching	Length of needles, mm
p	2±0,1	0,05	-	-	-	23±1,5
j	3±0,2	0,2±0,03	-	-	1	47±2,3
im <sub>1</sub>	4±0,3	0,3±0,1	-	0,1±0,01	2	51±1,5
im <sub>2</sub>	6±0,7	0,9±1,1	-	0,8±0,4	3-4	63±3,2
v <sub>1</sub>	7±0,7	2,1±0,2	3±0,2	1,5±0,4	4-5	73±2,3
v <sub>2</sub>	13±0,3	5,2±0,7	7±0,5	2,3±0,3	4-5	69±1,8
g <sub>1</sub>	21±3,5	13,1±1,7	12,5±5,3	5,7±0,52	5-6	67±1,6

For the studied areas the characteristic is the uneven structure of the undergrowth. On the basis of plants density and their placement the area of overgrowing can roughly be divided into 3 zones. The first - from the wall of the tree stand to the distance  $\approx 70$  meters, the average density of undergrowth in recalculation is  $5438 \pm 0,57$  species / hectares. Contagiousness of distribution of self-seeding and undergrowth is evident. This is reflected in the uneven distribution of species *P. sylvestris* on the area, their aggregation into groups of 9-36 plants. The maximum age of species - 15-18 years, there are juvenile (j), immature (im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub>) and virginal species (v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>). The percentage of seedlings (p) and generative young individuals (g<sub>1</sub>) is relatively low, and the seedlings occur only outside the clusters mentioned above on the «sparse» areas. Index of the tree stand is 2.06.

The second zone - the band width  $\approx 50$ m, is below the ecotone limit of parent plants - pasture, so the impact of the marginal effect is minimal. An important place takes the mineralization of topsoil and some sod of soil. The average density in terms of undergrowth is  $3188 \pm 0,93$  species / hectares. Significant clusters were not found - single plants or grouped by 6 - 9 species. Vital status of plants mainly refers to the first category, the projective cover of crowns and other morphometric parameters prevail similar to those species of the first zone.. Though a great number of cut down or damaged species were defined that during the indexation of the tree state an indicator 1,8 was given. The maximum age of the species - 9-10 years, seedlings (s), juvenile (j), immature (im<sub>1</sub>, im<sub>2</sub>) and virginal species (v<sub>1</sub>) are present. Cones are present in the damaged plants, that suggests the presence of generative species (g<sub>1</sub>).

In the third zone ( $\approx 120$  m from the wall stand) we observe the solitary species of pines under 10 years old, mixed with *Alnus glutinosa* L. Gaertn., *Betula pendula* Roth, *Cerasus avium* L. Moench, *Crataegus monogyna* Jacq., *Sambucus nigra* L., *Rosa canina* L., *Corylus avellana* L., *Malus sylvestris* Mill., *Populus tremula* L., *Quercus robur* L., *Salix alba* L., *S. caprea* L. Further spread of pine trees on the abandoned agricultural land areas prevents dense herbage and much sod of soil.

On the fallows where the regeneration of the pine takes place there is an evident disparity in the distribution of individuals *P. sylvestris* on the researched area, aggregation in the groups and the presence of windows in the tent is consistent with the concept of circular mosaic-ecosystems that was suggested by S.M Sannykov and V.E. Parpan [8]. Placing of plant density decreases from

the center to the periphery where comes into effect interspecific competition with deciduous species and herbaceous plants.

We consider further research of ecological distribution of the *P. sylvestris* in Transdnistria Opillia to be challenging and relevant. This will give the opportunity to estimate the quality of degraded and unproductive soils conservation and predict the effectiveness of their agroecological condition improvement. Given the stable development of phytocoenosis we are going to achieve radical improvement of lands through exploiting their soil protective and other features of protective afforestation.

### CONCLUSION

1. Stable groups of the pine were formed on the fallows of Transdnistria Opillia. They consist of individuals of various age-related conditions (p-j-im<sub>1</sub>-im<sub>2</sub>-v<sub>1</sub>-v<sub>2</sub>-g<sub>1</sub>). These populations are young that is why their age range is centered to the left.
2. Natural regeneration of *P. sylvestris* on the researched area happens through formation of some space-age structure of the population. Zoning of the growth area is clearly observed. The individuals of all researched age-related conditions can be met closer to the nurse-wood. The plants grow densely, forming compact groups of virginal and generative plants and small gaps where younger individuals grow. In the second zone the strict mosaic structure has not been formed yet, single generative individuals can be met. The third zone is the place of competitive struggle with herbaceous plants.

### LITERATURE

1. Земельний кодекс України. [Електронний ресурс]: Верховна Рада України; Закон від 25.10.2001 № 2768-III Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання: метод. рек. / за ред. В.Ф. Сайко. – К. : Аграр. наука, 2000. – 38 с.
3. Іваницький Р.С. Відтворення і формування лісостанів за участю сосни звичайної в умовах Північно-західного Поділля: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец.06.03.03 / Р.С. Іваницький; НЛТУ України. – Львів, 2011. – 20 с.
4. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки. [Електронний ресурс]: Кабінет Міністрів України; Розпорядження від 25 травня 2011 р. N 577-р, Київ). Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/577-2011-%D1%80>.
5. Евстигнеев О. Поливариантность сосны обыкновенной в Брянском полесье / О. Евстигнеев // Лесоведение. – 2014. – № 2. – С. 69-77.
6. Скляр В. Г. Морфологія дрібного підросту *Pinus sylvestris* L. в лісах Новгород-Сіверського Полісся / В. Г. Скляр // Сучасна фітоморфологія : Матеріали першої міжнародної наукової конференції з морфології рослин (Львів, 24 – 26 квітня 2012 р.). – Львів, 2012. – Т. 1. – С. 125–128.
7. Schevchuk S. Morphological features of the virginal species *Pinus sylvestris* L. on the abandoned agricultural lands of the Transdnistria Opillia / Schevchuk S. // European Applied Sciences. – № 3. – 2015. – P. 4-5
8. Парпан В.И. Гипотеза импульсной динамики девственных буковых лесов Украинских Карпат / В.И. Парпан, С.Н. Санников, Т.В. Парпан // Материалы Всероссийской науч. конф. (с международным участием), посвященной 100-летию со дня рождения Б.П. Колесникова, 21–24 июля 2009 г. – Екатеринбург: УрОРАН, 2009. – С. 120–125.

## REFERENCES

1. Zemel'nij kodeks Ukraini. [Elektronnij resurs]: Verhovna Rada Ukraini; Zakon vid 25.10.2001 № 2768-III Rezhim dostupu: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Viluchennja z intensivnogo obrobittu maloproduktivnih zemel' ta ih racional'ne vikoristannja: metod. rek. / za red. V.F. Sajko. – K. : Agrar. nauka, 2000. – 38 s.
3. Ivanic'kij R.S. Vidtvorenja i formuvannja lisostaniv za uchastju sosni zvichajnoi v umovah Pivnichno-zahidnogo Podillja: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. s.-g. nauk: spec.06.03.03 / R.S. Ivanic'kij; NLTU Ukraini. – L'viv, 2011. – 20 s.
4. Nacional'nij plan dij z ohoroni navkolishn'ogo prirodnoho seredovishha na 2011–2015 roki. [Elektronnij resurs]: Kabinet Ministriv Ukraini; Rozporjadzhennja vid 25 travnja 2011 r. N 577-r, Kiiv). Rezhim dostupu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/577-2011-%D1%80>.
5. Evstigneev O. Polivariantnost' sosny obyknovennoj v Brjanskom poles'e / O. Evstigneev // Lesovedenie. – 2014. – № 2. – S. 69-77.
6. Skljar V. G. Morfologija dribnogo pidrostu Pinus sylvestris L. v lisah Novgorod-Sivers'kogo Polissja / V. G. Skljar // Suchasna fitomorfologija : Materiali pershoi mizhnarodnoi naukovoï konferencii z morfologii roslin (L'viv, 24 – 26 kvitnja 2012 r.). – L'viv, 2012. – T. 1. – S. 125–128.
7. Schevchuk S. Morphological features of the virginal species Pinus sylvestris L. on the abandoned agricultural lands of the Transdnestria Opillia / Schevchuk S. // European Applied Sciences. – № 3. – 2015. – P. 4-5
8. Parpan V.I. Gipoteza impul'snoj dinamiki devstvennyh bukovykh lesov Ukrainskih Karpat / V.I. Parpan, S.N. Sannikov, T.V. Parpan // Materialy Vserossijskoj nauch. konf. (s mezhdunarodnym uchastiem), posvjashhennoj 100-letiju so dnja rozhdenija B.P. Kolesnikova, 21–24 ijulja 2009 g. – Ekaterinburg: UrORAN, 2009. – S. 120–125.

## РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

UDC 577.472. (28)

### TO THE STUDY OF MACROZOOBENTHOS OF THE RIVERS, SITUATED IN THE SOUTHERN SLOPES OF GREATER CAUCASUS

Aliyev S.I.

*Baku State University*

*AZ 1148, Azerbaijan, Baku, Zahid Khalilov str., 23*

*alisaleh@rambler.ru*

During the years of 2010-2011 in the area of the South Caucasus Aхoxchay, Axsuchay, Bumchay, Demiraparanchay, Girdimanchay, Goychay, Vandamchay, Turyanchay rivers systematically included in the group of 15 macrobenthic organism of 106 species were found. Molluscs in the number of species (12 species) dominated. Other groups are represented with 2-11 species. The maximum number of Aхoxchayda species (66 species), while the minimum number of Damiraparan river (45 species) have been recorded. Biostructure of organisms 0,18-0,72 g/m<sup>2</sup>, and the number of individuals fluctuated between 52-124 specimen/m<sup>2</sup>. At the same time, the rate of saprobity has been set.

*Key words: macrozoobenthos, biomass, saprobity, indicator.*

Алієв С.І. ДО ВИВЧЕННЯ МАКРОЗООБЕНТОСУ РІЧОК ПІВДЕННИХ СХИЛІВ ВЕЛИКОГО КАВКАЗУ / Бакинський державний університет, AZ 1 148, Азербайджан, Баку, вул. Захід Халілов, 23 Упродовж 2010-2011 рр. у річках Ахоччай, Ахсучай, Бумчай, Дямірапаранчай, Гірдіманчай, Геокчай, Вандамчай, Турьянчай південних схилів Великого Кавказу було виявлено 106 видів макробентичних організмів. Максимальна чисельність видів відзначена в р. Геокчай (66 видів), а мінімальна – у р. Дамірапаранчай (45 видів). За кількістю видів домінують молюски (12 видів), решту групи представлено 2-11 видами. Біомаса організмів змінювалася в межах 0,18-0,72 г/м<sup>2</sup>, а чисельність – 52-124 екз./м<sup>2</sup>. Одночасно було визначено сапробність води річок.

*Ключові слова: макрзообентос, біомаса, сапробність, індикатор.*

Алиев С.И. К ИЗУЧЕНИЮ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕК ЮЖНЫХ СКЛОНОВ БОЛЬШОГО КАВКАЗА / Бакинский государственный университет, AZ 1148, Азербайджан, Баку, ул. Захид Халилов, 23

В течение 2010–2011 гг. в реках Ахоччай, Ахсучай, Бумчай, Дямирапаранчай, Гирдиманчай, Геокчай, Вандамчай, Турьянчай южных склонов Большого Кавказа было выявлено 106 видов макробентических организмов. Максимальная численность видов отмечена в р. Геокчай (66 видов), а минимальная – в р. Дамирапаранчай (45 видов). По количеству видов доминируют моллюски (12 видов), остальные группы представлены 2-11 видами. Биомасса организмов менялась в пределах 0,18-0,72 г/м<sup>2</sup>, а численность – 52-124 экз./м<sup>2</sup>. Одновременно была определена сапробность воды рек.

*Ключевые слова: макрзообентос, биомасса, сапробность, индикатор.*

### INTRODUCTION

Studying of species composition and quantitative distribution of macrozoobentos in some rivers of the Southern slopes of the Greater Caucasus within Azerbaijan.

The southern slope of the Greater Caucasus is rich in rivers. These water streams have all the properties, specific for mountainous rivers: the fast-flowing, low water temperature, oxygen-rich, etc. also they have an important economic value as sources for water supply, irrigation, power supply, fisheries development. However, hydrofauna and zoobenthos of the rivers, situated in the southern slopes of Great Caucasus have not been studied properly. It is known that the macrobenthic organisms play an important role in the formation of the biological productivity of water basins. Also, these organisms are active in the biological purification of water, play a role of a natural indicator of water pollution by organic substances and serve as a link in the food chain in ecosystems.

## MATERIAL AND METHODS

During the 2010-2011 years for the first time for Greater Caucasus in different habitats of Akhokhchay, Aksuchay, Bumchay, Demiraparanchay, Girdimanchay, Goychay, Vendamchay, Turyanchay rivers, situated on its southern slopes samples of macrozoobenthos were collected and analyzed. Methods of research conducted by Jadin [4]. In the rivers of the region 106 species of benthic organisms from 15 taxonomic groups were discovered.

## RESULTS AND DISCUSSION

Akhokhchay, being a right tributary of the Ayrichayriver, originates on the southern slopes of the Greater Caucasus (2000 meters). The length of the river – 25 km, the area of the water basin 691 km<sup>2</sup>, flows through Ismayilli [1, 2, 3]. The main part of the catchment area is formed by the storm waters. The streams and mud flows occur fairly often. During the observation period, the water temperature was 9,6-22,4 °C, pH – 7,1-7,4, oxygen regime was equal to 8,6-8,8 mg/l. As a result of analysis of the materials collected from the rivers, 66 species of benthic organisms from 14 taxonomic groups were recorded. Mollusks are dominated in the biodiversity of macrozoobenthos (8 species). Minimal quantity of decapods and water fleas were observed (2 species of each taxon). The second place on species composition is occupied by dragonfly larvae. Other groups were represented by 3-6 species. The most common are the following species: *Costatella acuta*, *Anisus spiroibis*, *Valvata pulchella*, *Corbicula cor*, *Sphaericum lacustre*, *Ephemerella ignita*, *Baetis rhodani*, *Caenis macrura*, *Ordella macrura*, *Notonecta lutea*, *Bidessus pusillus*, *Ecnomus tenellus*, *Limnophilus flavicornis*, *Leptocerus tineiformis*, *Oecetis furva*.

The total biomass of benthic organisms was equal to 0,18 gr/m<sup>2</sup>, the quantity fluctuated between 52 specimens/m<sup>2</sup> (Table 2).

Akhsuchay originates from the southern slopes of the Greater Caucasus Mountains. The length of the river is 75 km, the total basin area – 631 km<sup>2</sup> [1, 2, 3].

During the observation period, the water temperature was equal to 14-25 °C, pH – 7,8-7,9 mg/l. In the river 57 species from 14 taxonomic groups were found. The first place occupies the caddis flies (8 species). Other groups are represented by 2-8 species. Among these species the prevalent are following: *Naiscommunis*, *Branchiurasowerbyi*, *Eisenellatetraedra*, *Piscicolageometra*, *Hydrobia longiscata*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche ornatula*, *Limnophilus flavicornis*, *Leptocerus tineiformis*, *Oecetis furva*, *Corixa punctata*, *Berosus spinosus*, *Procladius choreus* etc.

In the river, the biomass of benthic organisms was equal to 0,50 gr/m<sup>2</sup>, number of animals – 124 specimen/m<sup>2</sup>. The biomass of organisms ranged from 0,04 – 0,14 gr/m<sup>2</sup> in taxonomic groups and 8-32 specimen/m<sup>2</sup> by the number of animals. According to the numeral dynamics and biomass the caddisfly larvae were prevailed (32 specimen/m<sup>2</sup>; 0,14 gr/m<sup>2</sup>).

Bumchay originates from the southern slopes of the mountain range of the South Caucasus (3400 meters high). Is a left branch of the river Turyanchay, the length of 51 km, the basin area 450 km. It flows through the territory of Gabala region [1, 2, 3].

During the period of study, the 60 species of benthic organisms from 10 taxonomic groups were recorded. The first place among the detected species was occupied by chironomids (9 species); the second – the larvae of dragonflies (8 species). The 7 species from each taxonomic group were occupied by oligochaetes, hemipterans and dipteran (Table 2). Other taxonomic groups are represented by 3 – 5 species. The, ost common species are *Branchiura sowerbyi*, *Lumbricillus lineatus*, *Eisenella tetraedra*, *Costatella integra*, *Valvata pulchella*, *Hydrobia longiscata*, *Gammarus lacustris*, *Eylais hamata*, *Lestes sponsa*, *Baetis rhodani*, *Siphonurus linnaenus*,

*Cloen dipterum*, *Corixa punctata*, *Sigara falleni*, *Berosus spinosus*, *Tabanus* sp., *Stempelina bausei*, *Micropsectra praecox*, *Chironomus thummi*, etc.

The biomass of benthic organisms in the river reach 0,30 gr/m<sup>2</sup>, size – 90 specimen/m<sup>2</sup>. Biomass by taxonomic groups of organisms ranged from 0,03-0,08 gr/m<sup>2</sup>, quantity – within 12-28 specimen/m<sup>2</sup> (Table 2).

Demiraparanchay originates in the southern slopes of the Greater Caucasus mountains (altitude 3859 meters). This river is one of the main sources for the formation of the river Turyanchay. It flows through the territory of Gabala region. Its length is 69 km, the area of the water basin – 596 km<sup>2</sup>.

During the period of investigations the temperature of water were equaled 15,1-24,2 °C, pH – 7,4-7,6, oxygen regime – 8,6-8,8 mg/lt.

The 45 benthic species from 14 systematic groups were recorded in this river. The larvae of caddis fly are dominated on the quantity of species (7 species). The other groups were represented by 1-5 species (table 1, picture 1).

Table 1 – The quantity of macrozoobenthos of Southern Slopes of the Great Caucasus on taxonomic groups

№	Taxonomic group	Total quality	Rivers							
			Akhokhchay	Akhsuchay	Bumchay	Demiraparanchay	Girdimanchay	Goychay	Vandamchay	Turyanchay
1	<i>Oligochaeta</i>	7	6	5	7	3	4	4	3	5
2	<i>Hirudinea</i>	6	3	4	-	1	1	-	6	3
3	<i>Mollusca</i>	12	8	4	3	5	3	8	6	4
4	<i>Ostracoda</i>	3	3	-	-	-	3	2	2	-
5	<i>Amphipoda</i>	7	4	3	2	3	5	4	3	2
6	<i>Decapoda</i>	3	2	2	-	2	2	2	1	3
7	<i>Hydracarina</i>	4	2	2	-	-	2	2	1	2
8	<i>Odonata</i>	8	5	6	6	4	4	7	6	8
9	<i>Ephemeroptera</i>	10	5	9	8	5	6	8	7	4
10	<i>Trichoptera</i>	8	6	8	5	7	7	8	7	3
11	<i>Hemiptera</i>	7	5	4	7	3	3	5	4	2
12	<i>Coleoptera</i>	10	4	4	6	4	5	8	7	5
13	<i>Diptera</i>	8	3	4	7	3	4	5	4	3
14	<i>Chironomidae</i>	11	4	5	9	5	4	9	8	6
15	<i>Ceratopogonidae</i>	2	-	2	-	1	2	-	2	-
	Total:	106	66	57	60	45	55	72	67	50

By the frequency of occurrence the species *Auloforusfurcatus*, *Lymnaeastagnalis*, *Anisusspirorbis*, *Gammarusmatienus*, *Argionvirgo*, *Anax imperator*, *Ecnomustenellus*, *Hydropsycheornatula*, *Leptocerustineiformis*, *Oecetisfurva*, *Hydrometrastagnorum*, *Velia rivulorum*, *Colymbetesfuscus*, *Limnochironomustritomus*, *Endochironomusdispar*, etc. were prevailed.

The biomass of benthic organisms in the river was equaled 0,51 gr/m<sup>2</sup>, the quantity – 111 specimen/m<sup>2</sup>. By the quantity and biomass the chironomid larvae (20 specimen/m<sup>2</sup>, 0,08 gr/m<sup>2</sup>) were dominated (table 2).

The Girdimanchayriver originates from the 1 km on the Southern-East of the Babadag pass (2900 km). It connects with Kura river from the left side by the use of artificial canal. The length of river is 88 km, the water basin is equaled 727 km<sup>2</sup>. The mineralization of water equals 560 mg/lt, with sulfur-natrium chemical composition.

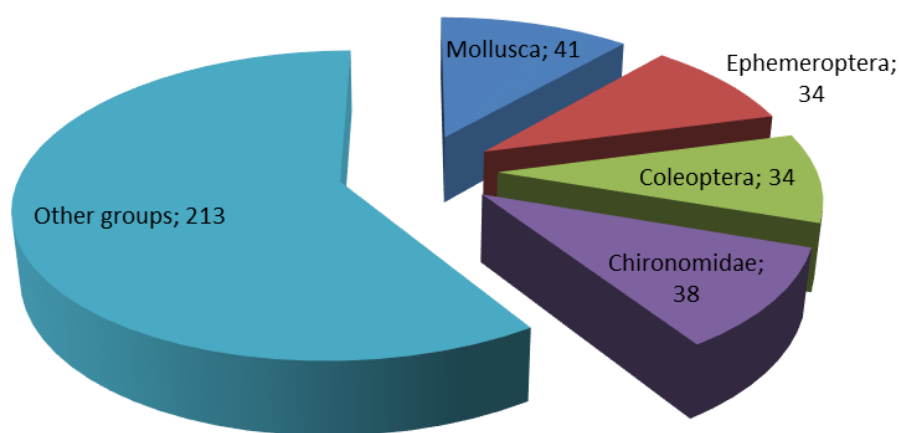


Fig.1. The Quantity of Rivers in South Slopes of Great Caucasus (radians)

During the period of observations the 55 benthic species were recorded. By the quantity of species the larvae of caddis fly are dominated. The other groups are represented by 1-5 species (table 1). By the frequency of occurrence the species *Nais elinguis*, *Lymnaea auricularia*, *Ancylus fluviatilis*, *Corbicula fluminalis*, *Pontogammarus robustoides*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche ornatula*, *H.instabilis*, *Leptocerus tineiformis*, *Oecetis furva*, *Gyrinus minutus*, etc. were prevailed.

The biomass of benthic organisms was equaled to 0,29 gr/lt, the quantity – 90 specimen/m<sup>2</sup> (table 2).

The Goychayriver originates from the Southern slopes of the Great Caucasus (altitude 1980 meters), connects with the Kura river from the left side by the use of artificial canal. It is distinguished by high water level in comparison with the other rivers, that flow from the Southern slopes.

During the period of studies the temperature of water was equaled 12,3-21,8 °C, pH 7,4-7,5, the oxygen regime 8,1-8,4.

The 72 species from the 13 systematic groups were recorded in the river (table 1). By the species quantity the chironomid larvae (9 species), molluscs, the dragonfly larvae, caddis flies, coleopteran were dominated (8 species from the each taxonomic group). The next places were occupied by damselfly larvae (7 species) and hemipterans (5 species). By the frequency of occurrence the species *Lymnaea auricularia*, *Costatella acuta*, *Corbicula cor*, *Coenagrion scitulum*, *Lestes sponsa*, *Agrion virgo*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche ornatula*, *H.instabilis*, *Oecetis furva*, *Notonecta lutea*, *Gerris lacustris*, *Hydroporus planus*, *Tabanus*

sp., *Cryptochironomus defectus*, *Ch.thummi*, *Einfeldia pagana*, *Limnochironomus nervosus*, *Endochironomus tendens*, *Microtendipes chloris*, etc. were prevailed.

The biomass of benthic organisms in the river was equaled to 0,72 gr/m<sup>2</sup>, quantity – 124 specimen/m<sup>2</sup>. The molluscs were prevailed in quantity (0,72 gr/m<sup>2</sup>). By systematic groups the biomass and quantity of organisms was equaled to 0,04-0,20 gr/m<sup>2</sup> and 6-40 specimen/m<sup>2</sup> accordingly (table 2).

Table 2 – The Quantity and Biomass of Rivers in South Slopes of Great Caucasus (specimen/gr x m<sup>2</sup>)

№	Taxonomic group	Rivers							
		Akhokhchay	Akhsuchay	Bumchay	Demiraparanchay	Girdimanchay	Goychay	Vandamchay	Turyanchay
1	<i>Oligochaeta</i>	—	—	—	—	$\frac{12}{0,04}$	—	—	—
2	<i>Mollusca</i>	$\frac{18}{0,05}$	$\frac{26}{0,10}$	$\frac{28}{0,08}$	$\frac{10}{0,05}$	$\frac{20}{0,08}$	$\frac{40}{0,20}$	$\frac{22}{0,10}$	—
3	<i>Amphipoda</i>	—	$\frac{14}{0,04}$	—	$\frac{18}{0,07}$	—	$\frac{28}{0,10}$	—	$\frac{21}{0,04}$
4	<i>Decapoda</i>	$\frac{2}{0,04}$	—	—	$\frac{7}{0,12}$	—	$\frac{6}{0,21}$	—	—
5	<i>Odonata</i>	—	$\frac{20}{0,08}$	—	$\frac{10}{0,04}$	—	—	$\frac{16}{0,03}$	$\frac{20}{0,07}$
6	<i>Ephemeroptera</i>	$\frac{12}{0,02}$	$\frac{32}{0,14}$	$\frac{24}{0,08}$	—	$\frac{10}{0,04}$	—	$\frac{30}{0,08}$	$\frac{26}{0,06}$
7	<i>Trichoptera</i>	$\frac{20}{0,07}$	$\frac{14}{0,06}$	$\frac{12}{0,03}$	$\frac{20}{0,06}$	—	$\frac{10}{0,04}$	—	—
8	<i>Hemiptera</i>	—	$\frac{10}{0,04}$	—	—	$\frac{18}{0,06}$	—	—	—
9	<i>Coleoptera</i>	—	—	$\frac{12}{0,04}$	$\frac{14}{0,06}$	$\frac{12}{0,05}$	—	—	$\frac{12}{0,04}$
10	<i>Diptera</i>	—	—	—	$\frac{12}{0,03}$	$\frac{18}{0,06}$	$\frac{10}{0,07}$	$\frac{20}{0,08}$	$\frac{28}{0,08}$
11	<i>Chironomidae</i>	—	$\frac{8}{0,04}$	$\frac{14}{0,07}$	$\frac{20}{0,08}$	—	$\frac{30}{0,10}$	$\frac{6}{0,01}$	$\frac{11}{0,02}$
	Total:	$\frac{52}{0,18}$	$\frac{124}{0,50}$	$\frac{90}{0,30}$	$\frac{111}{0,51}$	$\frac{90}{0,29}$	$\frac{124}{0,72}$	$\frac{94}{0,30}$	$\frac{122}{0,31}$



Vandamchay is the right branch of the Goychayriver, connect with the Kura river. The length is 98 km, area of basin – 629 km<sup>2</sup>.

During the period of investigations the temperature of water was equaled 13,4-19,6 °C, pH – 7,1-7,2, oxygen regime – 8,9-9,0 mg/lt.

The 67 species of benthic organisms from 15 systematic groups were recorded in the river. The chironomid larvae (8 species), dragonfly and caddis fly larvae, coleopteran (by 7 species from the each taxonomic group) were dominated. The other species were presented to 1-6 species. By the frequency of occurrence the species *Auloфорus furcatus*, *Lymnaea auricularia*, *Corbicula cor*, *Valvata pulchella*, *Gammarus lacustris*, *Palaemon elegans*, *Sympucna fusca*, *Ischnura elegans*, *Ephemerella ignita*, *Caenis macrura*, *Cloeon dipterum*, *Laccophilus hyalinus*, *Gyrinus minutus*, *Hydropus piceus*, *Lymnophilia sp.*, *Ephydra sp.*, *Procladius choreus*, etc. were prevailed.

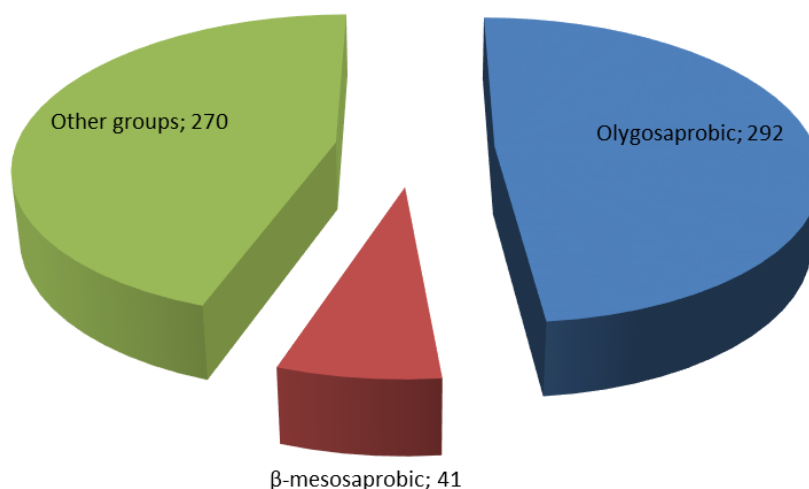


Fig.2. The attitude of indicator species by the total number of species in rivers in South Slopes of Great Caucasus

The biomass of benthic organisms in the river was equaled to 0,30 gr/m<sup>2</sup>, quantity – 94 specimen/m<sup>2</sup>. The dragonfly larvae (30 specimen/m<sup>2</sup>) and molluscs(0,10 gr/m<sup>2</sup>) were prevailed on quantity and biomass, accordingly (table 2).

Turyanchay is the left branch of the Kura river, flows through the territories of Gabala, Ujar, Agdash and Zardab regions. The length of river is 180 km, the area of water basin – 1840 km<sup>2</sup> [1, 2, 3].

It is originates from the South-West slopes of the Bazarduzu mountain (3680 meters altitude).

During the period of observations 50 species of benthic organisms were recorded. By the frequency of occurrence the species *Nais communis*, *N.elinguis*, *Lymnaea auricularia*, *Corbicula cor*, *Coenagrion concinnum*, *C.scitulum*, *Agrion virgo*, *Ephemerella ignita*, *Baetis rhodani*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche ornatula*, *Leptocerus tineiformis*, *Chironomus thummi*, etc. were prevailed.

The population changes of benthic organisms in the river were fluctuated. The biomass and quantity of organisms were equaled 0,02-0,08 gr/m<sup>2</sup> and 12-28 specimen/m<sup>2</sup> accordingly. The total biomass of benthic organisms was equaled 0,31 gr/m<sup>2</sup>, quantity – 122 specimen/m<sup>2</sup>.

Also the distribution of benthic organisms in saprobic zones was investigated by A. V. Makrukhn [5], V. P. Semenoy [6], P.B. Tankevitch [7]. The 86, 12 and 8 species from 106

studied species were defined, as oligosaprobic,  $\beta$ -mesosaprobic and other groups, accordingly (picture 1, 2).

It is known, that the development of benthic organisms in rivers is changed in accordance with season and water velocity. As follows from the table 1, the molluscs (12 species), dragonfly larvae (10 species), coleopteran (10 species) and other groups (2-8 species) were represented in the river. It should be noted, that the findings are very encouraging for fish-breeding (trouts) development in the region.

Prospects for further research. Study of changes in hydrobiological regime in the rivers studied.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мəммədov M.A. Azərbaycanın hidroqrafiyası / M.A. Мəммədov // Nafta-pressa. – Bakı, 2002. – 169 s.
2. Müseyibov M.A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası / M.A. Müseyibov. – Bakı: Maarif, 1998. – 398 s.
3. Həsənov M.A. və b. Azərbaycanın çayları, gölləri və su anbarları / M. A. Həsənov və b. – Bakı : Azərbaycan, Dövlət nəşriyyatı, 1973. – 135 s.
4. Жадин В.И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных / В.И. Жадин // Жизнь пресных вод СССР. – 1956. – Т. 4, ч. I. – С. 226-288.
5. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л. : ЗИН АН ССР, 1974. – 60 с.
6. Семерной В.П. Санитарная и техническая гидробиология / В. П. Семерной. – Ярославль : Ярославский государственный университет, 2002. – 150 с.
7. Танкевич П.Б. Санитарная и техническая гидробиология / П. Б. Танкевич. – Керчь: Керченский ГМТУ, 2008. – 80 с.

#### REFERENCES

1. Mammadov M.A. Azerbaijan hydrography / M.A. Mammadov // Nafta-pressa. – Bakı, 2002. – 169 s.
2. Museyibov M.A. Azerbaijan fiziki coğrafiyası / M.A. Müseyibov. – Bakı: Maarif, 1998. – 398 s.
3. Həsənov M.A. və b. Azərbaycanın çayları, gölləri və su anbarları / M.A. Həsənov və b. – Bakı : Azərbaycan, Dövlət nəşriyyatı, 1973. – 135 s.
4. Zhadin V.I. Metodika izuchenija donnoj fauny vodoemov i jekologii donnyh bezpozvonochnyh / V .I. Zhadin // Zhizn' presnyh vod SSSR. – 1956. – Т. 4, ch. I. – S. 226-288.
5. Makrushin A.B. Biologicheskij analiz kachestva vod / A. B. Makrushin. – L. : ZIN AN SSR, 1974. – 60 s.
6. Semernoj V.P. Sanitarnaja i tehničeskaja gidrobiologija / V. P. Semernoj. – Jaroslavl' : Jaroslavskij gosudarstvennyj universitet, 2002. – 150 s.
7. Tankevich P.B. Sanitarnaja i tehničeskaja gidrobiologija / P.B. Tankevich. – Kerch': Kerčenskij GMTU, 2008. – 80 s.

УДК 576.89

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОФАУНЫ КЕФАЛЕЙ В АБШЕРОНСКОМ ПРИБРЕЖЬЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Мамедова С.Н.

*Азербайджанский медицинский университет  
AZ1022, Азербайджан, Баку, ул. С.Вургун, 167*

seva\_mam@mail.ru

На протяжении 2004-2014 гг. на различных участках побережья Абшеронского полуострова Каспийского моря методом полного паразитологического вскрытия исследовано 46 экз. сингиля – *Liza auratus* (Risso, 1810) и 49 экз. остроноса – *L. saliens* (Risso, 1810), обнаружено 19 видов паразитов. Из них 7 видов, занесенных в Каспийское море из Черноморско-Азовского бассейна, являются специфичными паразитами кефалей. В паразитофауне каспийских кефалей 8 морских, 4 эвригаллиных и 6 пресноводных видов. Сингиль заражен всеми видами, обнаруженными у остроноса, за исключением одного. У него в небольшом количестве зарегистрированы 5 пресноводных видов, которые не заражают остроноса, так как тот не заходит в пресные воды. Обнаружено 6 видов, которые являются возбудителями заболеваний рыб. Однако они очень слабо заражают кефалей и поэтому не представляют для них опасности.

*Ключевые слова: паразиты рыб, паразиты человека, рыбы, кефали, болезни рыб, Каспийское море.*

Мамедова С.Н. ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПАРАЗИТОФАУНИ КЕФАЛІ В АПШЕРОНСЬКОМУ ПРИБЕРЕЖЖІ КАСПІЙСЬКОГО МОРЯ / Азербайджанський медичний університет, AZ1073, Азербайджан, Баку, вул. С.Вургун, 167

Упродовж 2004-2014 рр. на різних ділянках прибережжя Апшеронського півострова Каспійського моря методом повного паразитологічного розтину досліджено 46 екз. сингіля – *Liza auratus* (Risso, 1810) і 49 екз. гостроноса – *L. saliens* (Risso, 1810), виявлено 19 видів паразитів. Із них 7 видів, занесених у Каспійське море з Чорноморсько-Азовського басейну, є специфічними паразитами кефалі. У паразитофауні каспійських кефалей 8 морських, 4 евригалініні і 6 прісноводних видів. Сингіль заражений усіма видами, виявленими в гостроноса, за винятком одного. У нього в невеликій кількості зареєстровані 5 прісноводних видів, які не заражають гостроноса, оскільки той не заходить в прісні води. Виявлено 6 видів, які є збудниками захворювань рыб. Однак вони дуже слабо заражають кефалей і тому не становлять для них небезпеки.

*Ключові слова: паразити рыб, паразити людини, риби, кефалі, хвороби рыб, Каспійське море.*

Mamedova S.N. ECOLOGICAL ANALYSIS OF PARASITE FAUNA OF MULLET IN THE COASTAL AREA OF THE CASPIAN SEA NEAR THE ABSHERON PENINSULA / Azerbaijan Medical University, AZ1073, Azerbaijan, Baku, S.Vurgun str., 167

Mullets (golden mullet and gray mullet) were acclimatized in the Caspian Sea in the 1930's for the better use of feed resources of this reservoir in order to create additional fish production in the face of declining stocks and catches of traditional objects of fishing. Thus, in the years 1930-1934 from the Novorossiysk were transported 2.8 millions of fingerlings and yearlings of golden mullet, gray mullet and striped mullet caught from the Black Sea. They were released in the Caspian Sea near the city of Makhachkala. Of those only first two species could acclimatized, then generate the significant reserves in the Middle and Southern Caspian and became the important object of commercial fishing.

During the introduction of the Caspian Sea mullets were not examined in parasitological terms, however, later by various investigators, some groups of parasites have been studied in some areas of the Caspian Sea. However, mullets that live in coastal area near the Absheron Peninsula, till our studies remained unexplored in parasitological terms.

In 2004-2014 in the different parts of the coastal zone of the Caspian Sea near the Absheron Peninsula by complete parasitological dissection 46 specimens of golden mullet – *Liza auratus* (Risso, 1810) and 49 specimens of gray mullet – *L. saliens* (Risso, 1810) were studied, 19 species of parasites belonging to 6 classes of 11 families and 14 genera were found. Of these coccidia *Eimeria rehimae*, monogeneans *Ligophorus heteronchus*, *L.szidati* and *L.vanbenedenyi*, trematodes *Saccocoelium obesum*, *S.tensum* and *Dicrogaster contracta* are specific parasites of mullets. *L.heteronchus* were found only in gray mullet, but *L.szidati* and *L.vanbenedenyi* – only in golden mullet. The proportion of specific parasites of mullet in the parasite fauna these fishes is 36.8% , all of these species were transported in the Caspian Sea from the Black Sea-Azov basin during the introduction of their hosts.

In the parasite fauna of the mullets there are 8 (*Eimeria rehimae*, *Ligophorus heteronchus*, *L.szidati*, *L.vanbenedenyi*, *Saccocoelium obesum*, *S.tensum*, *Dicrogaster contracta*, *Pronoprymna ventricosa*, *Corynosoma capsicum*) marine and 6 (*Diplostomum chromatophorum*, *D.paraspathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Eustrongylides excisus*, *Contracaecum microcephalum*, *C.spiculigerum*) freshwater species. The remaining 4 species (*Myxosoma branchiale*, *Myxobolus exiguus*, *Trichodina jadratica*, *Ascocotyle coleostoma*) are euryhaline and can infect fish both in fresh waters and brackish waters. Marine and euryhaline parasites were recorded in both species of mullet, but the typical freshwater species found only in the golden mullet, which, in contrast to the gray mullet, sometimes enters in freshened areas of the Caspian Sea.

The comparison of the composition of parasites of golden mullet and gray mullet revealed their significant similarity (the index of Czekanowski-Serenson = 73,3%). However, they have significant differences. So, parasite fauna of golden mullet (18 species), richer than the gray mullet (12 species). The first infected by all types detected in the second one, with the exception of monogenean *Ligophorus heteronchus* that is specific only for gray mullet. In addition, the golden mullet has a small amount of 5 typical freshwater species that do not infect mullet, because it never lives in fresh water.

Among detected parasites there are 6 species belonging to the genera *Diplostomum*, *Tylodelphys*, *Eustrongylides* and *Contracaecum*, which are the causative agents of fish diseases. However, being a freshwater forms, they are very weakly infect mullets, so are not dangerous for them.

Prospects for further research are parasitological research of mullets in other areas of the Caspian Sea, a deeper study of the morphological and biological characteristics of specific types of parasites and depending of infection of mullets with parasites on environmental factors.

*Key words: fish parasites, parasites of human, fish, mullet, fish diseases, the Caspian Sea.*

## ВВЕДЕНИЕ

Кефалевые рыбы были акклиматизированы в Каспии в 1930-е годы для более полного использования кормовых ресурсов этого водоема с целью создания дополнительной рыбной продукции в условиях снижения запасов и уловов традиционных объектов промысла. Так, в 1930-1934-х годах из г. Новороссийска были доставлены 2,8 млн. сеголеток и годовиков сингиля, остроноса и лобана, выловленных из Черного моря, и выпущены в Каспий в районе г. Махачкала [1, 2]. Из них прижились только представители первых двух видов, которые потом образовали в Среднем и Южном Каспии значительные запасы и стали объектом промыслового лова [3, 4].

Во время интродукции в Каспийское море кефали не были обследованы в паразитологическом отношении, однако позднее исследователями некоторые группы их паразитов были изучены в отдельных районах Каспия [5]. В то же время, кефали, обитающие в прибрежье Абшеронского полуострова, до наших исследований оставались неизученными в паразитологическом отношении.

Целью исследования было выявление паразитофауны кефалей у побережья Абшеронского полуострова и проведение экологического анализа зараженности этих рыб паразитами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2004-2014 годах нами в различных участках побережья Абшеронского полуострова Каспийского моря методом полного паразитологического вскрытия [6, 7] было исследовано 46 экз. сингиля – *Liza auratus* (Risso, 1810) и 49 экз. остроноса – *L. saliens* (Risso, 1810). Все обнаруженные паразиты были соответствующим образом зафиксированы и доставлены в лабораторию для дальнейшей камеральной обработки и идентификации.

Ниже приводится таксономический обзор паразитов, зарегистрированных в результате проведенных нами исследований, с указанием их хозяев, локализации, экстенсивности (%) и интенсивности (экз.) инвазии, а также краткой биологической характеристики, которые взяты в основном из трехтомника «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [10-12]. В связи с тем, что определить точное количество простейших того или иного вида в организме рыбы визуально было невозможно, для этих паразитов приводится только интенсивность инвазии.

Для объективной оценки сходства и различий, выявленных в паразитофауне двух видов кефалей, вычисляли коэффициенты общности фаун по формуле Чекановского-Соренсена [8, 9]:

$$X = \frac{2C}{A + B} 100\%$$

где: К – коэффициент схожести; А – число видов в паразитофауне сингиля; В – число видов в паразитофауне остроноса; С – число видов, общих для паразитофауны сингиля и остроноса. Результат выражен в процентах (%).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования выявлена паразитофауна кефалей акватории Абшеронского побережья, что позволило провести ее экологический анализ.

### Класс КОКЦИДИИ

Семейство EIMERIDAE Leger, 1911

*Eimeria rehimae* Ibrahimov, 1991

Синонимы: *Eimeria sp.* Mikailov, 1958; *Eimeria sp.* Gazimagomedov, 1970

Хозяева: сингиль (6,5%), остронос (4,1%).

Локализация: стенки кишечника.

Морской паразит, который описан из Каспийского моря. Отмечен только у кефалей и, по-видимому, является специфичным паразитом этих рыб [13, 14]. Кефали заселили Каспий в результате их интродукции из черноморско-азовского бассейна, поэтому логично было бы ожидать обнаружение этого паразита и на родине данных рыб. Однако этого пока не произошло.

### Класс МИКСОСПОРИДИИ

Семейство MYXOSOMATIDAE Poche, 1913

*Myxosoma branchiale* (Markewitch, 1932)

Хозяева: сингиль (10,9%), остронос (12,3%).

Локализация: жабры, почки.

Этот паразит больше характерен для карповых рыб, особенно усачей. Однако в Каспийском море он заражает и кефалей. Встречается как в солоноватых, так и в пресных водах.

Семейство MYXOBOLIDAE Thelohan. 1892

*Myxobolus exiguus* Thelohan, 1895

Хозяева: сингиль (13,0%), остронос (8,2%).

Локализация: жабры, почки.

Паразит карповых рыб. Обладая значительной эвригалинностью, заражает рыб и в солоноватых водах Каспийского моря.

*Trichodina jadratica* Raabe, 1958

Хозяева: сингиль (13,2%), остронос (8,2%).

Локализация: жабры, поверхность тела и плавников.

## Класс МОНОГЕНЕИ

Семейство ANCYROCEPHALIDAE Burchowky, 1937

*Ligophorus heteronchus* Euzet et Suriane, 1977

Хозяин: остронос (20,4%; 1-12 экз.).

Локализация: жаберные лепестки.

Специфичный паразит остроноса, типично морской вид.

*L. szidati* Euzet et Suriane, 1977

Хозяин: сингиль (23,4%; 1-26 экз.).

Локализация: жаберные лепестки.

Специфичный паразит сингиля, типично морской вид.

*L. vanbenedenyi* (Porona et Perugia, 1890)

Хозяин (экстенсивность инвазии; интенсивность инвазии): сингиль (17,9%; 2-14 экз.)

Локализация: жаберные лепестки.

Специфичный паразит сингиля, типично морской вид.

## Класс ТРЕМАТОДЫ

Семейство HAPLOPORIDAE Nicoll, 1914

*Saccocoelium obesum* Loss, 1902

Хозяева: сингиль (21,7%; 2-12 экз.), остронос (26,5%; 1-14 экз.).

Локализация: кишечник.

Паразитирует в кишечнике кефалей, при интродукции которых и был занесен в Каспий из Черноморско-Азовского бассейна. По-видимому, заражает рыб в солоноватоводных районах, но заносится и в опресненные районы сингилем, который из двух обследованных нами видов кефалей является сравнительно эвригалинным.

*S. tensum* Loss, 1902

Хозяева: сингиль (23,9%; 1-9 экз.), остронос (18,4%; 1-7 экз.)

Локализация: кишечник.

Паразитирует в кишечнике кефалей, при интродукции которых и был занесен в Каспий из Черноморско-Азовского бассейна. По-видимому, заражает рыб в солоноватоводных районах, но заносится сингилем и в опресненные.

*Dicrogaster contracta* Loss, 1902

Хозяева: сингиль (21,7%; 1-8 экз.), остронос (16,3%; 1-6 экз.)

Локализация: кишечник.

Паразитирует в кишечнике кефалей, при интродукции которых и был занесен в Каспий из Черноморско-Азовского бассейна. По-видимому, заражает рыб в солоноватоводных районах, но заносится сингилем и в опресненные.

Семейство FELLODISTOMATIDAE Nicoll, 1913

*Pronoprymna ventricosa* (Rudolphi, 1819)

Синонимы: *Pentagramma symmetricum* Chulkova, 1939; *Pseudopentagramma symmetricum* (Chulkova, 1939); *Orientophorus caspialosae* Kurotschkin, 1964

Хозяева: сингиль (17,4%; 2-9 экз.), остронос (22,5%; 3-14 экз.)

Локалізація: шлудок, кишечник.

Семейство DIPLOSTOMATIDAE Poirier, 1896

*Diplostomum chromatophorum* (Brown, 1931)

Хозяин: сингиль (8,7%; 1-4 экз.).

Локалізація: хрусталики глаз.

Типично пресноводный вид. Сингиль мог заразиться им во время даже кратковременного пребывания в пресных водах.

*D. paraspathaceum* Schigin, 1965

Хозяин: сингиль (8,7%; 1-2 экз.).

Локалізація: хрусталики глаз.

*Tylodelphys clavata* (Nordmann, 1832)

Хозяин: сингиль (4,4%; 2 экз.).

Локалізація: стекловидное тело глаз.

Метацеркарии локализуются в стекловидном теле глаз различных рыб; взрослые – в кишечнике голенастых и дневных хищных птиц, реже гусиных и поганок. Инвазирует рыб в пресных водах, но будучи эндопаразитом, легко заносится зараженными рыбами и в солоноватоводные районы.

Семейство HETEROPHYIDAE Odhner, 1914

*Ascocotyle coleostoma* Looss, 1896

Хозяева: сингиль (5,4%; 1-2 экз.), остронос (2,3%; 1 экз.).

Локалізація: жабры, сердце.

Класс КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

Семейство DIOSTORHIMIDAE Railliet, 1915

*Eustrongylides excisus* Jagerskiold, 1909

Хозяева: сингиль (15,2%; 1-10 экз.), остронос (4,0%; 1-5 экз.).

Локалізація: полость тела.

Личинки обитают в полости тела различных рыб, взрослые черви – паразиты стенок желудка бакланов; первые промежуточные хозяева этого паразита – олигохеты. Заражает рыб в пресной воде, но часто заносится и в солоноватые воды.

Семейство ANISAKIDAE Skrjabin et Karokhin, 1945

*Contracaecum microcephalum* (Rudolphi, 1819)

Хозяин: сингиль (2,2%; 1 экз.).

Локалізація: серозный покров кишечника.

Личинки локализуются на серозных покровах внутренних органов карповых, окуневых и щуковых рыб; первые промежуточные хозяева – веслоногие рачки, резервуарные хозяева – водные личинки стрекоз, ручейников и двукрылых, а также различные рыбы, окончательные хозяева – цапли, кваквы и бакланы. Типично пресноводный паразит, который в организме хозяев заносится и в солоноватоводные районы Каспийского моря.

*C. spiculigerum* (Rudolphi, 1809)

Хозяин: сингиль (2,2%; 1 экз.).

Локализация: стенка кишечника.

Локализуется в стенках внутренних органов различных рыб; первые промежуточные хозяева – веслоногие рачки, вторые – личинки стрекоз и различные рыбы, резервуарные хозяева – различные рыбы, дефинитивные – бакланы, реже – чайковые и голенастые птицы. Пресноводный паразит, в организме хозяев заносится и в солоноватоводные районы Каспийского моря.

Класс СКРЕБНИ

Семейство POLYMORPHIDAE Meyer, 1931

*Corynosoma capsicum* Golvan et Mokhayer, 1973

Хозяева: сингиль (39,1%; 2-11 экз.), остронос (48,9%; 5-23 экз.).

Локализация: стенки полости тела, кишечника и внутренних органов.

Первые промежуточные хозяева этого паразита – морские бокоплавцы рода *Pontoporeia*, вторые промежуточные хозяева – различные рыбы, дефинитивные хозяева – каспийский тюлень, редко – рыбоядные птицы.

Типично морской паразит, заражающий рыб в солоноватых водах, в организме хозяев часто заносится и в опресненные районы Каспийского моря.

Как видно из приведенного выше таксономического обзора, у двух видов кефалей, исследованных нами в Абшеронском побережье Каспийского моря, обнаружено 19 видов паразитов, относящихся к 6 классам 11 семействам и 14 родам. Из них кокцидия *Eimeria rehimaе*, моногенеи *Ligophorus heteronchus*, *L. szidati* и *L. vanbenedenyi*, трематоды *Saccocoelium obesum*, *S. tensusum* и *Dicrogaster contracta* являются специфичными паразитами кефалей, причем *L. heteronchus* встречается только у остроноса, а *L. szidati* и *L. vanbenedenyi* – только у сингиля. Доля специфичных паразитов кефалей в паразитофауне этих рыб составляет 36,8%, все подобные виды занесены в Каспийское море из черноморско-азовского бассейна при интродукции своих хозяев.

В паразитофауне кефалей 8 морских (*Eimeria rehimaе*, *Ligophorus heteronchus*, *L. szidati*, *L. vanbenedenyi*, *Saccocoelium obesum*, *S. tensusum*, *Dicrogaster contracta*, *Pronoprymna ventricosa*, *Corynosoma capsicum*) и 6 пресноводных (*Diplostomum chromatophorum*, *D. paraspathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Eustrongylides excisus*, *Contracaecum microcephalum*, *C. spiculigerum*) видов. Остальные 4 вида (*Myxosoma branchiale*, *Myxobolus exiguus*, *Trichodina jadratica*, *Ascocotyle coleostoma*), будучи эвригалинными, способны заражать рыб как в пресной, так и солоноватой воде. Если морские и эвригалинные паразиты зарегистрированы у обоих видов кефалей, то типично пресноводные виды найдены только у сингиля, который, в отличие от остроноса, иногда заходит в сильно опресненные районы Каспия.

При сравнении паразитофаун сингиля и остроноса выявляется их значительное сходство (73,3% по Чекановскому-Серенсону). Однако в них замечаются и существенные различия. Так, у сингиля паразитофауна (18 видов), богаче чем у остроноса (12 видов). Первый заражен всеми видами, обнаруженными у второго, за исключением специфичной только для остроноса моногенеи *Ligophorus heteronchus*. Кроме того, у сингиля в небольшом количестве зарегистрировано также 5 типично пресноводных видов, которые не заражают остроноса, так как тот не заходит в пресные воды.

Среди обнаруженных нами паразитов 6 видов, относящихся к родам *Diplostomum*, *Tylodelphys*, *Eustrongylides* и *Contracaecum*, являются возбудителями заболеваний рыб [15]. Однако, будучи пресноводными формами, они очень слабо заражают кефалей, поэтому не представляют для них опасности.



Перспективой дальнейших исследований являются паразитологическое исследование кефалей в других районах Каспийского моря, более глубокое изучение морфо-биологических особенностей специфических видов паразитов и зависимости инвазированности кефалей от воздействия факторов окружающей среды.

### ВЫВОДЫ

1. В результате исследований, проведенных нами 2004-2014 гг., в различных участках побережья Абшеронского полуострова Каспийского моря у двух видов кефалей отмечено 19 видов паразитов, относящихся к 6 классам 11 семействам и 14 родам. Из них 7 видов занесенных в Каспийское море из черноморско-азовского бассейна, являются специфичными паразитами кефалей.
2. В паразитофауне кефалей 8 морских и 6 пресноводных видов. Остальные 4 вида, будучи эвригалинными, способны заражать рыб как в пресной, так и солоноватой воде. Если морские и эвригалинные паразиты зарегистрированы у обоих видов кефалей, то типично пресноводные виды найдены только у сингиля, который, в отличие от остроноса, иногда заходит в сильно опресненные районы Каспия.
3. При сравнении паразитофаун сингиля и остроноса выявляется их значительное сходство (73,3% по Чекановскому-Серенсону). Однако в них наблюдаются и существенные различия. Так, у сингиля паразитофауна (18 видов), богаче чем у остроноса (12 видов). Первый заражен всеми видами, обнаруженными у второго, за исключением специфичной только для остроноса моногенеи *Ligophorus heteronchus*. Кроме того, у сингиля в небольшом количестве зарегистрировано также 5 типично пресноводных видов, которые не заражают остроноса, так как тот не заходит в пресные воды.
4. Среди обнаруженных нами паразитов 6 видов, относящихся к родам *Diplostomum*, *Tyloodelphys*, *Eustrongylides* и *Contracaecum*, являются возбудителями заболеваний рыб. Однако, они очень слабо заражают кефалей и поэтому не представляют для них опасности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Терещенко З.П. Материалы по биологии и промыслу Каспийской кефали / З.П. Терещенко // Тр. Каспийск. бассейн. фил. ВНИРО. – 1950. – Т. 11. – С. 16-30.
2. Карпевич А.Ф. Итоги и перспективы работ по акклиматизации рыб и беспозвоночных в южных моря СССР / А.Ф. Карпевич // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М. : Наука. – 1968. – С. 50-69.
3. Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. / Е.Н. Казанчеев – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 168 с.
4. Рустамова К.М. Некоторые данные по состоянию запасов каспийских кефалей на западном побережье Каспийского моря / К.М. Рустамова // Регионы в условиях неустойчивого развития: матер. междунар. науч.-практ. конф. (Кострома - Шарья, 28–30 апреля 2010 г.). – Кострома-Шарья, 2010. – Т. 2.– С. 691-693.
5. Ибрагимов Ш.Р. Паразиты и болезни рыб Каспийского моря (эколого-географический анализ, эпизоотологическая и эпидемиологическая оценка) / Ш.Р. Ибрагимов. – Баку : Элм. – 2012. – 415 с.
6. Гусев А.В. Методика сбора и обработки материалов по моногенейм, паразитирующим у рыб / А.В. Гусев. – Л., 1983. – 47 с.
7. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская – Л. : Наука, 1985. – 122 с.

8. Czekanowski J. Zarys metod statystycznych / J. Czekanowski. – Warszawa, 1913. – 178 s.
9. Sorensen T.A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology / T.A. Sorensen // Kgl. Danske vidensk. Selsk. – 1948. – Bd 5, № 4. – S. 1–34.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. / [ред. Бауэр О.Н.] – Л. : Наука, 1984. – Т. 1. – 428 с.
11. . Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. / [ред. Бауэр О.Н.]– Л. : Наука, 1985. – Т. 2. – 425 с.
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. / [ред. Бауэр О.Н.]. – Л. : Наука, 1987. – Т. 3. – 450 с.
13. Микаилов Т.К. Паразитофауна кефали Каспийского моря / Т.К. Микаилов // Зоологический журнал. – 1958. – Т. 37. – С. 373-378.
14. Газимагомедов А.А. Протофауна кефалевых: сингиля – *Mugil auratus* и остроноса – *M. saliens* Каспийского моря /А.А. Газимагомедов // Вопросы морской паразитологии: материалы I Всеюзн. симпоз. по паразитам и болезням морских животных. – К. – Севастополь, 1970. – С. 11-12.
15. Головина Н.А. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин. – М. : Мир, 2003. – 448 с.

#### REFERENCE

1. Tereshhenko Z.P. Materialy po biologii i promyslu Kaspijskoj kefali / Z.P. Tereshhenko // Tr. Kaspijsk. bassejn. fil. VNIRO. – 1950. – Т. 11. – С. 16-30.
2. Karpevich A.F. Itogi i perspektivy rabot po akklimatizacii ryb i bespozvonocnyh v juznyh morja SSSR / A.F. Karpevich // Akklimatizacija ryb i bespozvonocnyh v vodoemah SSSR. – М. : Nauka. – 1968. – S. 50-69.
3. Kazancheev E.N. Ryby Kaspijskogo morja. / E.N. Kazancheev – М. : Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981. – 168 s.
4. Rustamova K.M. Nekotorye dannye po sostojaniju zapasov kaspijskih kefalej na zapadnom pribrezh'e Kaspijskogo morja / K.M. Rustamova // Regiony v uslovijah neustojchivogo razvitija: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Kostroma - Shar'ja, 28–30 aprelja 2010g.). – Kostroma-Shar'ja, 2010. – Т.2.– S. 691-693.
5. Ibragimov Sh.R. Parazity i bolezni ryb Kaspijskogo morja (jekologo-geograficheskij analiz, jepizootologicheskaja i jepidemiologicheskaja ocenka) / Sh.R. Ibragimov. – Baku : Jelm. – 2012. – 415 s.
6. Gusev A.V. Metodika sbora i obrabotki materialov po monogenejam, parazitirujushhim u ryb / A.V. Gusev. – L., 1983. – 47 s.
7. Byhovskaja-Pavlovskaja I.E. Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniju / I.E. Byhovskaja-Pavlovskaja – L. : Nauka, 1985. – 122 s.
8. Czekanowski J. Zarys metod statystycznych / J. Czekanowski. – Warszawa, 1913. – 178 s.
9. Sorensen T.A. Method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology / T.A. Sorensen // Kgl. Danske vidensk. Selsk. – 1948. – Bd 5, № 4. – S. 1–34.
10. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR: v 3 t. / [red. Baujer O.N.] – L. : Nauka, 1984. – Т. 1. – 428 s.
11. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR: v 3 t. / [red. Baujer O.N.]. – L. : Nauka, 1985. – Т. 2. – 425 s.
12. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR: v 3 t. / [red. Baujer O.N.]. – L. : Nauka, 1987. – Т. 3. – 450 s
13. Mikailov T.K. Parazitofauna kefali Kaspijskogo morja / T.K. Mikailov // Zoologicheskij zhurnal. – 1958. – Т. 37. – S. 373-378.
14. Gazimagomedov A.A. Protofauna kefalevyh: singilja – *Mugil auratus* i ostronosa – *M. saliens* Kaspijskogo morja /A.A. Gazimagomedov // Voprosy morskoy parazitologii: materialy I vsejuzn. simpoz. po parazitam i boleznyam morskij zhivotnyh. – К. – Sevastopol', 1970. – S. 11-12.
15. Golovina N.A. Ihtiopatologija / N.A. Golovina, Ju.A. Strelkov, V.N. Voronin. – М. : Mir, 2003. – 448 s.

## РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

УДК 599.323:591.32:595.143

### МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТІЛА ЩУРІВ НА РАННІХ ЕТАПАХ ПОСТЕМБРІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ НА ФОНІ ВПЛИВУ АНТИГЕНІВ СОЛЬОВОГО ЕКСТРАКТУ МЕДИЧНОЇ П'ЯВКИ В ПЕРЕДЕМБРІОНАЛЬНИЙ І ЕМБРІОНАЛЬНИЙ ПЕРІОДИ РОЗВИТКУ

Амінов Р.Ф., Фролов О.К., Федотов Є.Р., <sup>1</sup>Макеєва Л.В.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

<sup>1</sup>*Запорізький державний медичний університет  
69035, Україна, Запоріжжя, пр. Маяковського, 26*

91\_amin\_91@mail.ru,

a\_frolov@ukr.net,

lyudmylamakyejeva@gmail.com

Досліджувався приплід самок щурів у динаміці. Самкам внутрішньочеревинно вводилися антигени сольового екстракту медичної п'явки. Після народження приплоду проводилися дослідження морфометричних показників тіла (вага тіла, довжина тіла (назоанальна довжина), окружність грудної клітки та окружність живота) приплоду та імуногенних органів на 1,15,30,45,60 добу. Приплід порівнювали з контролем (інтакт). Із першої доби приплід, який піддавався впливу антигенів сольового екстракту медичної п'явки, відрізнявся збільшенням усіх морфометричних показників тіла, що вказує на позитивний вплив від дії біологічно активних речовин медичної п'явки.

*Ключові слова: морфометричні показники тіла, біологічно активні речовини, медична п'явка.*

Аминов Р.Ф., Фролов А.К., Федотов Е.Р., <sup>1</sup>Макеєва Л.В. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕЛА КРЫС НА РАННИХ ЭТАПАХ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НА ФОНЕ ВЛИЯНИЯ АНТИГЕНОВ СОЛЕВОГО ЭКСТРАКТА МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ В ПРЕДЭМБРИОНАЛЬНЫЙ И ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66; <sup>1</sup>Запорожский медицинский университет, 69035, Украина, Запорожье, пр. Маяковского, 26

Исследовался приплод крыс самок в динамике. Самкам внутрибрюшинно вводились антигены солевого экстракта медицинской пиявки. После рождения приплода проводились исследования морфометрических показателей тела (вес тела, длина тела (назоанальная длина), окружность грудной клетки и окружность живота) приплода и иммуногенных органов на 1, 15, 30, 45, 60 сутки. Приплод сравнивали с контролем (интакт). С первых суток приплод, который подвергался влиянию антигенов солевого экстракта медицинской пиявки, отличался увеличением всех морфометрических показателей тела, что указывает на положительное влияние от действия биологически активных веществ медицинской пиявки.

*Ключевые слова: морфометрические показатели тела, биологически активные вещества, медицинская пиявка.*

Aminov R.F., Frolov A.K., Fedotov Ye.R., <sup>1</sup>Makyejeva L.V. MORPHOMETRIC PARAMETERS OF RATS' BODIES AT EARLY STAGES OF POSTEMBRYONIC DEVELOPMENT UNDER THE INFLUENCE ANTIGENS FROM SALINE EXTRACT OF THE MEDICINAL LEECH IN PREEMBRYONIC AND EMBRYONIC PERIOD OF DEVELOPMENT / Zaporizhzhya National University, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str. 66; <sup>1</sup>Zaporizhzhya State Medical University, 69035, Ukraine, Zaporizhzhya, Mayakovsky av. 26

Now, in most countries there are significant demographic changes especially in Ukraine. Reduction of population growth, is a result of increasing rates of infertility of women, and increasing prematurity pregnancy. Since ancient times rural healers had hirudotherapy methods with infertility. However,

traditional medicine, unfortunately, a long time did not take into account these magnificent creatures leeches. And only thankfully to Association of doctors hirudologists, which was established in 1997, have been restored old methods and developed new technologies of hirudotherapy for infertility.

Hirudotherapy for infertility is mainly used in the solderings of fallopian tubes and the uterus pathology. In addition, hirudotherapy for infertility involves the use of leeches at other acupuncture points of the body. Leech bite irritates sensitive nerve and enhances blood circulation in the necessary organs. Also recently more important than environmental factors became intrauterine infections, the number of which is increasing recently.

Infection of the fetus during pregnancy in case of disturbances in the mother-placenta-fetus occur in ascending or descending pathways. Hirudotherapy is an active anti-inflammatory agent. Components of the medicinal leech salivary glands' secret enhance immunity and organism resistance. Improves blood flow in the microcirculation, accelerates lymph flow. Reduces inflammatory edema, improves the outflow of pus. Improves patient well-being. Hirudotherapy has an anti-hypoxic action, that increases the percentage of survival in conditions of low oxygen (hypoxia), which is important for gestation during pregnancy complicated by a number of pathological processes. Most researchers write about the positive impact of hirudotherapy in infertility and pregnancy prematurity, but experimental studies of the offspring in the early stages of ontogeny are not provided.

The purpose of our study was the to investigate morphometric parameters of rats' bodies in the early stages of postembryonic development under the influence of biologically active substances of the medicinal leech during preembryonic and embryonic periods of development.

The object of the study was the offspring of *Wistar* female rats, which received before and after mating intraabdomenally antigens that were administered from saline extract of the medicinal leech. The animals were kept in vivarium conditions on a standard diet in individual cages. In total, the experiment used 32 *Wistar* offsprings of female rats with half of them intact. All animals were measured under anesthesia and decapitated for other research. Measured morphometric parameters of the offspring body (body weight, body length (nasoanal length), circumference of chest and abdominal circumference) and immunogenic organs at 1, 15, 30, 45, 60 day . Compared the data of offspring to the control (intact). Statistical analysis of the results was performed by calculating the arithmetic mean, error of arithmetic mean, standard deviation using software SPSS v.21,0 and Microsoft Office Excel 2010. Probability of differences between averages were evaluated by Student's criteria. Differences considered significant at  $P \leq 0,05$  In the study of morphometric parameters of the offspring body from the first day, which were exposed to antigens from saline extract of the medicinal leech in different preembryonic and embryonic periods of development were different from control by increase of all parameters, but statistically the difference was in increase of body length . On the third day was also growth in all indicators of the body. Especially increased the indicators displayed on the fourteenth day and statistically on three indicators: weight, circumference of chest and abdominal circumference.

The growth performance since the first day shows a positive effect of biologically active substances of the medicinal leech on morphometric parameters of the body.

As a result of our research was found of the positive impact of antigens salt extract of the medicinal leech on the body morphometric parameters in rats from the first days of early stages of postembryonic development.

*Key words: morphometric parameters of the body, bioactive substances, medical leech.*

## ВСТУП

Зараз у більшості країн світу спостерігаються значні демографічні зміни, особливо в Україні, – зниження приросту населення внаслідок збільшення приросту безплідності жінок, а також збільшення недоношеності вагітності. Більше тисячі років тому земські цілителі володіли методами гірудотерапії (ГТ) при безплідді. Однак традиційна медицина, на жаль, довгий час не брала до уваги властивості медичних п'явок (МП). І тільки після створення в 1997 році асоціації лікарів-гірудологів були відновлені старі методи і розроблено нові технології ГТ при безплідді. ГТ при безплідді застосовується в основному при спайках маткових труб і патології в матці [1].

Крім того, ГТ при безплідді передбачає застосування п'явок і на інші акупунктурні точки організму [2]. При цьому укуси п'явки подразнює чутливі нервові скорочення і сприяє посиленню кровообігу в необхідному органі, таку дію спричиняють біологічно активні речовини МП при ГТ. Останнім часом, окрім факторів зовнішнього середовища, все

більшого значення набувають внутрішньоутробні інфекції, кількість яких зростає. Інфікування плода під час вагітності у випадку виникнення порушень у системі мати-плацента-плід відбуваються висхідним або спадним шляхами.

ГТ є активним протизапальним засобом [3]. Компоненти секрету слинних залоз МП підвищують імунітет і опірність організму. Поліпшується кровообіг у системі мікроциркуляції, прискорюється лімфоток [4]. Зменшуються запальні набряки, поліпшується відтік гнійного вмісту. Поліпшується самопочуття хворого [5-8].

ГТ має антигіпоксичну дію, тобто підвищує процент виживання в умовах низького вмісту кисню (гіпоксія), що є важливим чинником для виношування плоду при вагітності, ускладненої низкою патологічних процесів. У наш час широко застосовуються методи, спрямовані на усунення імунних порушень (імуномодуюча або імунокоригуюча терапія) [9; 10], такою дією володіють і біологічно активні речовини МП при ГТ. Більшість дослідників пишуть про позитивний вплив гірудотерапії при безплідності та недоношеності вагітності, але результатів експериментальних досліджень самого приплоду на ранніх етапах онтогенезу не наводять.

Нещодавно п'явки успішно почали застосовувати у ветеринарії для лікування багатьох захворювань тварин, особливо собак, кішок і коней [11]. Було встановлено оптимальні та цитотоксичні концентрації антигенів (АГ) МП для фагоцитарної реакції нейтрофілів і реактивності лімфоцитів у людини [12]. У науковій літературі практично відсутні роботи, у яких би вивчали морфометричні показники тіла та органів імунної системи і, зокрема, селезінки і тимусу в динаміці постнатального онтогенезу в умовах дії на організм імуномодуляторів та імуностимуляторів нового покоління.

Метою нашої роботи стало дослідження морфометричних показників тіла щурів на ранніх етапах постембріонального розвитку на фоні впливу біологічно активних речовин медичної п'явки в передембріональний і ембріональний періоди розвитку.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися в навчально-науково-дослідній лабораторії клітинної та організмової біотехнології Запорізького національного університету (зав. лаб. д-р мед. наук, проф. Фролов О. К.). Об'єктом дослідження був приплід самок щурів лінії *Wistar*, яким до і після спарювання вводилися внутрішньочеревинно антигени сольового екстракту медичної п'явки, отримані методом [13].

Дозування антигенів сольового екстракту здійснювали за вмістом білка (визначали за Лоурі). Тварин розподіляли на три групи: перша експериментальна група тварин під впливом антигенів сольового екстракту медичної п'явки в кількості 0,5 мл (із розрахунку 3 мкг/гр. маси тварини); друга інтактна група тварин без втручання, третя контрольна група тварин, яким внутрішньочеревинно вводився фізіологічний розчин у розмірі 0,5 мл. Експериментальні дослідження виконані з дотриманням міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей, згідно з Законом України від 21.02.2006 № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» та згідно з етичними нормами і правилами роботи з лабораторними тваринами. Тварин утримували в умовах віварію на стандартному харчовому раціоні в індивідуальних клітках.

Усього в експерименті було використано 105 приплодів самок щурів лінії *Wistar*. Усіх тварин декапітували під ефірним наркозом після вимірювання морфометричних показників тіла (вага тіла, довжина тіла (назоанальна довжина), довжина хвоста, окружність грудної клітки (ОГ) та окружність живота (ОЖ)). Після цього робили розтин тварини та досліджували морфометричні показники імуногенних органів (селезінки і тимусу): масу, ширину і довжину приплоду на 1,15,30,45,60 добу.

Терміни проведення експерименту були обрані з урахуванням загальноновизнаного підрозділу вікових періодів у щурів. Так, 1-5 доба життя відповідає періоду новонародженості, 6-21 доба – підсосному періоду, 22-50 доба – періоду становлення статевої зрілості, і нарешті, з 60 доби – період статевої зрілості [14]. Контрольну групу тварин об'єднали з інтактною, тому що після дослідження кожної групи тварин були отримані данні, які не відрізнялися статистично. У подальших дослідженнях, порівняно з експериментальною групою використовували контрольну групу.

Статистичну обробку результатів проводили методом обчислення середньої арифметичної, помилки середньої арифметичної, середнього квадратичного відхилення за допомогою комп'ютерних програм SPSS v.21,0 і Microsoft Office Excel 2010. Вірогідність відмінностей між середніми величинами оцінювали за критерієм Ст'юдента. Різницї вважали достовірними при  $P \leq 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При дослідженні морфометричних показників тіла в досліді, починаючи з 1 доби, приплід, якому вводилися внутрішньочеревинно антигени сольового екстракту медичної п'явки, в передембріональний і ембріональний періоди розвитку, відрізнявся від контролю збільшенням усіх показників, але статистично вірогідним був приріст тільки довжини тіла. На 15 добу спостерігається приріст чотирьох показників: маса тіла, довжина тіла, ОГ і ОЖ, статистично вірогідним є приріст маси тіла та ОГ. На 30 добу приріст всіх показників тіла, статистично приріст маси тіла, довжини хвоста, ОГ і ОЖ. На 45 добу фіксувався приріст трьох показників тіла: маси тіла, довжини хвоста і ОЖ, на 60 добу – приріст двох показників тіла: маси і довжини тіла (табл.1).

Таблиця 1 – Зміни морфометричних показників тіла приплоду щурів,  $M \pm m$

Доба	Морфометричні показники тіла									
	Під впливом антигенів медичної п'явки, n=35					Контроль, n=70				
	Маса тіла (мг)	Довжина тіла(см)	Довжина хвоста(см)	ОГ (см)	ОЖ (см)	Маса тіла(мг)	Довжина тіла(см)	Довжина хвоста (см)	ОГ (см)	ОЖ (см)
1	6,33± 0,25	5,16± 0,2*	1,78± 0,07	4,46± 0,18	4,75± 0,19	6,23± 0,25	5± 0,2	1,7± 0,067	4,43± 0,18	4,75± 0,19
15	23,7± 0,95*	8,51± 0,34	4,63± 0,18	7,51± 0,3*	7,7± 0,3	20,6± 0,8	8,35± 0,3	4,9± 0,2	6,76± 0,27	7,15± 0,29
30	78,5± 3,14*	13,5± 0,54	10,6± 0,42*	9,16± 0,37*	11,1± 0,44*	57,5± 2,3	13± 0,51	8,9± 0,36	8,48± 0,34	9,84± 0,39
45	88,7± 3,55	14,9± 0,6	13,3± 0,53	9,5± 0,4	11,9± 0,48	85,8± 3,4	15± 0,6	13± 0,5	10,3± 0,41	11,2± 0,44
60	153± 6,1	16,5± 0,7	12,7± 0,5*	11,3± 0,45*	14,2± 0,57	143± 5,7	16± 0,7	14± 0,57	12,1± 0,48	14,2± 0,57

Примітка: \* – показники, що достовірно відрізняються від контролю ( $p \leq 0,05$ ).

При дослідженні морфометричних показників тіла, починаючи з 1 доби, під впливом АГ МП порівняно з контролем спостерігається приріст маси тимусу і ширини селезінки. На 15 добу статистично достовірний приріст трьох показників: довжини і ширини тимуса, маси селезінки. На 30 добу приріст маси і ширини тимуса, маси і ширини селезінки. На 45 добу статистично достовірний приріст 4 показників: маси тимуса, маси, ширини і довжини селезінки. На 60 добу приріст 5 показників, а статистично маси, ширини і довжини тимуса, довжини селезінки (табл. 2).

Під фізичним розвитком розуміють динамічний процес зростання ( збільшення довжини і маси тіла, окремих частин тіла) в різні періоди онтогенезу. Основними показниками фізичного розвитку є маса тіла, довжина тіла, окружність живота і грудної клітки. Загалом показники фізичного розвитку відображають функціональний стан організму і є важливими для оцінки стану здоров'я. Тому зміна показників, особливо маси тіла та імунологічних органів, починаючи з першої доби, свідчить про імуностимулюючий вплив біологічно активних речовин медичної п'явки на морфометричні показники тіла та імуногенні органи.

Таблиця 2 – Зміни морфометричних показників імуногенних органів приплоду щурів,  $M \pm m$

Доба	Морфометричні показники імуногенних органів											
	Під впливом антигенів медичної п'явки, n=35						Контроль, n=70					
	Тимус			Селезінка			Тимус			Селезінка		
	Маса (мг)	Довжина (см)	Ширина (см)	Маса (мг)	Довжина (см)	Ширина (см)	Маса (мг)	Довжина (см)	Ширина (см)	Маса (мг)	Довжина (см)	Ширина (см)
1	17,2± 0,69*	0,44± 0,02	0,33± 0,01	21± 0,84	1,1± 0,04*	0,72± 0,03*	15,5± 0,6	0,47± 0,02	0,35± 0,01	22± 0,9	1,32± 0,05	0,22± 0,01
15	83,6± 3,3	0,92± 0,04*	0,82± 0,03*	78,9± 3,1*	1,68± 0,06	0,3± 0,01	88,6± 3,5	0,83± 0,03	0,73± 0,03	72,6± 2,9	1,6± 0,06	0,36± 0,01
30	306±1 2,2*	1,4± 0,06	1,43± 0,06*	239± 9,5*	2,13± 0,08	0,67± 0,03*	251± 10	1,44± 0,06	1,24± 0,05	140± 5,6	2,14± 0,08	0,48± 0,02
45	224± 9*	1,5± 0,06	1,3± 0,05	273± 10,9*	2,63± 0,1*	0,63± 0,02*	266± 10,6	1,5± 0,06	1,25± 0,05	553±2 2,1	3,35± 0,1	0,82± 0,03
60	407± 16,3*	1,6± 0,06*	1,8± 0,07*	549± 22	3,6± 0,1*	0,77± 0,03	460± 18,4	1,77± 0,07	1,63± 0,06	522± 20,9	3,13± 0,12	0,8± 0,03

Примітка: \* – показники, що достовірно відрізняються від контролю ( $p \leq 0,05$ ).

Перспективне та доцільне подальше дослідження морфометричних показників тіла, морфометричних показників внутрішніх органів, імунологічних показників периферичної крові приплоду на ранніх етапах постембріонального розвитку під впливом антигенів сольового екстракту медичної п'явки. За О.К. Фроловим було встановлено, що однією з основних функцій імунної системи є контроль і регуляція структурного гомеостазу організму, який проявляється його впливом на метаболізм, диференціювання всіх тканин організму на етапах онтогенезу.

## ВИСНОВКИ

У результаті наших досліджень було виявлено імуностимулюючий вплив антигенів сольового екстракту медичної п'явки на морфометричні показники тіла та основні імуногенні органи (тимус та селезінка) щурів, що відображається в зміні маси та довжині тіла, довжині хвоста, окружності живота та грудної клітки; зміні маси, ширини та довжини імуногенних органів на ранніх етапах постембріонального розвитку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Савинов В. А. Гирудотерапия / В. А. Савинова. – М. : ОАО Медицина, 2004. – 432 с.
2. Башкирцева Н. А. Лечимся пиявками / Н. А. Башкирцева. – СПб. : Крылов, 2008. – 128 с.
3. Баскова И. П. Гирудотерапия / И. П. Баскова, Г. С. Исаханян. – М. : Монолит, 2004. – 508 с.
4. Каменев О. Ю. Лечение пиявками – теория и практика гирудотерапии / О.Ю. Каменев, А. Ю. Барановский. – СПб. : Весь, 2010. – 302 с.
5. Геращенко Л. Л. Вам поможет медицинская пиявка. Энциклопедия гирудотерапии / Л. Л. Геращенко, Г. И. Никонов. – М. : Астрель, 2007. – 256 с.
6. Никонов Г. И. Медицинская пиявка и основы гирудологии / Г. И. Никонов. – СПб. : СДС, 1998. – 320 с.
7. Щеголев Г. Г. Медицинская пиявка и ее применение / Г. Г. Щеголев, М. С. Федорова. – М. : Слово, 1955. – 75 с.
8. Жаров Д. Г. Секреты гирудотерапии или как лечиться пиявками / Д. Г. Жаров. – Ростов-н/Д : Феникс, 2003. – 318 с.
9. Хаитов Р. М. Иммуногенетика и биомедицина / Р. М. Хаитов, Л. П. Алексеев // Российский аллергологический журнал: науч.-практ. журнал Российской ассоциации аллергологов и клинических иммунологов. – 2013. – № 1. – С. 5–14.
10. Алексеев Л. П. Регуляторная роль иммунной системы в организме / Л. П. Алексеев, Р. М. Хаитов // Российский физиологический журнал имени И. М. Сеченова. – 2010. – Т. 96, № 8. – С. 787 – 805.
11. Sobczak N. Hirudotherapy in veterinary medicine / N. Sobczak, M. Kantyka // Annals of Parasitology. – 2014. – Vol. 60(2). – P. 89–92.
12. Амінов Р. Ф. Вплив біологічно активних речовин сольового екстракту медичної п'явки на фагоцитарну активність нейтрофілів і цитоморфометричні зміни лімфоцитів крові людини у культурі / Р. Ф. Амінов, О. К. Фролов // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – 2015. – Т. 7, вип. 1. – С. 108–112
13. Пат. 80665 Україна, (51) МПК (2013.01), А61К 38/00 А61К 39/00. Фролов О. К., Литвиненко Р. О., Копійка В. В., Федотов Є. Р. Спосіб отримання антигенів із медичної п'явки. Власник Державний вищий навчальний заклад «Запорізький національний університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. №и 2012 13751; заявл. 03.12.2012; опубл. 10.06.2013. Бюл. № 11.
14. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте / Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А., Западнюк Б. В. – К. : Вища школа, 1983. – 383 с.



## REFERENCE

1. Savinov. V.A. Girudoterapija / V. A. Savinova. – M. : OAO Medicina, 2004. – 432 s.
2. Bashkirceva N.A. Lechimsja pijavkami / N.A. Bashkirceva. – SPb. : Krylov, 2008. – 128 s.
3. Baskova I.P. Girudoterapija / I.P. Baskova, G.S. Isahanjan. – M. : Monolit, 2004. – 508 s.
4. Kamenev O.Ju. Lechenie pijavkami – teorija i praktika girudoterapii / O.Ju. Kamenev, A.Ju. Baranovskij. – SPb. : Ves', 2010. – 302 s.
5. Gerashhenko L.L. Vam pomozhet medicinskaja pijavka. Jenciklopedija girudoterapii / L.L. Gerashhenko, G.I. Nikonov. – M. : Astrel', 2007. – 256 s.
6. Nikonov G.I. Medicinskaja pijavka i osnovy girudologii / G.I. Nikonov. – SPb. : SDS, 1998. – 320 s.
7. Shhegolev G.G. Medicinskaya piyavka i ee primenenie / G.G. Shhegolev, M.S. Fedorova. – M. : Slovo, 1955. – 75 s.
8. Zharov D.G. Sekrety girudoterapii ili kak lechit'sya piyavkami / D.G. Zharov. – Rostov-n/D : Feniks, 2003. – 318 s.
9. Haitov R.M. Immunogenetika i biomedicina / R. M. Haitov, L.P. Alekseev // Rossijskij allergologicheskij zhurnal: nauch.-prakt. zhurnal Rossijskoj asociacii allergologov i klinicheskikh immunologov. – 2013. – № 1. – S. 5–14.
10. Alekssev L.P. Reguljatornaja rol' immunnnoj sistemy v organizme / L.P. Alekseev, R.M. Haitov // Rossijskij fiziologicheskij zhurnal imeni I. M. Sechenova. – 2010. – T. 96, № 8. – S. 787 – 805.
11. Natalia Sobczak. Hirudotherapy in veterinary medicine / N. Sobczak, M. Kantyka // Annals of Parasitology. – 2014. Vol. 60(2). – R. 89–92.
12. Aminov R.F. Vpliv biologichno aktivnih rechovin sol'ovogo ekstraktu medichnoi p'javki na fagocitarnu aktivnist' nejtrofiliv i citomorfometrični zmini limfocitiv krovi ljudini u kul'turi / R. F. Aminov, O. K. Frolov // Naukovij visnik Chernivec'kogo universitetu. Biologija (Biologichni sistemi). – 2015. – T. 7, vip. 1. – S. 108–112.
13. Pat. 80665 Ukraina, (51) MPK (2013.01), A61K 38/00 A61K 39/00. Frolov O. K., Litvinenko R. O., Kopijka V. V., Fedotov C. R. Sposib otrimannja antigeniv iz medichnoi p'javki. Vlasnik Derzhavnij vishhij navchal'nij zaklad «Zaporiz'kij nacional'nij universitet» Ministerstva osviti i nauki, molodi ta sportu Ukraini. №u 2012 13751; zajavl. 03.12.2012; opubl. 10.06.2013. Bjul. № 11.
14. Laboratornye zhivotnye. Razvedenie, sodержanie, ispol'zovanie v jeksperimente / Zapadnjuk I.P., Zapadnjuk V.I., Zaharija E.A., Zapadnjuk B.V.– K. : Vishha shkola, 1983. – 383 s.

УДК 572:155.9:314:575:699.5:61

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДЕПРЕСИВНОСТІ ТА ПОРУШЕНЬ МЕТАЛОЛІГАНДНОГО ГОМЕОСТАЗУ

Єщенко Ю.В., Бовт В.Д., <sup>1</sup>Короленко В.В.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

<sup>1</sup>*Новосибірський державний медичний університет  
630004, Російська Федерація, Новосибірськ, вул. Красний проспект, 52*

vd.bovt@gmail.com

Проведено популяційний аналіз депресивності та порушень металолігандного гомеостазу серед академічної молоді, що мешкає в Україні та Російській Федерації. Середнє популяційне значення депресивності в Україні ближче до середнього, для РФ цей показник ближчий до високого. Між виразністю депресивності в обох популяціях відсутня різниця в цих показниках між жінками

та чоловіками. В обох популяціях в осіб із проявами депресивності переважно були виявлені порушення показників металолігандного гомеостазу. В обох популяціях у гранулоцитах крові виявлено зниження вмісту хелатоутворюючих Zn і Mg, а також підвищення вмісту Cu у осіб із депресією, а в осіб без її проявів ці показники зафіксовані в межах норми.

Виразність депресивності залежала від віку, статі та матеріального статку обстежених осіб, це також стосувалось порушень металолігандного гомеостазу.

*Ключові слова:* депресивність, металолігандний гомеостаз, хелатоутворюючі метали, порівняльний популяційний аналіз.

Ещенко Ю.В., Бовт В.Д., <sup>1</sup>Короленко В.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДЕПРЕССИВНОСТИ И НАРУШЕНИЙ МЕТАЛЛОЛИГАНДНОГО ГОМЕОСТАЗА / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66; <sup>1</sup>Новосибирский государственный медицинский университет, 630004, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52

Проведен популяційний аналіз депресивності і порушень металолігандного гомеостазу серед академічної молодіжної України і РФ. Середньопопуляційний показник депресивності на Україні був середньо виражений, для РФ цей показник був ближче до високого. По вираженості ступеня депресивності в обох популяціях відсутствовала різниця між чоловіками і жінками. В обох популяціях у осіб з проявленістю депресивності переважно були виявлені порушення показників металолігандного гомеостазу. В обох популяціях в гранулоцитах крові у осіб з ознаками депресивності виявлено зниження вмісту хелатоутворюючих Zn і Mg, а також підвищення вмісту Cu. Виразність депресивності залежала від віку, статі та матеріального достатку обстежених осіб, це також стосувалось порушень металолігандного гомеостазу.

*Ключевые слова:* депресивність, металолігандний гомеостаз, хелатоутворюючі метали, порівняльний популяційний аналіз.

Eshchenko Y. V., Bovt V. D., <sup>1</sup>Korolenko V.V. COMPARATIVE POPULATION ANALYSIS OF DEPRESSION AND DISORDERS OF HOMEOSTASIS METALLOLIGANDS / Zaporizhzhya national university, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66; <sup>1</sup>Novosibirsk state medical university, 630004, Russian Federation, Novosibirsk, Krasny Prospekt st., 52

Depression as a personality trait inherent in varying degrees for each person, depression is a classic diagnosis, in which symptoms of depression go beyond their permissible levels. Depression is a signal of trouble in the body, and the reasons for it are numerous. The possible link between symptoms of depression and impaired homeostasis metalloligands almost totally unexplored question, and this was dedicated to our research.

The aim of the study was to confirm or refute the relationship between symptoms of depression and disturbances of the indicators characterizing the state metalloligands homeostasis, in this case containing helatable Zn, Mg, Cu granulocytes in the blood of examined people.

The study was conducted among students from two populations of Ukraine and Russia, in both groups was 1200. The surveyed revealed the existence of depression using a questionnaire version of the FPI, as well as cytochemical methods revealed changes in the content of chelating Zn, Mg, Cu in blood granulocytes.

Also analysed the distribution of the examined according to sex, age, financial situation. The study revealed that the population as a whole vary in age and gender distribution of different types of manifestations of depression, its severity. General population the value of the severity of depression was of 4.25, which corresponds to an average severity of this indicator, and for the Russian Federation 6.35 mm, which corresponds to the high level of severity of depression.

In both populations, regardless of age and sex was detected at the same time symptoms of depression and disturbance indicators metalloligands homeostasis. In subjects in whom manifestations of depression were identified in a larger number of cases, these indicators were within normal limits.

In the population of the Russian Federation, depression and disturbance of homeostasis metalloligands expressed more than in the Ukrainian population. Population value of depression for Ukraine was closer to the mean, and for the RF to high. In all cases determine the signs of depression, revealed the existence of violations metalloligands homeostasis. Violation metalloligands homeostasis in most cases was manifested by increased content of Cu and decrease of Zn and Mg in blood granulocytes. 5) most of the surveyed with no signs of depression also was no evidence of violations metalloligands homeostasis.

*Key words:* depression, metalloligands homeostasis, helatable metals, comparative population-based analysis.

## ВСТУП

Депресивність як якість особистості притаманна тією чи іншою мірою будь-якій людині, у той самий час депресія є клінічним діагнозом, при якому прояви депресивності виходять за межі свого оптимуму [1-9]. З точки зору еволюційної біології, значення депресивності та клінічної депресії полягає в тому, що подібно до фізичного болю, ці стани інформують організм про можливі порушення для того, щоб надалі уникати їх [1-3, 5-8, 11]. Дослідження депресивності має важливе медичне та соціальне значення у зв'язку з тим, що це явище пов'язане зі станами, що призводять до втрати працездатності (серцево-судинними захворюваннями, пухлинами, порушенням сну), погіршенням якості подружнього життя, суїцидальністю [1, 4, 7, 9].

Учені розглядають депресію як мультифакторне захворювання, роль у якому відіграє спадковість, стан матері під час вагітності, шкідливі звички батьків, умови праці, побутовий та сімейний стан людини [1-9]. Підвищена депресивність може бути наслідком професійного контакту з важкими металами [9, 10], а також при деяких металодефіцитних станах [1, 9, 10], але це маловивчена тема. Також актуальним є знаходження новітніх засобів корегування цього стану, зокрема простих у виготовленні та вживанні.

Метою роботи було проведення порівняльного популяційного аналізу проявів депресивності, надання характеристики популяцій, у яких вона була виявлена та виявлення можливого зв'язку з порушеннями металолігандного гомеостазу.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводилось згідно з держбюджетними темами «Стрес і клітинний метаболізм металів» (№ державної реєстрації 0103U000723) та «Розробка та обґрунтування методів оцінки функціонального стану клітин за допомогою хелаторів-хромофорів» (№ державної реєстрації 0106U9008392).

У дослідженні брали участь 1200 представників академічної молоді міста Запоріжжя (Україна) та для порівняння була вибрана група із 1200 осіб із міста Новосибірськ (РФ). Збір інформації проведено згідно з етичними вимогами роботи з людиною.

Для оцінки депресивності використовувалася модифікована версія опитувальника FPI [12]. Знайдені характеристики розподілені ( $\bar{X}$ , S, Me) [14]. Значення генерального параметра депресивності для популяцій порівнювали з нормами наведеними в методиці, де низькі показники набували значення від 1 до 3, середні – від 4 до 6, високі – від 7 до 9 [12, 13].

Стан металолігандного гомеостазу оцінювали за вмістом хелатоутворюючих Zn, Mg і Cu, які виявлялися за допомогою цитохімічних реакцій, шляхом забарвлення відповідними барвниками мазків крові, що отримували з пальця [9, 10]. Вміст металів оцінювали за 3-бальною шкалою напівкількісним методом за Хейхоу та Квагліно.

Вміст Zn в гранулоцитах крові визначали за допомогою забарвлення дитизоном (червоний колір), Mg – магнетоном (червоний колір) і Cu – дитіоксамідом (темно-зелений). За норму, з якою порівнювали вміст металів у цих клітинах, приймали показники, встановлені дослідним шляхом [9, 10]. У людей був прийнятий середній показник тієї ж вікової категорії, тієї ж статі, які мешкають на урбанізованих територіях і не мають патологій. Характеристику стану металолігандного гомеостазу в популяціях оцінювали за кількістю та характером випадків порушень його показників, які також порівнювали з випадками наявності або відсутності в обстежених осіб ознак депресивності [9, 10].

Статистичний аналіз проведений з використанням критеріїв Стюдента [14]. База даних сформована в програмі Microsoft Excel, розрахунки також проводились за її допомогою.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На початку дослідження обидві популяції оцінювали за віком, статтю, сімейним станом та за рівнем статків для порівняння якостей цих популяцій та знаходження в них подібних та відмінних рис. Результати цього аналізу представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл за віком, сімейним станом та рівнем статків серед чоловіків та жінок у популяціях, які досліджуються (Україна та Росія)

Кількість осіб (n)	Вік			Сімейний стан			Рівень статків			
	до 20 років	20-25 років	25 та більше років	Ще не одружені	У шлюбі	Розлучені	Незадовільний	Задовільний	Добрий	
Чоловіки	У	275	20	45	218	110	7	60	270	10
	РФ	396	179	5	415	58	12	78	327	175
Жінки	У	395	200	255	540	300	9	220	550	100
	РФ	208	375	37	392	219	10	20	303	279

Примітки: У – Україна; РФ – Російська Федерація.

Обидві популяції за більшістю показників відрізнялись одна від одної. За статевим співвідношенням у групі обстежених в Україні переважно були жінки, у той час як у групі РФ статеве співвідношення було 1:1. В Україні значна кількість академічної молоді була у віці 25 та більше років, що пов'язано із заочною формою навчання в переважній кількості випадків, іноді у зв'язку з академічною або декретною відпусткою, а в чоловіків – зі службою в армії.

В Україні визначено багато жінок, які не задоволені своїм матеріальним становищем, що слугує стимулом для отримання додаткової освіти на заочній формі навчання. Але виявлені ознаки депресивності в обох популяціях, найчастіше були зафіксовані в осіб із категорії 25 років та старших, у розлучених і невдоволених своїм матеріальним становищем. Проявів депресивності майже не було виявлено в групах до 20 років і в тих, хто оцінює своє матеріальне становище як добре.

Загальний рівень депресивності в обох популяціях наведений у таблиці 2.

Таблиця 2 – Популяційне значення депресивності в чоловіків та жінок у популяціях, що досліджуються (Україні (У) та Росії (РФ))

Статистичні показники	Чоловіки		Жінки	
	У	РФ	У	РФ
кількість обстежених, (n)	340	580	860	620
середнє арифметичне і його статистична похибка, ( $\bar{X} \pm S \bar{X}$ )	3,25 ± 0,65	5,85 ± 0,35	4,51 ± 0,35	6,01 ± 0,45
стандартне відхилення, (S)	1,71	2,32	1,92	2,31
медіана (Me)	3,5	6,2	5,0	6,5

Оцінка генерального параметра депресивності свідчить, що вираженість депресивності не залежить від статі. Також при порівнянні видно, що в українській популяції показник ближчий до середнього значення, а для російської популяції цей показник ближчий до високого рівня депресивності. Порівняльний аналіз кількості та якості виявлених випадків депресивності, а також кількості та якості порушень показників, що характеризують стан металолігандного гомеостазу в обстежених осіб обох популяцій, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Прояви депресивності в академічній молоді України (У) та Російської Федерації (РФ), її розподіл за характером депресивності та за статтю обстежених (чоловік (Ч), жінка (Ж)) та зміни вмісту хелатоутворюючих металів

Ознаки депресивності	Прояви депресивності				Прояви змін вмісту хелатоутворюючих металів											
	Ж, осіб		Ч, осіб		Ж, осіб						Ч, осіб					
	РФ	У	РФ	У	РФ		У		РФ		У					
					Zn	Mg	Cu	Zn	Mg	Cu	Zn	Mg	Cu	Zn	Mg	Cu
Треводно-депресивний	45	70	25	41	43↓	41↓	39↑ 3↓	63↑	60↓	66↑ 4↓	20↓	21↓	19↑ 4↓	38↓	36↓	34↑ 5↓
Істероїдний	121	98	29	5	113↓	110↓	108↑ 12↓	90↓	87↓	91↑	19↓	22↓	16↑ 7↓	3↓	2↓	4↑
Астенодепресивний	136	105	114	45	129↓	130↓	123↑ 9↓	95↓	92↓	85↑ 9↓	110↓	108↓	91↑ 10↓	37↓	35↓	32↑ 9↓
Апатодепресивний	97	60	154	45	93↓	91↓	87↑ 8↓	56↓	54↓	51↑ 7↓	150↓	148↓	132↑ 7↓	41↓	39↓	36↑ 6↓
Дисфоричний	18	12	27	5	15↓	13↓	10↑ 4↓	9↓	7↓	5↑ 6↓	24↓	22↓	19↑ 3↓	3↓	2↓	4↑ 1↓
Без синдромів (немає ознак депресивності)	178	495	215	190	20↑ 15↓	18↑ 10↓	5↑ 25↓	45↑ 12↓	35↑ 17↓	37↑ 25↓	70↑ 5↓	65↑ 9↓	63↑ 9↓	63↑ 6↓	68↑ 10↓	71↑ 7↓

Примітки: ↑ - підвищений вміст хелатоутворюючих металів; ↓ - знижений вміст хелатоутворюючих металів.

Прояви депресивності в академічній молоді України (У) та Російської Федерації (РФ), її розподіл за характером депресивності та за статтю обстежених (чоловік (Ч), жінка (Ж)), а також кількість і характер змін вмісту хелатоутворюючих Zn, Mg, Cu в гранулоцитах крові (↑ підвищення, ↓ зниження) депресивності. В усіх випадках виявлення проявів депресивності в гранулоцитах крові майже у 100% досліджених виявлялись зміни вмісту хелатоутворюючих металів. При цьому в обох популяціях незалежно від статі спостерігалось зниження вмісту Zn і Mg та підвищення вмісту Cu в гранулоцитах крові, в незначній кількості випадків констатовалось підвищення вмісту Cu.

У більшості осіб без ознак депресивності в обох популяціях, незалежно від статі, вміст хелатоутворюючих металів у гранулоцитах крові визначався в межах норми, але в незначних кількостях, траплялися випадки зниження і підвищення вмісту хелатоутворюючих металів, у яких не було ознак закономірності в змінах цих показників.

Відповідність між наявністю проявів депресивності та ознаками порушень металолігандного гомеостазу дозволяє припустити, що ці порушення, можливо, є причиною депресивності. Тому засоби коригування стану металолігандного гомеостазу можуть бути використані для запобігання проявів депресивності. Цьому буде присвячено наше подальше дослідження.

### ВИСНОВКИ

1. У студентської молоді РФ депресивність та порушення металолігандного гомеостазу більш виражені, ніж в аналогічній популяції в Україні.
2. Популяційне значення депресивності для популяції України ближче до середнього, а для РФ ближче до високого.
3. Майже в усіх випадках виявлення проявів депресивності, фіксувалися також ознаки порушень стану металолігандного гомеостазу.
4. При виявленні ознак депресивності в обстежених осіб найчастіше усього виявляли підвищення вмісту Cu і зниження вмісту Zn і Mg.
5. У більшості обстежених без ознак депресивності показники металолігандного гомеостазу переважно були в межах норми.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Loneliness and health potential mechanisms / [Cucioppo J. T., Hawkley L. C., Crawford L. E. at all.] // Psychosomatic Medicine. – 2002. – Vol. 64. – P. 407-417.
2. Furtado E.F. Cender-related pathways for behavior problems in the offspring of alcoholic fathers / E.F. Furtado, M. Launcht, M.A. Shmidt // Braz. J. med. Bibl. Res. – 2006. – Vol. 39, № 5. – P. 659-669.
3. Maternal depressive symptomus at 2 to 4 month post partum and early parenting practices / [Mc Bearn, Minkowits C.S., Storbino D.M. et all.] // Arch Pediatr. adolesc. med. – 2006. – Vol. 160. – P. 275-284.
4. Materia anxiety and depression poverty and marital relationship factor during early childhood as predictors of anxiety and depressive symptomus in adolescence /

- [Spence S.A., Najman J.M., Borwet at all.] // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2002. – Vol. 43. – P. 457-469.
5. Beand R.C. Epidemiology of Affective Disorders: A Review / R.C. Beand // *Can J. Psychiatry*. – 2002. – Vol. 42. – P. 367-377.
  6. Genome-Wide linkage analysis of a composite index of neuroticism and mood-related scales in extreme selected sib pairs / [Nash M.V., Hueso-Diaz P., Williamson R.J. at all.] // *Human Molecular Genetics*, 2004. – Vol. 13. – № 19. – P. 2173-2182.
  7. Fower R.B. Types of merited Closeness and Mortality Risk in older Couples / R.B. Fower, J.V. Kusl, A.S. Darefsky // *Psychosomatic Medicine*. – 2002. – Vol. 64. – P. 644-659.
  8. Neuropsychological disorders after occupational exposure to mercury vapors / [El B., Iwado V., Garcia M.A. et al.] // *Rev. Neurol.* – 2000. – Vol. 31. – № 8. – P. 741-742.
  9. Адаптація та металолігандний гомеостаз: монографія / Омелянич Л.О., Єщенко Ю.В., Кучковський О.М., Бовт В.Д. – Запоріжжя : ЗНУ, 2013. – 351 с.
  10. Bovt V.D. Zinc content in blood granulocytes of persons exposed to hydrogen sulphide and toxic metals / V.D. Bovt, J.V. Eshchenko // *Експериментальна та клінічна фізіологія та біохімія*. – 2012. – № 1. – С. 102-106.
  11. Discovering Endophenotypes for major Depression / Hasler G., Drevets W.C., Manji H.K., Charney D.S. // *Neuropsychopharmacology*. – 2004. – Vol. 20. – P. 203-214.
  12. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии: учеб. пособие / [Билин В.Д., Гайда В.М., Гербачевский В.К. и др.]; под общ. ред. А.А. Крослова, С.А. Маничева. – СПб. : Питер, 2000. – 560 с.
  13. Айзенк Г. Супертесты IQ / Г. Айзенк. – М. : ЭКСМО-Прес, 2002. – 208 с.
  14. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.

#### REFERENCE

1. Loneliness and health potential mechanisms / [Cucioppo J.T., Hawkey L.C., Crawford L.E. at all.] // *Psychosomatic Medicine*. – 2002. – Vol. 64. – P. 407-417.
2. Furtado E.F. Gender-related pathways for behavior problems in the offspring of alcoholic fathers / E.F. Furtado, M. Launcht, M.A. Schmidt // *Braz. J. med. Bibl. Res.* – 2006. – Vol. 39, № 5. – P. 659-669.
3. Maternal depressive symptoms at 2 to 4 month post partum and early parenting practices / [Mc Bearn, Minkowits C.S., Storbino D.M. et al.] // *Arch Pediatr. Adolesc. Med.* – 2006. – Vol. 160. – P. 275-284.
4. Maternal anxiety and depression poverty and marital relationship factor during early childhood as predictors of anxiety and depressive symptoms in adolescence / [Spence S.A., Najman J.M., Borwet at all.] // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. – 2002. – Vol. 43. – P. 457-469.
5. Beand R.C. Epidemiology of Affective Disorders: A Review / R.C. Beand // *Can J. Psychiatry*. – 2002. – Vol. 42. – P. 367-377.
6. Genome-Wide linkage analysis of a composite index of neuroticism and mood-related scales in extreme selected sib pairs / [Nash M.V., Hueso-Diaz P., Williamson R.J. at all.] // *Human Molecular Genetics*, 2004. – Vol. 13. – № 19. – P. 2173-2182.
7. Fower R.B. Types of merited Closeness and Mortality Risk in older Couples / R.B. Fower, J.V. Kusl, A.S. Darefsky // *Psychosomatic Medicine*. – 2002. – Vol. 64. – P. 644-659.

8. Neuropsychological disorders after occupational exposure to mercury vapors / [El B., Iwado V., Garcia M.A. et all.] // Rev. Neurol. – 2000. – Vol. 31. – № 8. – P. 741-742.
9. Adaptacija ta metaloligandnij gomeostaz: monografija / Omel'janchik L. O., Eshhenko Ju. V., Kuchkovs'kij O.M., Bovt V.D. – Zaporizhzhja : ZNU, 2013. – 351 s.
10. Bovt V.D. Zinc content in blood granulocytes of persons exposed to hydrogen sulphide and toxic metals / V.D. Bovt, J.V. Eshchenko // Eksperimental'na ta klinichna fiziologija ta biohimija. – 2012. – № 1. – S. 102-106.
11. Discovering Endophenotypes for major Depression / Hasler G., Drevets W. C., Manji H. K., Charney D.S. // Neuropsychopharmacology. – 2004. – Vol. 20. – P. 203-214.
12. Praktikum po obshhej, jeksperimental'noj i prikladnoj psihologii: ucheb. posobie / [Bilin V. D., Gajda V.M., Gerbachevskij V.K. i dr.]; pod obshh. red. A.A. Kroslova, S.A. Manicheva. – SPb. : Piter, 2000. – 560 s.
13. Ajzenk G. Supertesty IQ / G. Ajzenk. – M. : JeKSMO-Pres, 2002. – 208 s.
14. Lakin G.F. Biometrija: ucheb. posobie dlja biol. spec. vuzov / G. F. Lakin. – M. : Vysshaja shkola, 1990. – 352 s.

УДК 597.8:591.69:616-022.3

## ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ СТРУКТУРИ ЛЕЙКОЦИТАРНОЇ ФОРМУЛИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ НАПРУЖЕННЯ АДАПТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* (AMPHIBIA: RANIDAE) В УМОВАХ ПРИРОДНОЇ ГЕМОПАРАЗИТАРНОЇ ІНВАЗІЇ

Задорожня В.Ю.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

zadorovic@rambler.ru

У крові озерних жаб *P. ridibundus* були виявлені одноклітинні паразити, віднесені до 3 таксономічних родин: внутрішньоклітинні – *Hepatozoon* Miller 1908 (Apicomplexa: Adeleorina), *Dactylosoma* Labbe, 1894 (Apicomplexa: Dactylosomatidae) та позаклітинні – *Tyranosoma* Gruby 1843 (Kinetoplastida: Tyranosomatidae), а також личинкові стадії нематоди – мікрофілярії – із підряду Filariata. Серед досліджених груп *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження найбільший індекс напруження визначений в особин із комбінованою поліінвазією (Hr+Tr+Mc+Dc), що на 14,21% ( $p < 0,01$ ) та на 11,58% ( $p < 0,01$ ) більше ніж в особин із подвійною (Hr+Tr) та потрійною (Hr+Tr+Mc) інвазією відповідно. Отримані дані засвідчили можливість використання інтегральних лейкоцитарних індексів для оцінки ступеня напруження адаптаційних процесів *P. ridibundus* в умовах природної гемопаразитарної інвазії.

*Ключові слова: гемопаразити, Pelophylax ridibundus, лейкоцитарна формула, агранулоцити, гранулоцити, інтегральні лейкоцитарні індекси, ентропія, індекс домінування.*

Задорожня В.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ СТРУКТУРЫ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НАПРЯЖЕНИЯ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* (AMPHIBIA: RANIDAE) В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕМОПАРАЗИТАРНОЙ ИНВАЗИИ / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

В крови озерных лягушек *P. ridibundus* были обнаружены одноклеточные паразиты, которые отнесены к 3 таксономическим семействам: внутриклеточные – *Hepatozoon* Miller 1908



(Apicomplexa: Adeleorina), *Dactylosoma* Labbe, 1894 (Apicomplexa: Dactylosomatidae) и внеклеточные – *Trypanosoma* Gruby 1843 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), а также личиночные стадии нематоды – микрофилярии – из подрода *Filariata*. Среди исследованных групп *P. ridibundus* с разной степенью гемопаразитарной нагрузки наибольший индекс напряжения определен у особей с комбинированной полиинвазией (Hp + Tr + Mc + Dc), что на 14,21% ( $p < 0,01$ ) и на 11,58% ( $p < 0,01$ ) больше чем у особей с двойной (Hp + Tr) и тройной (Hp + Tr + Mc) инвазией соответственно. Полученные данные показали возможность использования интегральных лейкоцитарных индексов для оценки степени напряжения адаптационных процессов *P. ridibundus* в условиях естественной гемопаразитарной инвазии.

**Ключевые слова:** гемопаразиты, *Pelophylax ridibundus*, лейкоцитарная формула, агранулоциты, гранулоциты, интегральные лейкоцитарные индексы, энтропия, индекс доминирования.

Zadorozhnyia V.Yu. LEUCOGRAM STRUCTURE INTEGRAL INDICES USE FOR *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* (AMPHIBIA: RANIDAE) ADAPTATIVE PROCESSES STRESS DEGREE ESTIMATION IN NATURAL HAEMOPARASITIC INVASION CONDITIONS / Zaporozhzhya national university, 69600, Ukraine, Zaporozhye, Zhukovsky str., 66

It is known, that adaptative processes stress in an organism can occur under external and internal factors influence. Haemoparasitic invasion can be one of internal factors which are capable to break homeostasis in organism.

Haemoparasites are a big enough group of unicells with a wide areal, owners variety, various pathogenicity level and so forth. There is a little-studied and consequently opened question about connection between haemoparasitic loading and adaptative processes stress in green frog organism.

The material was gathered in Hortitsa island territory (Zaporozhye). The research objects were lake frogs *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), samples volume was 52 individuals. Researches were spent in laboratory conditions on the basis of biological faculty of Zaporozhian national university. All researches were spent with observance of the principles stated in the Convention on vertebrate animals protection (Strasbourg, France, 1986).

Individuals distribution to groups was occurred after haemoparasites presence definition in blood films. Haemoparasites identification was spent by morphometric indices.

Hematological researches (leukocytes determination, leucogram calculation) were made with the help of standard methods. Blood films were made from 0,01 ml of blood, parasitic cargo analysis was estimated on invasion extensiveness indexes (EI, % ) and invasion intensity (II, examples). Endoglobular parasite invasion intensity was defined with their calculation on 1000 erythrocytes. Extracellular haemoparasites invasion intensity was counted on blood film (0,02 ml).

Integral leucocytal index was counted for organism nonspecific resistance estimation: the ratio of neutrophils percentage sum to lymphocytes percentage quantity (N/L).

K.Shannon's entropy was used for an estimation of blood leucogram absolute entropy (LAE). «The relative system organization» was used for domination index (R) definition.

The obtained quantitative data are processed statistically by means of application computer programs package «Statistica 6.0». Distinctions reliability was estimated on Mann-Whitney's nonparametric test size. The indices difference was considered statistically significant at 95% and more significance value ( $p \leq 0,05$ ).

In lake frogs *P. ridibundus* blood unicell parasites, which were referred to 3 taxonomic genera, have been found out: endocellular – *Hepatozoon* Miller 1908 (Apicomplexa: Adeleorina), *Dactylosoma* Labbe, 1894 (Apicomplexa: Dactylosomatidae) and extracellular – *Trypanosoma* Gruby 1843 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), and also nematodes larval stages – microfilaria – from subseries *Filariata*. Revealed haemoparasites specific definition is proceeding.

In considered sample individuals, which were free from haemoparasites, and individuals with monoinvasion were not revealed, EI with adeleid coccidias *Hepatozoon* (Hp), and also *Trypanosoma* (Tr) has made 100% , *Dactylosoma* EI (Dc) – 13,04% , microfilaria EI (Mc) – 43, 48% .

Average *Hepatozoon* II in the sample was  $13,32 \pm 3,44$  examples on 1000 erythrocytes, II *Dactylosoma* –  $0,38 \pm 0,31$  examples on 1000 erythrocytes, II *Trypanosoma* –  $58,78 \pm 10,94$  examples on blood film (0,01 ml) and II microfilaria –  $472,39 \pm 296,46$  examples on blood film (0,01 ml).

By carried out research results it has been established, that in blood of all of *P. ridibundus* individuals with a various haemoparasitic invasion combination lymphocytes has made the biggest cell pool, that means that blood has lymphocyte profile. Green frogs lymphocytes, similarly to the higher vertebrate lymphocytes, are the central immune system component, providing all basic immunity reactions, in particular adaptive immunity formation.

Lymphocytes relative quantity reduction at individuals with poliinvasion (Hp+Tr+Mc+Dc) on 13,62% ( $p < 0,01$ ) in comparison with the individuals, having threefold invasion (Hp+Tr+Mc) is established.

Leukocytes granulocytic pool changes analysis in *P. ridibundus* peripheral blood testifies to segmented neutrophils relative quantity significant increase on 23,87% ( $p < 0,01$ ) and stab neutrophils significant increase on 30,71% ( $p < 0,01$ ) at individuals with poliinvasion in comparison with individuals with threefold invasion.

Absolute quantity in different leukocytes pools changes analysis allows to ascertain authentic increase in all granulocytes forms at individuals with poliinvasion (Hp+Tr+Mc+Dc) in comparison with individuals with threefold (Hp+Tr+Mc) and double (Hp+Tr) invasion.

Among *P. ridibundus* investigated groups with different haemoparasitic loading degree the greatest stress index was defined in individuals with combined poliinvasion (Hp+Tr+Mc+Dc), that on 14,21% ( $p < 0,01$ ) and on 11,58% ( $p < 0,01$ ) is more than at individuals with double (Hp+Tr) and threefold (Hp+Tr+Mc) invasion accordingly.

By carried out research results the LAE changes and domination index in *P. ridibundus* with different haemoparasitic loading degree have found out their multidirectional changes, which testify to system structural organization reduction (its disorganization increase), at the expense of relative organization reduction in group of individuals with poliinvasion (Hp+Tr+Mc+Dc) unlike two other groups.

The obtained data have shown possibility of integral leucocytal indices use for *P. ridibundus* adaptative processes stress degree estimation in natural haemoparasitic invasion conditions.

*Key words:* gemoparazity, *Pelophylax ridibundus*, WBC, agranulocytes, granulocytes, integrated leukocyte index, entropy, dominance index.

## ВСТУП

Відомо, що напруження адаптаційних процесів в організмі може відбуватися внаслідок впливу зовнішніх та внутрішніх чинників. Одним із внутрішніх факторів, які здатні порушити гомеостаз в організмі, може бути гемопаразитарна інвазія. Гемопаразити – це досить велика група одноклітинних організмів із широким ареалом, різноманіттям хазяїв, різним рівнем патогенності тощо. Недостатньо дослідженим, а, отже, відкритим, залишається питання про зв'язок гемопаразитарного навантаження з напруженням адаптаційних процесів в організмі зелених жаб [1].

Серед методів оцінки стану організму важливе місце займає аналіз гематологічних показників. Система крові є однією з лабільних тканин, які дуже швидко реагують на дію зовнішніх та внутрішніх факторів.

Гематологічні показники варіюють у вузьких межах, здатні об'єктивно відображати різні фізіологічні та патологічні зміни стану організму та є незамінним матеріалом для отримання інформації про принципову повноцінність роботи багатьох систем організму. Одна з важливих характеристик, що відображає функціонування систем організму, – лейкоцитарна формула.

Лейкоцити є поліморфними та поліфункціональними клітинами крові, що виконують різноманітні фізіологічні та імунологічні функції [2]. Вони захищають організм від чужорідних тіл, забезпечують адаптацію організму до біотичних і абіотичних факторів та імунітет до паразитів [3].

При описі та оцінці змін лейкоцитарної формули, при дії різноманітних чинників, доводиться аналізувати достатньо великий обсяг інформації, що створює певні труднощі при інтерпретації отриманих даних щодо стану організму.

Застосування інтегральних лейкоцитарних індексів, зокрема ентропії Шенона, дозволяє сконцентрувати різну інформацію в одне число, наочно уявити динаміку відповіді різних ланок імунної системи та аналізувати одночасно дію різних стрес-факторів або різних їх концентрацій у порівняльному аспекті [4], що полегшує інтерпретацію отриманих даних.

За допомогою математичних моделей інформаційний аналіз дозволяє показати оптимальний стан функціональної системи, сформований адаптаційними резервами, а

також дизадаптаційний, якісно новий її стан. Із позицій теорії інформації уявляється можливо виявляти надлишкові і приховані можливості морфофункціональних систем [5].

Метою роботи є оцінка ступеня напруження адаптаційних процесів *Pelophylax ridibundus*, що інвазовані гемопаразитами за допомогою застосування інтегральних індексів лейкоцитарної формули.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Збір матеріалу здійснювався на території о. Хортиця (м. Запоріжжя). Об'єктом дослідження були озерні жаби *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), обсяг вибірки – 52 особини. Дослідження проводили в умовах лабораторії на базі біологічного факультету Запорізького національного університету, із дотриманням принципів, викладених у Конвенції по захисту хребетних тварин (Страсбург, Франція, 1986).

Розподіл особин на групи відбувався після визначення наявності гемопаразитів у мазках крові. Ідентифікацію гемопаразитів проводили за морфометричними показниками.

Гематологічні дослідження (визначення лейкоцитів, підрахунок лейкоцитарної формули крові) виконували загальноприйнятими методами [6]. Мазки крові виготовляли з 0,01 мл крові, за їх аналізом оцінювали паразитарний вантаж за індексами екстенсивності інвазії (EI, %) та інтенсивності інвазії (II, екз.). Іntenсивність інвазії внутрішньоеритроцитарних гемопаразитів визначали з розрахунком їх на 1000 еритроцитів. Іntenсивність інвазії позаклітинних гемопаразитів розраховували на мазок крові (0,01 мл).

Для оцінки неспецифічної резистентності організму розраховували інтегральний лейкоцитарний індекс: відношення суми відсоткового вмісту нейтрофілів до відсоткової кількості лімфоцитів (N/L) [7].

Систему лейкоцитів крові можна розглядати як замкнуту систему із певною кількістю відповідних структурних елементів. Тому для концентрації інформації про видову структуру популяції лейкоцитів, а також для виявлення загальної тенденції розвитку цієї системи доцільно використовувати індекс біологічного різноманіття або «ентропію», що ґрунтується на функції Шенона [8]. Для оцінки абсолютної ентропії лейкоцитарної формули крові (ЕЛФК) використовували ентропію К. Шенона (формула 1).

$$\text{ЕЛФК} = - \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N} \times \log_2 \frac{n_i}{N}, \quad (1)$$

де:  $n_i$  – чисельність  $i$ -ї форми лейкоцитів,  $N$  – сумарна чисельність лейкоцитів усіх форм.

При дослідженні структури лейкоцитарної формули відносно або абсолютне співвідношення певних форм лейкоцитів буде невизначеним. Вважається, що при однаковій частці усіх форм лейкоцитів імунна система як структура повністю дезорганізована, її невизначеність максимальна і дорівнює логарифму числа форм. Якщо деякі форми лейкоцитів стають домінантами, то закон рівної ймовірності порушується, а невизначеність структури зменшується [4, 9]. Отже, сенс розрахунку функції Шенона полягає в оцінці невизначеності структури системи, тобто ентропії системи.

Для виключення впливу відсутності окремих груп лейкоцитів у лейкоцитарній формулі визначали відносну ЕЛФК<sub>Віднос.</sub> за формулою (2):

$$\text{ЕЛФК}_{\text{Віднос.}} = \frac{\text{ЕЛФК}}{\text{ЕЛФК}_{\text{max}}} \times 100. \quad (2)$$

Максимальне значення ентропії лейкоцитарної формули крові (ЕЛФК<sub>max</sub>) дорівнює  $\log_2 6 = 2,58$  (де 6 – кількість груп лейкоцитів у нормі) [10, 11].

Для визначення індексу домінування (R) визначали «відносну організацію» системи [5] за формулою (3):

$$R = 1 - \frac{\text{ЕЛФК}}{\log_2 6}. \quad (3)$$

Для детермінованої системи, що складається з однієї домінуючої форми лейкоцитів, а інші представлені одиничними клітинами, цей показник наближається до 1. Для повністю дезорганізованої, тобто при однаковому вкладі всіх форм лейкоцитів, показник дорівнює 0.

Отримані кількісні дані оброблені статистично за допомогою пакета прикладних комп'ютерних програм «Statistica 6.0». Вірогідність відмінностей оцінювали за величиною непараметричного критерію Манна-Уїтні. Різниця показників вважалася статистично достовірною при рівні значущості 95% і більше ( $p \leq 0,05$ ).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У крові озерних жаб *P. ridibundus* були виявлені одноклітинні паразити, яких віднесено до 3 таксономічних родин: внутрішньоклітинні – *Hepatozoon* Miller 1908 (Apicomplexa: Adeleorina), *Dactylosoma* Labbe, 1894 (Apicomplexa: Dactylosomatidae) та позаклітинні – *Trypanosoma* Gruby 1843 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), а також личинкові стадії нематоди – мікрофілярії – із підряду Filariata. Видове визначення виявлених гемопаразитів триває.

В аналізованій вибірці особин, вільних від гемопаразитів, та особин із моноінвазією виявлено не було, ЕІ аделеїдними кокцидіями *Hepatozoon* (Hр) та *Trypanosoma* (Tr) становила 100%, ЕІ *Dactylosoma* (Dc) – 13,04%, ЕІ мікрофіляріями (Mc) – 43,48%.

У вибірці середня П *Hepatozoon* була  $13,32 \pm 3,44$  екз. на 1000 еритроцитів, П *Dactylosoma* –  $0,38 \pm 0,31$  екз. на 1000 еритроцитів, П *Trypanosoma* –  $58,78 \pm 10,94$  екз. на мазок крові (0,01 мл) та П мікрофілярій –  $472,39 \pm 296,46$  екз. на мазок крові (0,01 мл).

За комбінуванням різних видів гемопаразитів біли виділенні три групи, інтенсивність інвазії в кожній із груп наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Інтенсивність інвазії в крові *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження.

Групи тварин	Hр+Tr+Mc+Dc (n = 12)	Hр+Tr+Mc (n = 14)	Hр+Tr (n = 26)
Гемопаразити			
<i>Hepatozoon</i> , екз. на 1000 еритроцитів	$\frac{17,61 \pm 16,06}{0,39 - 49,71}$	$\frac{9,38 \pm 5,27}{0,98 - 40,39}$	$\frac{14,46 \pm 4,45}{0,59 - 55,88}$
<i>Trypanosoma</i> , екз. на мазок крові (0,01 мл)	$\frac{93,0 \pm 33,41}{51 - 159}$	$\frac{72,71 \pm 24,72}{17 - 202}$	$\frac{43,39 \pm 11,39}{2 - 120}$
Мікрофілярії, екз. на мазок крові (0,01 мл)	$\frac{208,67 \pm 136,11}{12 - 470}$	$\frac{1462,71 \pm 904,84}{18 - 6410}$	—
<i>Dactylosoma</i> , екз. на 1000 еритроцитів	$\frac{2,51 \pm 2,34}{0,13 - 7,19}$	—	—

Примітка: тут та далі у чисельнику  $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ; у знаменнику – min – max значення.

Відомо, що при впливі різних стресових чинників, зокрема інвазивних, у популяції лейкоцитів крові відбуваються дестабілізаційні та дезорганізаційні процеси, що призводять до зниження адаптивних властивостей організму. Ці зміни відбуваються у співвідношенні різних пулів лейкоцитів, що наочно можна спостерігати при аналізі лейкоцитарної формули. Зміни в співвідношенні різних форм лейкоцитів можуть бути індикаторами ступеня дестабілізаційних процесів.

Основними типами клітин білої крові зелених жаб є лімфоцити, моноцити, нейтрофіли, еозинофіли і базофіли [12, 13]. Склад лейкоцитарної формули відображає видові, індивідуальні та екологічні особливості жаб, а співвідношення окремих типів клітин – функціональний стан організму і характер впливу біотичних та абіотичних стрес-факторів [14].

За результатами проведеного дослідження було визначено, що в крові всіх особини *P. ridibundus* із різним комбінуванням гемопаразитарної інвазії найбільший пул клітин складала лімфоцити, тобто кров має лімфоцитарний профіль (рис. 1). Лімфоцити зелених жаб, подібні до лімфоцитів вищих хребетних [2], є центральною ланкою імунної системи, що забезпечує всі основні реакції імунітету, зокрема формування адаптивного імунітету. Зменшення відносної кількості лімфоцитів в особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) на 13,62% ( $p < 0,01$ ) порівняно з особинами, що мали потрійну інвазію (Нр+Тг+Мс), мало статистично достовірну відмінність.

У реалізації функцій клітинного імунітету важлива роль належить гранулоцитам. Гранулоцити *P. ridibundus* представлені нейтрофілами, еозинофілами та базофілами. Нейтрофіли за ступенем зрілості ядра поділялися на юні, паличко- та сегментоядерні.

Аналіз змін гранулоцитарного пулу лейкоцитів у периферичній крові *P. ridibundus* свідчить про достовірні збільшення на 23,87% ( $p < 0,01$ ) відносної кількості сегментоядерних та на 30,71% ( $p < 0,01$ ) паличкоядерних нейтрофілів у особин із поліінвазією порівняно з особинами з потрійною інвазією. Збільшення юних форм нейтрофілів не мали достовірних відмінностей в особин цих двох груп.

Найменший відносний вміст еозинофілів визначений в особин із подвійною (Нр+Тг) інвазією, що на 49,5% ( $p < 0,001$ ) менше ніж у особин із поліінвазією. Відносна кількість еозинофілів в особин із поліінвазією більша на 18,36% ( $p < 0,05$ ) ніж у особин із потрійною інвазією.

Статистичний аналіз змін щодо агранулоцитарного пулу лейкоцитів в особин із потрійною (Нр+Тг+Мс) та поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) не виявило вірогідних відмінностей. Порівняльний аналіз змін відносних показників лейкоцитарної формули між особинами із подвійною (Нр+Тг) та потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією не виявив статистично значущих відмінностей.

Для більш об'єктивного аналізу реальних співвідношень окремих форм лейкоцитів, окрім відсоткового складу лейкоцитарної формули, доцільно перевести їх в абсолютні числа (тис/мкл). Кількість лейкоцитів окремих видів може змінюватися незалежно від інших, саме тому необхідно розрізняти відносні та абсолютні зміни.

Найбільший загальний вміст лейкоцитів у крові *P. ridibundus* був визначений в особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс), що на 20,56% ( $p < 0,01$ ) більше, ніж в особин із потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією (табл. 2).

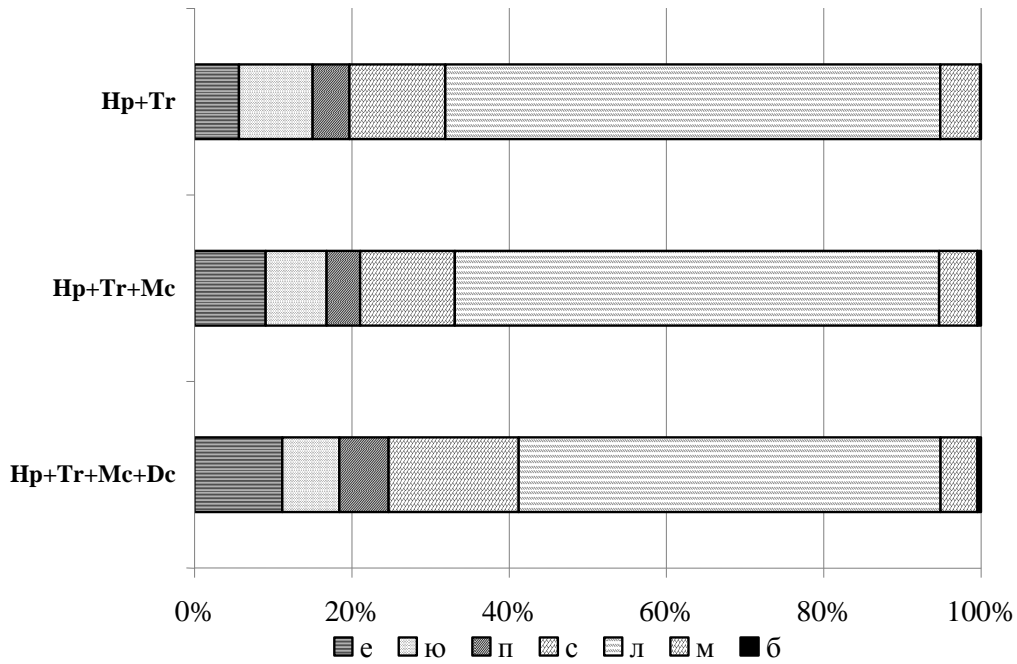


Рис. 1 Співвідношення (%) різних типів лейкоцитів у лейкоцитарній формулі крові *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження (е – еозинофіли, ю – юні нейтрофіли, п – паличкоядерні нейтрофіли, с – сегментоядерні нейтрофіли, л – лімфоцити, м – моноцити, б – базофіли).

Таблиця 2 – Загальний вміст лейкоцитів та абсолютна кількість елементів лейкоцитарної формули у крові *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження.

Показники		Групи тварин		
		Hp+Tr+Mc+Dc (n = 12)	Hp+Tr+Mc (n = 14)	Hp+Tr (n = 26)
лейкоцити, тис/мкл		$\frac{16,0 \pm 3,46}{10 - 22}$	$\frac{12,71 \pm 2,78^{**}}{5 - 27}$	$\frac{15,15 \pm 2,19^{## \$}}{4 - 31}$
еозинофіли, тис/мкл		$\frac{1,92 \pm 0,73}{0,8 - 3,3}$	$\frac{1,27 \pm 0,46^{**}}{0,08 - 3,41}$	$\frac{1,17 \pm 0,57}{0,07 - 7,75}$
нейтрофіли	юні, тис/мкл	$\frac{1,10 \pm 0,5}{0,53 - 2,19}$	$\frac{0,71 \pm 0,09^{**}}{0,27 - 0,99}$	$\frac{1,54 \pm 0,53^{# \$\$}}{0,08 - 6,96}$
	паличкоядерні, тис/мкл	$\frac{0,89 \pm 0,15}{0,66 - 1,17}$	$\frac{0,40 \pm 0,08^{**}}{0,18 - 0,75}$	$\frac{0,76 \pm 0,14^{## \$\$}}{0,06 - 1,9}$
	сегментоядерні, тис/мкл	$\frac{2,04 \pm 0,78}{0,6 - 3,2}$	$\frac{1,29 \pm 0,28^{**}}{0,37 - 2,61}$	$\frac{1,91 \pm 0,45^{# \$}}{0,48 - 6,61}$
лімфоцити, тис/мкл		$\frac{9,10 \pm 3,34}{4,2 - 15,47}$	$\frac{8,28 \pm 2,19}{2,78 - 19,62}$	$\frac{8,96 \pm 1,04}{2,91 - 14,14}$
моноцити, тис/мкл		$\frac{0,77 \pm 0,22}{0,33 - 1,01}$	$\frac{0,71 \pm 0,32}{0,03 - 1,98}$	$\frac{0,78 \pm 0,25}{0,15 - 3,60}$
базофіли, тис/мкл		$\frac{0,06 \pm 0,03}{0 - 0,1}$	$\frac{0,09 \pm 0,06}{0 - 0,45}$	$\frac{0,01 \pm 0,01}{0 - 0,19}$

Примітки: тут та далі \*\* –  $p < 0,01$  при порівнянні особин із потрійною (Hp+Tr+Mc) інвазією з особинами із поліінвазією (Hp+Tr+Mc+Dc); # –  $p < 0,05$ , ## –  $p < 0,01$  при порівнянні особин із подвійною (Hp+Tr) інвазією з особинами із поліінвазією (Hp+Tr+Mc+Dc); § –  $p < 0,05$ , §§ –  $p < 0,01$  при порівнянні особин із подвійною (Hp+Tr) інвазією з особинами із потрійною (Hp+Tr+Mc) інвазією.

Аналіз змін абсолютної чисельності в різних пулах лейкоцитів дозволяє констатувати вірогідне збільшення всіх форм гранулоцитів в особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) порівняно з особинами з потрійною (Нр+Тг+Мс) та подвійною (Нр+Тг) інвазією.

Встановлено збільшення еозинофілів на 33,85% ( $p < 0,01$ ) в особин із поліінвазією порівняно із особинами з подвійною інвазією. Зміни абсолютної кількості еозинофілів між іншими групами зелених жаб не мали вірогідних відмінностей.

Найбільша абсолютна кількість юних форм нейтрофілів спостерігалася в особин із подвійною (Нр+Тг) інвазією, що на 40% ( $p < 0,05$ ) більше ніж в особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) та майже в 2,17 разу ( $p < 0,01$ ) більше ніж в особин із потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією.

У особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) абсолютна кількість зрілих форм нейтрофілів (паличко- та сегментоядерних) була вірогідно більшою на 55,06% ( $p < 0,01$ ) та 36,76% ( $p < 0,01$ ) відповідно ніж в особин із потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією. Особини з подвійною (Нр+Тг) інвазією мали також більш високі абсолютні показники паличко- та сегментоядерних нейтрофілів (на 47,37% ( $p < 0,01$ ) та 32,46% ( $p < 0,05$ ) відповідно) ніж особини з потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією.

Беззаперечним є той факт, що нейтрофіли є активними ферментотворювачами, що здатні до фагоцитозу та до здійснення різноманітних ефекторних функцій клітинного імунітету. Тому виявлені зміни у відносних та абсолютних кількостях гранулоцитів у вигляді часткового нетрофіліозу можливо розглядати як окремі ознаки адаптаційного механізму, що підвищують захисну функцію крові.

При аналізі змін абсолютної кількості базофілів серед груп *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження вірогідних відмінностей не виявлено.

Статистичний аналіз змін абсолютних показників агранулоцитарної ланки (лімфоцитів і моноцитів) лейкоцитів між трьома дослідженими групами жаб низькодостовірний ( $p > 0,05$ ) через високий рівень варіабельності цих показників. Це можна розглядати як додаткове свідчення нестабільного стану лімфоїдної системи, що розвивається в жаб під впливом гемопаразитарного навантаження.

Додатковим методом оцінки фізіологічного стресу в хребетних є використання індексу напруження N/L, що відображає співвідношення неспецифічного і специфічного захисту, тобто гуморальної і клітинної ланки імунної системи [15].

Лімфоцитарний профіль крові зелених жаб *P. ridibundus* визначає низькі значення індексу напруження N/L, його збільшення спостерігається у відповідь на дію стрес-індукованих факторів. Серед досліджених груп *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження найбільший індекс напруження визначений в особин із комбінованою поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс), що на 14,21% ( $p < 0,01$ ) та на 11,58% ( $p < 0,01$ ) більше ніж у особин із подвійною (Нр+Тг) та потрійною (Нр+Тг+Мс) інвазією відповідно (табл. 2).

За результатами проведеного дослідження змін ЕЛФК та індексу домінування в *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження виявили їх різноспрямовані зміни, що свідчать про зменшення структурної організації системи (підвищення її дезорганізованості), за рахунок зменшення відносної організації в групі особин із поліінвазією (Нр+Тг+Мс+Дс) на відміну від двох інших груп (табл. 2).

Отже, виявлені зміни в ЕЛФК та відносної організації (індекс домінування) відбивають дестабілізаційні процеси та характер модифікаційних змін, що відбуваються в організмі *P. ridibundus* залежно від підвищення ступеня гемопаразитарного навантаження.

Таблиця 2 – Інтегральні лейкоцитарні індекси *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження.

Групи тварин Показники	Hp+Tr+Mc+Dc (n = 12)	Hp+Tr+Mc (n = 14)	Hp+Tr (n = 26)
N/L	$\frac{0,65 \pm 0,28}{0,12 - 1,09}$	$\frac{0,44 \pm 0,12^{**}}{0,15 - 1,01}$	$\frac{0,46 \pm 0,08^{\#}}{0,19 - 1,33}$
ЕЛФК	$\frac{1,90 \pm 0,24}{1,42 - 2,17}$	$\frac{1,68 \pm 0,10^{**}}{1,43 - 2,25}$	$\frac{1,63 \pm 0,07^{\#\#}}{1,37 - 2,14}$
ЕЛФК <sub>Віднос</sub>	$\frac{73,39 \pm 9,28}{54,90 - 84,14}$	$\frac{64,87 \pm 3,97^{**}}{55,28 - 86,89}$	$\frac{63,18 \pm 2,85^{\#\#}}{52,88 - 82,74}$
R	$\frac{0,71 \pm 0,04}{0,67 - 0,79}$	$\frac{0,75 \pm 0,02^*}{0,66 - 0,78}$	$\frac{0,75 \pm 0,01^{\#}}{0,68 - 0,79}$

Результати проведеного дослідження показали, що зі збільшенням гемопаразитарного навантаження в організмі *P. ridibundus* відбувається підвищення ступеня напруження адаптаційних функціональних систем та зменшення стабільності структури лейкоцитів. Отримані дані свідчать про можливість використання інтегральних лейкоцитарних індексів для оцінки ступеня напруження адаптаційних процесів *P. ridibundus* в умовах природної гемопаразитарної інвазії.

Виявлені залежності інтегральних лейкоцитарних індексів *P. ridibundus* із рівнем природної гемопаразитарної інвазії вимагають подальшого глибокого вивчення.

### ВИСНОВКИ

1. У крові озерних жаб *P. ridibundus* були виявлені одноклітинні паразити, яких віднесено до 3 таксономічних родин: внутрішньоклітинні – *Hepatozoon* Miller 1908 (Apicomplexa: Adeleorina), *Dactylosoma* Labbe, 1894 (Apicomplexa: Dactylosomatidae) та позаклітинні – *Trypanosoma* Gruby 1843 (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), а також личинкові стадії нематоди – мікрофілярії – із підряду *Filariata*.
2. За результатами проведеного дослідження було визначено, що в крові всіх особини *P. ridibundus* із різним комбінуванням гемопаразитарної інвазії найбільший пул клітин складала лімфоцити, тобто кров має лімфоцитарний профіль. Встановлено зменшення відносної кількості лімфоцитів в особин із поліінвазією (Hp+Tr+Mc+Dc) на 13,62% ( $p < 0,01$ ) порівняно з особинами, що мали потрійну інвазію (Hp+Tr+Mc).
3. Аналіз змін гранулоцитарного пулу лейкоцитів у периферичній крові *P. ridibundus* свідчить про достовірні збільшення на 23,87% ( $p < 0,01$ ) відносної кількості сегментоядерних та на 30,71% ( $p < 0,01$ ) паличкоядерних нейтрофілів в особин із поліінвазією порівняно з особинами з потрійною інвазією.
4. Аналіз змін абсолютної чисельності в різних пулах лейкоцитів дозволяє констатувати вірогідне збільшення всіх форм гранулоцитів в особин із поліінвазією (Hp+Tr+Mc+Dc) порівняно з особинами з потрійною (Hp+Tr+Mc) та подвійною (Hp+Tr) інвазією.
5. Серед досліджених груп *P. ridibundus* із різним ступенем гемопаразитарного навантаження найбільший індекс напруження визначений в особин із комбінованою поліінвазією (Hp+Tr+Mc+Dc), що на 14,21% ( $p < 0,01$ ) та на 11,58% ( $p < 0,01$ ) більше ніж в особин із подвійною (Hp+Tr) та потрійною (Hp+Tr+Mc) інвазією відповідно.
6. Отримані дані свідчать про можливість використання інтегральних лейкоцитарних індексів для оцінки ступеня напруження адаптаційних процесів *P. ridibundus* в умовах природної гемопаразитарної інвазії.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Readel A. M. Blood Parasites of Frogs From an Equatorial African Montane Forest in Western Uganda / A.M. Readel, T.L. Goldberg // *J. Parasitol.* – 2010. – Vol. 96(2). – P. 448–450.
2. Галактионов В. Г. Эволюционная иммунология / Галактионов В. Г. – М. : ИКЦ Академкнига, 2005. 408 с.
3. Shutler D. Leukocyte Profiles of Northern Leopard Frogs, *Lithobates pipiens*, Exposed to Pesticides and Hematozoa in Agricultural Wetlands / D.Shutler, D.J. Marcogliese // *Copeia.* – 2011. – Vol. 2. – P. 301-307.
4. Зилов В.Г. Элементы информационной биологии и медицины / Зилов В. Г., Судаков К.В., Эпштейн О.И. – М. : МГУЛ, 2001. – 256 с.
5. Осипов А. И. Энтропия и ее роль в науке / А.И. Осипов, А.В. Уваров // *Соросовский образовательный журнал.* – 2004. – Т. 8, № 1. – С. 70–79.
6. Микряков В.Р. Использование индекса Шеннона для оценки последствий влияния стресс-факторов на структурную организацию состава лейкоцитов рыб / В.Р. Микряков, В.Г Терещенко, Д.В. Микряков // *Вопросы рыболовства.* – 2005. – Т. 6, № 3 (23). – С. 518-532.
7. Терещенко В.Г. Применение интегральных индексов структуры лейкоцитов для описания процессов, происходящих в иммунной системе рыб / В.Г. Терещенко, В.Р. Микряков, Д.В. Микряков // *Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов : расширенные материалы IV Междунар. конф., Борок, 24 – 27 сентября 2015 года.* – Ярославль : Филигрань, 2015. – С. 245 – 257.
8. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н.Т. Иванова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
9. Davis A.K. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists (Review) / A.K. Davis, D. L. Maney, J. C. Maerz // *Functional Ecology.* – 2008. – Vol. 22. – P. 760–772.
10. Пат. На корисну модель № 30359 Україна (2007) GO1N 33/49). Спосіб діагностики донозологічного стану чоловіків / Омелянчик Л.О., Колісник Н. В., Самойленко Ж.С. Заяв. 22.10.2007. Опубл. 25.02.2008, Бюл. № 4. – 4 с.
11. Мызников И.Л. Методики информационного исследования морфологии белой крови / И.Л. Мызников, В.В. Марченко, Д.Г. Перминов // *Здоровье. Медицинская экология. Наука.* – 2013. – Т. 4 (53). – С. 21 – 26.
12. Allender M.C. Amphibian Hematology / M.C. Allender, M.M. Fry // *Vet. Clin. Exot. Anim.* – 2008. – Vol. 11. – P. 463 – 480.
13. Davis A.K. White blood cell differentials of northern cricket Frogs (*Acris c. crepitans*) with a compilation of Published values from other amphibians / A. K. Davis, A.W.M. Durso // *Herpetologica.* – 2009. – Vol. 65(3). – P. 260 – 267.
14. Romanova E.B. Peculiarities of Leukocytic Formula of Peripheral Blood of Green Frogs under Conditions of Anthropogenic Load / E.B. Romanova, O.Yu. Romanova // *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology.* – 2003. – Vol. 39, № 4. – P. 480 – 484.

15. Narayan E. Urinary corticosterone responses and haematological stress indicators in the endangered Fijian ground frog (*Platymantis vitiana*) during transportation and captivity / E. Narayan, J.-M. Hero // *Australian Journal of Zoology*. – 2011. – Vol. 59. – P. 79 - 85.

### REFERENCES

1. Readle A. M. Blood Parasites of Frogs From an Equatorial African Montane Forest in Western Uganda / A.M. Readle, T.L. Goldberg // *J. Parasitol.* – 2010. – Vol. 96(2). – P. 448–450.
2. Galaktionov V.G. Jevoljucionnaja imunologija / Galaktionov V.G. . – M. : IKC Akademkniga, 2005. 408 s.
3. Shutler D. Leukocyte Profiles of Northern Leopard Frogs, *Lithobates pipiens*, Exposed to Pesticides and Hematozoa in Agricultural Wetlands / D.Shutler, D.J. Marcogliese // *Copeia*. – 2011. – Vol. 2. – R. 301-307.
4. Zilov V.G. Jelementy informacionnoj biologii i mediciny / Zilov V.G., Sudakov K.V., Jepshtejn O. I. – M. : MGUL, 2001. – 256 s.
5. Osipov A. I. Jentropija i ee rol' v nauke / A.I. Osipov, A.V. Uvarov // *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*. – 2004. – T. 8, № 1. – S. 70 – 79.
6. Mikrjakov V.R. Ispol'zovanie indeksa Shennona dlja ocenki posledstvij vlijanija stress-faktorov na strukturnuju organizaciju sostava lejkocitov ryb / Mikrjakov V.R., Tereshhenko V.G, Mikrjakov D.V. // *Voprosy rybolovstva*. – 2005. – T. 6, № 3 (23). – S. 518-532.
7. Tereshhenko V.G. Primenenie integral'nyh indeksov struktury lejkocitov dlja opisaniya processov, proishodjashhih v immunnoj sisteme ryb / V.G. Tereshhenko, V.R. Mikrjakov, D.V. Mikrjakov // *Problemy patologii, imunologii i ohrany zdorov'ja ryb i drugih gidrobiontov : rasshirennye materialy IV Mezhdunar. konfer., Borok, 24-27 sentjabrja 2015 goda*. – Jaroslavl' : Filigran', 2015. – S. 245-257.
8. Ivanova N.T. Atlas kletok krovi ryb (sravnitel'naja morfologija i klassifikacija formennyh jelementov krovi ryb) / N.T. Ivanova. – M. : Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1982. – 184 s.
9. Davis A. K. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists (Review) / Davis A. K., Maney D. L., Maerz J. C. // *Functional Ecology*. – 2008. – Vol. 22. – R. 760–772.
10. Pat. na korisnu model' № 30359 Ukraina (2007) GO1N 33/49). Sposib diagnostiki donozologichnogo stanu cholovikiv / Omel'janchik L.O., Kolisnik N.V., Samojlenko Zh.S. Zajav. 22.10.2007. Opubl. 25.02.2008, Bjul. № 4. – 4 s.
11. Myznikov I.L. Metodiki informacionnogo issledovanija morfologii beloj krovi / Myznikov I.L., Marchenko V.V., Perminov D.G. // *Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka*. – 2013. – T. 4 (53). – S. 21 – 26.
12. Allender M.C. Amphibian Hematology / M.C. Allender, M.M. Fry // *Vet. Clin. Exot. Anim.* – 2008. – Vol. 11. – P. 463 – 480.
13. Davis A.K. White blood cell differentials of northern cricket Frogs (*Acris c. Crepitans*) with a compilation of Published values from other amphibians / A.K. Davis, A.W M. Durso // *Herpetologica*. – 2009. – Vol. 65(3). – P. 260 – 267.
14. Romanova E.B. Peculiarities of Leukocytic Formula of Peripheral Blood of Green Frogs under Conditions of Anthropogenic Load / E.B. Romanova, O.Yu. Romanova // *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. – 2003. – Vol. 39, № 4. – P. 480 - 484.
15. Narayan E. Urinary corticosterone responses and haematological stress indicators in the endangered Fijian ground frog (*Platymantis vitiana*) during transportation and captivity / E. Narayan, J.-M. Hero // *Australian Journal of Zoology*. – 2011. – Vol. 59. – P. 79 – 85.

УДК 57.085.23:636.4

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КУЛЬТИВУВАННЯ ООЦИТ-КУМУЛЮСНИХ КОМПЛЕКСІВ *IN VITRO* ЗА ОСЦИЛЯЦІЇ рН І ТЕМПЕРАТУРИ СЕРЕДОВИЩА ЇХ ДОЗРІВАННЯ

Корчан Н.О., <sup>1</sup>Галкін О.Ю.

*Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка  
36000, Україна, Полтава, вул. Остроградського, 2*

<sup>1</sup> *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»  
03056, Україна, Київ, просп. Перемоги, 37*

nataly.korchan@gmail.com

Усі ланки біотехнологічного процесу отримання ембріонів *in vitro* поступаються ефективністю перед такими, що мають місце *in vivo*. Аналіз літературних даних переконливо свідчить про те, що біотехнологію отримання ембріонів *in vitro* можна значно покращити, якщо хоча б деякі умови середовища культивування ооцит-кумулясних комплексів (ОКК) і ембріонів, які повсюдно надмірно стабілізують, замінити на примусово осцилюючі з відомими біоритмами. Щодо середовища культивування ОКК *in vitro* нами застосовано осциляцію рН з добовим біоритмом та розроблено й використано осциляцію температури з приблизно одногодинним біоритмом. Уперше у світовій практиці показано, що застосування біоритмічно осцилюючих параметрів культивування ОКК *in vitro* не зменшує приріст їхнього діаметра порівняно з використанням постійних умов. Це – лише перший крок на шляху перспективного упровадження біоритмічно осцилюючих параметрів культивування біологічних мікрооб'єктів у біотехнології.

*Ключові слова: біотехнологія, осциляція, рН, температура, ооцит-кумулясний комплекс (ОКК), in vitro, парадигма постійності.*

Корчан Н.А., Галкин А.Ю.<sup>1</sup>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ООЦИТ-КУМУЛЮСНЫХ КОМПЛЕКСОВ *IN VITRO* ПРИ ОСЦИЛЛЯЦИИ рН И ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ ИХ ДОЗРЕВАНИЯ / Полтавский национальный педагогический университет им. В.Г. Короленко, 36000, Украина, Полтава, ул. Остроградского 2, <sup>1</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», 03056, Украина, Киев, просп. Победы, 37

Все звенья биотехнологического процесса получения эмбрионов *in vitro* уступают в эффективности тем, что имеют место *in vivo*. Анализ литературных данных убедительно свидетельствует о том, что биотехнологию получения эмбрионов *in vitro* можно значительно улучшить, если хотя бы некоторые условия среды культивирования ооцит-кумулясных комплексов (ОКК) и эмбрионов, которые всюду чрезмерно стабилизируют, заменить на принудительно осциллирующие с известными биоритмами. Относительно среды культивирования ОКК *in vitro* нами применена осциляция рН с суточным биоритмом, а также разработана и использовалась осциляция температуры с приблизительно одночасовым биоритмом. Впервые в мировой практике показано, что использование биоритмично осциллирующих параметров культивирования ОКК *in vitro* не уменьшает прирост их диаметра сравнительно с использованием стабильных условий. Это лишь первый шаг на пути перспективного внедрения биоритмично осциллирующих параметров культивирования биологических микрообъектов в биотехнологии.

*Ключевые слова: биотехнология, осциляция, рН, температура, ооцит-кумулясный комплекс (ОКК), in vitro, парадигма постоянства.*

Korchan N.O., Galkin O.Yu.<sup>1</sup> CREATION CUMULUS OOCYTE COMPLEXES CULTURE TECHNOLOGY *IN VITRO* UNDER OSCILLATION рН AND TEMPERATURE OF THEIR MATURATION MEDIUM / Poltava National Pedagogic University named after V.G. Korolenko, Ukraine, 36000 Poltava, Ostrogradskii st., 2, <sup>1</sup> National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, 03056 Kyiv, Peremohy av., 37

Working out of technology for obtaining preimplantation embryos *in vitro* is an important scientific task. This problem is resolving by many scientists all over the world. Impressing results are achieved on this way. Nevertheless, every step of biotechnology process for embryo obtaining *in vitro* is less effective than those is in vivo. Literature data analysis convincingly indicate biotechnology for embryo obtaining

may be significantly improved if some culture conditions for cumulus oocyte complexes (COCs) and embryos, which are everywhere over stabilized, were forced to be oscillating with familiar biorhythms. Development of biological object is not only programmed but also is determined by influences of environmental changes. There are not constant or stable conditions in nature, particularly – in mammalian organism. Physiological processes are principally nonlinear. Values of many organism parameters change with several biorhythms. Important role of biorhythmic changes in values of an organism parameters is in favoring transition between its opposite states and processes, for example – between anabolism and catabolism. Theory and practice of biology and medicine indicate an action of specific factors for development of an organism and cells can be substituted to some extent and added by nonspecific ones, particularly by temperature and concentration of different ions. Concerning medium for COCs culture *in vitro*, we developed and applied method of pH oscillation with circadian period, and method of temperature oscillation with circadian period. For the first time in world practice, we have shown applying biorhythmically oscillation parameters for COCs culture *in vitro* does not decrease diameter gain when compared with use of constant conditions. This is only the first step on the way of perspective introduction biorhythmically oscillation parameters for culture of biological microobjects in biotechnology. Results of our work are following. It is developed technology of COCs *in vitro* culture in medium temperature of which is forced to be oscillating in the range from 37 to 39 °C with circadian period. It is developed technology of COCs *in vitro* culture in medium pH of which is forced to be oscillating in the range from 7.2 to 8.1 units with circadian period. There is not significant difference between rates of COCs diameter gain at oscillating versus constant temperature and at oscillating versus constant pH. Principal cause of this is likely short term of COCs culture – only 24 hours. Though we have shown oscillatory culture conditions to be not worse than constant ones literature data and our theoretical ground convincingly give evidence about great perspectives namely oscillatory culture conditions as nonspecific factors stimulating growth and development of COCs *in vitro*. So, paradigm of stability is limited, and homeostasis is not only stable but oscillating too. Taken into account perspectives of the further investigations, it seems to be necessary to study the impact of using oscillatory temperature and oscillatory pH on *in vitro* fertilization of oocytes matured *in vitro* and on *in vitro* culture of the embryos obtained in this way. Because, the longer the culture continues at oscillating both temperature and pH the bigger would be difference between results of culture at constant conditions versus oscillating ones with advantage of latter's.

*Key words: biotechnology, oscillation, pH, temperature, cumulus oocyte complexes (COCs), in vitro, paradigm of constancy*

## ВСТУП

Розробка технології отримання доімплантаційних ембріонів *in vitro* – важливе наукове завдання, над яким працюють науковці усього світу. На цьому шляху досягнуто вражаючих результатів. Тим не менше, усі ланки біотехнологічного процесу отримання ембріонів *in vitro* поступаються ефективністю перед такими, що мають місце *in vivo*. Покращення розвитку ооцит-кумулюсних комплексів (ОКК) *in vitro* теж залишається не вирішеною проблемою.

Фізіологічні процеси принципово нелінійні. Перехід клітин з одного крайнього фізіологічного стану, у якому переважають анаболічні процеси, в інший, у якому переважають катаболічні процеси, подібний до коливання механічного маятника, осциляції. Результат розвитку біологічного об'єкта-процесу не лише запрограмований, а визначається й впливом зовнішніх умов середовища. З усіх відомих способів використання зовнішніх умов середовища для покращення росту й розвитку клітин і ембріонів найбільш адекватним їхній природі є спосіб застосування та підтримання біоритмічної осциляції величин параметрів цих умов. Найвідоміша й найзрозуміліша теоретична підстава для розширення застосування осциляції умов середовища розвитку гамет, клітин і ембріонів – природна біоритмічна осциляція величин їхніх параметрів і зовнішнього оточення. Найзагальніша теоретична підстава – сприяння взаємопереходу протилежних властивостей біооб'єктів в їх кількісних і якісних змінах.

Теорія й практика біології та медицини свідчать про те, що дію специфічних факторів росту й розвитку живого можна деякою мірою замінити та доповнити дією неспецифічних факторів [1, 2, 3, 11], зокрема, зміною температури та концентрацій різних іонів, особливо катіонів водню [9, 10, 19, 20]. Та разом із тим є дослідження, які нашоухують на думку

про шкідливість будь-якого маніпулювання з температурою середовища культивування, окрім підтримання її постійною [21, 22]. Але інші факти свідчать про те, що парадигма постійності (стабільності) є обмеженою. Так, показано, що запліднення ооцитів ссавців *in vitro* породжує в них осциляцію [18]. І хоча в зиготах миші така осциляція триває зовсім недовго, порівняно з тривалістю культури доімплантаційних ембріонів *in vitro* [14], якщо її підтримувати й далі, розвиток ембріонів значно покращується [15, 16].

А тому можна сподіватися на успішне застосування біоритмічної осциляції рН і температури як факторів, що стимулюють ріст і розвиток ОКК. У зв'язку з цим метою роботи стала розробка технологій створення осциляції рН і температури *in vitro* для культивування ОКК за цих умов. Розробка цієї біотехнології включала створення таких технологій і систем біоритмічної осциляції рН і температури *in vitro*, які дозволили б культивувати в таких умовах ОКК, а в майбутньому – і доімплантаційні ембріони.

### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

ОКК отримували з яєчників свині, привезених з м'ясокомбінату. Яєчники транспортували в термосі при температурі, не нижчій ніж 20°C. Час від узяття першого яєчника до початку виділення ОКК – від 2 год до 3 год. У лабораторії, в універсальній настільній бактерицидній камері УНБК-1, в яку вмонтовано бінокулярний мікроскоп, яєчник обмивали стерильним фізіологічним розчином з температурою від 25° С до 39° С. ОКК разом з фолікулярною рідиною (ФР) вилучали з фолікулів піпеткою з металевою голкою.

Використовували фолікули з діаметром, не меншим за 2 мм. Відсмоктану піпеткою ФР з ОКК виприскували у флакончик об'ємом 20 мл. Зібраній у такий спосіб ФР з ОКК давали відстоятися 5 хв, щоб останні осіли на дно. ФР відбирали, залишаючи ОКК на дні флакона, й центрифугували її 5 хв за 3 тис. об./хв. Центрифуговану ФР додавали в кількості 10 або 20% до середовища дозрівання ОКК. Залишок ФР з ОКК знову збовтували й виливали в чашку Петрі, у якій ОКК відшукували й переносили в середовище дозрівання. Деякі елементи цієї й наступних методик викладені в роботах [12, 13].

ОКК розсаджували наздогад у дослідні та контрольні скляні чашки з поживним середовищем. Скляні чашки культивування власноручно виготовляли з флаконів з-під інсуліну. Діаметр чашки – 15 мм, висота – 10 мм.

Температуру й рН контрольного середовища дозрівання підтримували постійними. Температуру й рН дослідного середовища дозрівання примушували осцилювати. Перед постановкою ОКК на культуру вимірювали їхній діаметр.

Чашки з ОКК вкладали в газові камери, у яких їх продували газовою сумішшю з CO<sub>2</sub> й повітря. Флакони вкладали в термостат та термоосцилятор.

Для дозрівання ОКК використовували середовище NCSU, яке готували самостійно за літературним прописом [17]. Його склад такий: хлорид натрію – 108,7 мМ, хлорид калію – 4,78 мМ, лактат кальцію п'ятиводний – 1,71 мМ, калій фосфорнокислий однозаміщений – 1,19 мМ, сульфат магнію семиводний – 1,19 мМ, глутамін – 1,0 мМ, глюкоза – 5,55 мМ, таурин – 7,0 мМ, гіпотаурин – 5,0 мМ, піруват натрію – 0,33 мМ, гідрокарбонат натрію – 25,07 мМ, гентаміцину сульфат – 20 мкг/мл, цистеамін – 0,57 мМ. Отримане середовище стерилізували фільтруванням за допомогою власноручно зібраної установки. Вакуум створювали вакуумним компресором. Приготоване середовище продували газовою сумішшю, що давала рН від 7,3 од. до 7,4 од., й зберігали в холодильнику. Напередодні культивування середовище розливали по скляних камерах, по 0,7 мл й нашаровували на нього вазелінову олію, теж по 0,7 мл. Скляні камери з середовищем вкладали в газові

камери, або витягували з них за допомогою спеціального пінцета. Стерильне середовище доповнювали 10% або 20% ФР, 10 МО/мл хоріонічного гонадотропіну людини та 10 МО/мл хоріонічного гонадотропіну коня, гормонами, які повсюдно додаються до середовища культивування ОКК свині [10].

Через 24 год. культивування ОКК їхній діаметр вимірювали повторно й визначали процент його відносного приросту за формулою Броді [8]:

$$\text{процент відносного приросту} = 2 \times 100 \times [(M2 - M1)] / [(M2 + M1)],$$

де M1 – діаметр ОКК до культивування, M2 – діаметр ОКК через добу культивування.

Осциляцію рН середовища культивування з добовим періодом створювали за методом Денисюка [4, 5] за новим призначенням [7]. Для цього використовували спеціально сконструйовані газові камери – алюмінієві бокси з напівпроникними для газів трубками із силіконової гуми [5]. ОКК переносили в скляні камери з середовищем дозрівання, на яке попередньо нашаровували вазелінову олію. Ці камери вкладали в газові камери. Останні продували сумішшю CO<sub>2</sub> з повітрям, яка надавала середовищу мінімальний рН у 7,2 од. й уставляли в термостат або термоосцилятор залежно від того, який варіант культивування здійснювали – лише осциляцію рН, чи й осциляцію температури. Через добу рН середовища ставав значно лужним завдяки виходу CO<sub>2</sub> із середовища у простір газової камери, а потім із нього – в повітряний простір термостата чи термоосцилятора за градієнтом його концентрації. У цей час, за умов досягнення максимального рН середовища, скляні камери витягували з газових, розглядали ОКК й вимірювали їхній діаметр. Вимірювали також діапазон осциляції рН.

Осциляцію температури з 40-хвилинним періодом у термостаті ТС-80 створювали в такий спосіб укладали в термостат закриті пляшки з водою [6].

Термостат приєднували до електричної мережі через декілька послідовно з'єднаних таймерів фірм «Vrilux» та «Feron», розробивши графік почергового, через кожні 20 хв, увімкнення-вимкнення термостата, й відповідно запрограмували на умикання-вимикання таймери.

Амплітуду осциляції температури регулювали шляхом зміни в термостаті об'єму води. Чим менший об'єм води містився в термостаті, тим більшою була амплітуда осциляції температури. Робота термостата в такому режимі перетворює його в термоосцилятор. Температуру в камері культивування вимірювали ртутним термометром.

На рис. 1 наведено графік синусоїдальної зміни температури середовища культивування з 40-хвилинним періодом у термоосциляторі. Величину амплітуди осциляції температури вимірювали вранці.

Як газову фазу середовища культивування використовували суміш 5% CO<sub>2</sub> з повітрям. Суміш CO<sub>2</sub> з повітрям створювали шляхом змішування потоків CO<sub>2</sub>, з балона, і повітря, яке подавали за допомогою акваріумного компресора. Змішування потоків газів проводили в колбі Боброва, заповненій бідистильованою водою. Потрібної для культивування величини постійного рН досягали шляхом збільшення чи зменшення одного з газових потоків за безперервного контролю цього показника середовища культивування рН-метром [2, 4, 5].

Усього було досліджено 22 культури. Усі дослідження проведені в лабораторії фізіології Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН України.

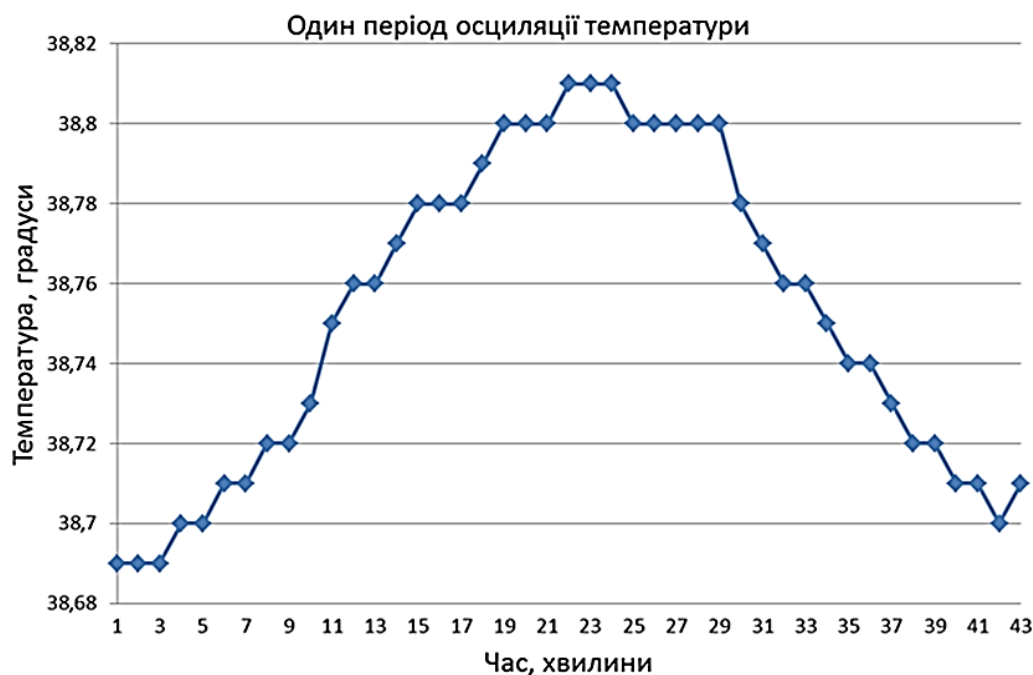


Рис. 1. Графік зміни температури середовища культивування ОКК з 40-хвилинним періодом її осциляції в термоосциляторі.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розроблено технологію культивування ОКК *in vitro* із застосуванням біоритмічної осциляції рН і температури як факторів стимуляції їх росту й розвитку.

Порівняння процента приросту діаметра ОКК за постійної та осцилюючої температури, незалежно від інших умов культивування (табл. 1), показує відсутність достовірних відмінностей між цими величинами.

Таблиця 1 – Приріст діаметра ОКК за постійної та осцилюючої температури

	Температура культивування					
	постійна, n = 395			осцилююча, n = 393		
	діаметр, од.		приріст,%	діаметр, од.		приріст,%
	початковий	кінцевий		початковий	кінцевий	
M± m	15,21±0,17	23,32±0,43	43,75±3,68	14,57±0,18	23,18±0,48	44,61±3,13

Примітка. Відмінність між відповідними значеннями приросту не достовірна.

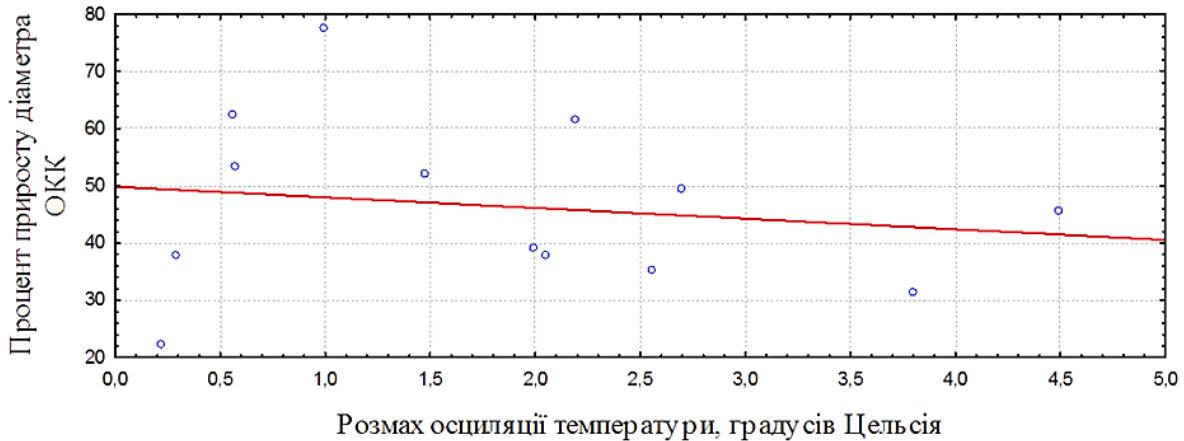
Так само, відсутня достовірна різниця й між процентом приросту діаметра ОКК за постійного та осцилюючого рН, не залежно від інших умов культивування (табл. 2). В обох випадках її можна пояснити недостатньою тривалістю культивування. Можна припустити, що якщо процес культивування подовжити до запліднення ооцитів і культивування ембріонів до стадії бластоцисти, відмінність у впливові постійного й осцилюючого факторів на ці біологічні об'єкти стане достовірною. Потрібно також віднайти найкращий діапазон осциляції рН і температури.

Виявлена слабка й недостовірна кореляція між приростом діаметра ОКК і величиною розмаху осциляції температури (рис. 2).

Таблиця 2 – Приріст діаметра ОКК за постійного та осцилюючого рН

	рН культивування					
	постійний, n = 293			осцилюючий, n = 268		
	діаметр, од.		приріст,%	діаметр, од.		приріст,%
	початковий	кінцевий		початковий	кінцевий	
M±m	15,51±0,19	25,16±0,51	47,04±3,69	14,82±0,19	23,29±0,47	43,12±2,90

Примітка. Відмінність між відповідними значеннями приросту не достовірна.

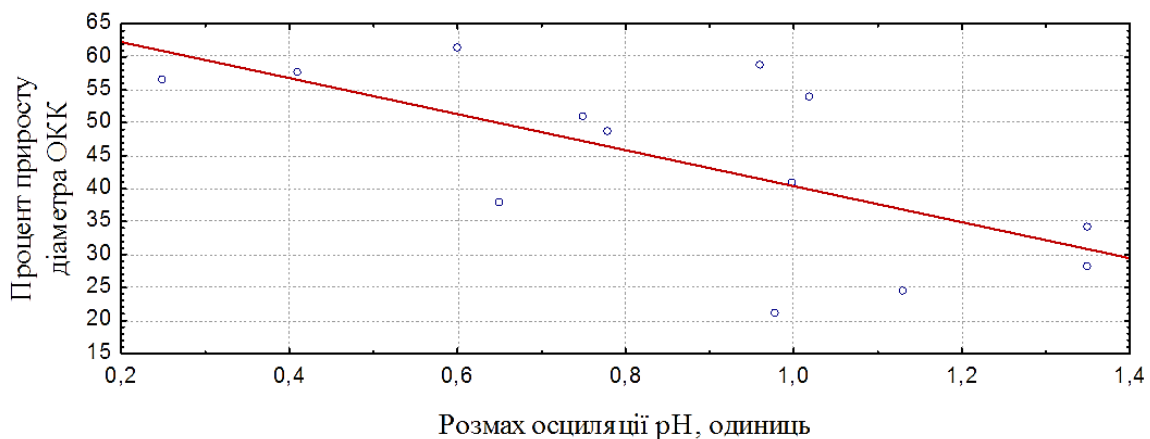


Процент приросту діаметра ОКК за осцилюючої температури:  $y = 49,8723 - 1,8613x$ ;  $r = -0,1671$ ;  $p = 0,5854$ ;  $r^2 = 0,0279$

Рис. 2. Залежність процента приросту величини середнього діаметра ОКК від величини розмаху осциляції температури ( $r$  – коефіцієнт кореляції;  $r^2$  – коефіцієнт регресії)

На підставі цих даних можна припустити, що розмах осциляції, менший за 0,5 °С, активує слабо, а розмах осциляції, що перевищує 2,2 °С, починає пригнічувати розростання все більшої кількості ОКК.

Процент приросту діаметра ОКК за осцилюючого рН середовища культивування негативно з середньою силою достовірно корелював з величиною розмаху осциляції рН (рис. 3).



Процент приросту діаметра ОКК за осцилюючого рН:  $y = 67,7381 - 27,3505x$ ;  $r = -0,6521$ ;  $p = 0,0157$ ;  $r^2 = 0,4252$

Рис. 3. Залежність процента приросту величини середнього діаметра ОКК від величини розмаху осциляції рН ( $r$  – коефіцієнт кореляції;  $r^2$  – коефіцієнт регресії)



Якщо зважати на всю картину цієї залежності, можна дійти висновку, що рис. 3 вказує на шкідливість застосування осциляції рН. Але потрібно зважити на такі обставини. Точки на графіку цієї залежності, які відповідають розмаху рН в 1,35 од., отримані за відносно малої величини початкового середнього діаметра ОКК, – 10-те й 12-те місце в ранжованому ряду від більшої величини до меншої серед 13-ти величин, відповідно до 13-ти культур. Точка на графіку цієї залежності, яка відповідає розмаху рН в 1,13 од., отримана за найменшої величини початкового середнього діаметра ОКК, – 13-те місце в цьому ранжованому ряду. Як бачимо, розмір початкового середнього діаметра дуже впливає на цю закономірність. Точка на графіку цієї залежності, яка відповідає розмаху рН в 0,98 од., отримана за величини початкового середнього діаметра ОКК, яка займає 2-ге місце в цьому ранжованому ряду. Вона фактично випадає з множини результатів, отриманих за осцилюючого рН. Адже результат виявився найгіршим в ранжованому ряду, – 13-те місце з-поміж 13-ти результатів. А розмах осциляції рН в 0,96 та 1,02 од. дав хороші результати. Щоб бути обережним, слід припустити, що розмах осциляції рН, більший за 1,0 од., може бути тим шкідливішим, чим він більший за 1,0 од. Виходячи з того, що середній розмах осцилюючого рН по 13-ти культурам –  $0,86 \pm 0,1$  од., рН можна піддавати осциляції в діапазоні від 7,2 од. до  $8,06 \pm 0,1$  од. (до 7,96-8,16 од.). Не слід забувати й про можливу нелінійність залежності процента приросту діаметра ОКК від величини розмаху осциляції рН середовища їх дозрівання. Припускаємо, що в подальшому можливе точніше визначення величини оптимального розмаху осциляції рН із метою отримання оптимального приросту діаметра ОКК за їх дозрівання *in vitro*.

### ВИСНОВКИ

Розроблено технологію культивування *in vitro* ОКК у середовищі, температуру якого піддають осциляції в діапазоні від 37 °С до 39 °С з 40-хвилинним періодом. Розроблено технологію культивування *in vitro* ОКК у середовищі, рН якого піддають осциляції в діапазоні від 7,2 од. до 8,1 од. з періодом в одну добу. Було показано, що немає достовірної відмінності між процентами приросту діаметра ОКК за постійної та осцилюючої температури. Доведено, що немає достовірної відмінності між процентами приросту діаметра ОКК за постійного та осцилюючого рН. Хоча експериментально нами показано, що осцилюючі умови культивування не гірші за постійні, наведені літературні дані, й наше відповідне обґрунтування, беззаперечно свідчать про перспективність використання саме осцилюючих умов як неспецифічних факторів, що стимулюють ріст і розвиток ОКК *in vitro*.

Враховуючи перспективи подальших досліджень, вважаємо, що потрібно дослідити вплив застосування осцилюючих рН і температури на запліднення *in vitro* дозрілих *in vitro* ооцитів та на подальший розвиток отриманих у такий спосіб ембріонів. Адже чим довше продовжуватиметься культура за осцилюючих рН і температури, тем більшою буде імовірність того, що збільшиться відмінність між результатами культивування за постійних умов, з одного боку, та за осцилюючих, з іншого, імовірно, – на користь осцилюючих умов.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Денисюк П.В. Принципиально новий метод культивування доімплантаційних ембріонів млекопитаючих / П. В. Денисюк, Н. А. Мартыненко // Доповіді НАН України. – 1995. – № 11. – С. 148-149.
2. Денисюк П. В. Вплив рН середовища на розвиток *in vitro* доімплантаційних ембріонів свині : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.13. «Фізіологія людини і тварин» / П. В. Денисюк. – Х., 1997. – 25 с.

3. Денисюк П. В. Теоретичні та експериментальні основи осциляторного способу утримання птахів і ссавців / П.В. Денисюк, О.Г. Чирков // Наук. вісн. ЛНАВМ ім. С. З. Гжицького. – 2004. – Т. 6, № 3, Ч. 3. – С. 42–52.
4. Пат.10067 А, Україна, клас 5 С12 N5/00 Спосіб культивування доімплантаційних ембріонів ссавців поза організмом / Денисюк П.В.; заявник і патентоутримувач Інститут свинарства УААН. – № 93111621; заявл. 23.04.1993; опубл. 30.09.1996, Бюл. № 3.
5. Пат. 46186 А, Україна, клас 6 А61М1/14, С/12N5/06. Спосіб примусової осциляції рН середовища культивування біологічних мікрооб'єктів / Денисюк П.В.; заявник і власник патенту Інститут свинарства УААН. – № 98094883; заявл. 17.09.1998; опубл. 15.05.2002, Бюл. № 5.
6. Пат. 62419 Україна, МПК (2011.01) А01 63/00. Спосіб культивування поза організмом ооцит-кумулясних комплексів (ОКК) за температури, осцилюючої з однощодним періодом / Корчан Н.О., Денисюк П.В.; заявник і власник патенту Інститут свинарства ім. О. В. Квасницького НААН України. – № u201101851; заявл. 17/02/2011; опубл. 25.08.2011. Бюл. № 16.
7. Пат. 68013 Україна, МПК (2012.01), С12N 5/00, А61М 1/00. Застосування примусової біоритмічної осциляції рН середовища культивування поза організмом як способу, призначеного для збільшення міри розростання ооцит-кумулясних комплексів (ОКК) / Корчан Н.О., Денисюк П.В.; заявник і власник патенту Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН України. – № u 2011 10439; заявл. 29.08.2011; опубл. 12.03.2012, Бюл. № 5.
8. Brody S. Bioenergetics and growth. With special reference to the efficiency complex in domestic animals / Brody S. – N.Y. : Hafner, 1945. – 1023 p.
9. Cooke S. Objective assessment of temperature maintenance using *in vitro* culture techniques / S. Cooke, J.P.P. Tyler, G. Driscoll // J. of Assisted Reprod. and Genetics. – 2002. – Vol. 19, № 8. – P. 368-375.
10. Ju J. C.Nuclear and cytoskeletal alterations of *in vitro* matured porcine oocytes under hyperthermia / J.C. Ju, J.K. Tseng // Mol. Reprod. and Dev. – 2004. – Vol. 68, Is. 1. – P. 125-133.
11. Koike T. *In vitro* culture with a tilting device in chemically defined media during meiotic maturation and early development improves the quality of blastocysts derived from *in vitro* matured and fertilized porcine oocytes / T. Koike, K. Matsuura, K. Naruse, H. Funahashi // J. Reprod. Dev. – 2010. – Vol. 56, № 5. – P. 552 – 557.
12. Effects of *in vitro* fertilization conditions on preimplantation development and quality of pig embryos / D.B. Koo, Y.J. Kim, I. Yu et al. // Anim. Reprod. Sci. – 2005. – Vol. 90, Is. 12. – P. 101-110.
13. Krisher R. L. Oocyte Physiology and Development in Domestic Animals / Krisher R. L. – John Wiley & Sons, 2013. – 248 c.
14. Marangos P. Ca<sup>2+</sup> oscillations at fertilization in mammals are regulated by the formation of pronuclei / P. Marangos, G. Fitzharris, J. Carroll // Development. – 2003. – Vol. 130. – P. 1461-1472.
15. Ozil J. P. Role of calcium oscillations in mammalian egg activation: experimental approach / J.P. Ozil // Biophys. Chem. – 1998. – Vol. 72, № 1–2. – P. 141-152.

16. Ozil J. P. Egg activation events are regulated by the duration of a sustained  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  signal in the mouse / J. P. Ozil, S. Markoulaki, S. Toth et al. // *Dev. Biol.* – 2005. – Vol. 282. – P. 39-54.
17. Petters R. M. Culture of pig embryos / R. M. Petters, K. D. Wells // *J. Reprod. Fertil.* – 1993. – Suppl. 48. – P. 61-73.
18. Saunders C.M. PLC zeta: a sperm – specific trigger of  $Ca^{2+}$  oscillations in eggs and embryo development / C.M. Saunders, M.G. Larman, J. Parrington et al. // *Development.* – 2002. – Vol. 129, N. 15. – P. 3533-3544.
19. Shi D. S. Effects of temperature gradients on *in vitro* maturation of bovine oocytes / D. S. Shi, B. Avery, T. Greve // *Theriogenology.* – 1998. – Vol. 50, № 4. – P. – 667-674.
20. Suzuki H. Influence of incubation temperature on meiotic progression of porcine oocytes matured *in vitro* / H. Suzuki, Y. Takashima, K. Toyokawa // *J. Mamm. Ova Res.* – 2001. – Vol. 18. – P. 8-13.
21. Tseng J.K. *In vitro* thermal stress induces apoptosis and reduces development of porcine / J.K. Tseng, P.C. Tang, J.C. Ju // *Theriogenology.* – 2006. – Vol. 66(5). – P. 1073-1082.
22. Heat shock at the germinal vesicle breakdown stage induces apoptosis in surrounding cumulus cells and reduces maturation rates of porcine oocytes *in vitro* / Y. Yuan, Z. D. Hao, J. Liu et al. // *Theriogenology.* – 2008. – Vol. 70. – Is. 2. – P. 168 - 178.

#### REFERENCES

1. Denisjuk P.V. Principial'no novyj metod kul'tivirovanija doimplantacionnyh jembrionov mlekopitajushhih / P.V. Denisjuk, N.A. Martynenko // *Dopovidi NAN Ukraini.* – 1995. – № 11. – S. 148 149.
2. Denisjuk P.V. Vpliv pH seredovishha na rozvitok *in vitro* doimplantacijnih embrioniv svini : avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biol. nauk : spec. 03.00.13. «Fiziologija ljudini i tvarin» / P. V. Denisjuk. – H., 1997. – 25 s.
3. Denisjuk P.V. Teoretichni ta eksperimental'ni osnovi osciljatornogo sposobu utrimannja ptahiv i ssavciv / P.V. Denisjuk, O.G. Chirkov // *Nauk. visn. LNAVU im. S. Z. Izhic'kogo.* – 2004. – T. 6., № 3, Ch. 3. – S. 42–52.
4. Pat. 10067 A, Ukraina, klas 5 S12 N5/00 Sposib kul'tivuvannja doimplantacijnih embrioniv ssavciv poza organizmom / Denisjuk P.V.; zajavnik i patentoutrimuvach Institut svinarstva UAAN. – № 93111621; zajavl. 23.04.1993; opubl. 30.09.1996, Bjul. № 3.
5. Pat. 46186 A, Ukraina, klas 6 A61M1/14, S/12N5/06. Sposib primusovoi osciljaciji pH seredovishha kul'tivuvannja biologichnih mikroob'yektiv / Denisjuk P.V.; zajavnik i vlasnik patentu Institut svinarstva UAAN. – № 98094883; zajavl. 17.09.1998; opubl. 15.05.2002, Bjul. № 5.
6. Pat. 62419 Ukraina, MPK (2011.01) A01 63/00. Sposib kul'tivuvannja poza organizmom oocit-kumuljuznih kompleksiv (OKK) za temperaturi, osciljujuchoi z odnogodinnim periodom / Korchan N.O., Denisjuk P. V.; zajavnik i vlasnik patentu Institut svinarstva im. O.V. Kvasnic'kogo NAAN Ukraini. – № u201101851; zajavl. 17/02/2011; opubl. 25.08.2011. Bjul. № 16.
7. Pat. 68013 Ukraina, MPK (2012.01), S12N 5/00, A61M 1/00. Zastosuvannja primusovoi bioritmichnoi osciljaciji pH seredovishha kul'tivuvannja poza organizmom jak sposobu, priznachenogo dlja zbil'shennja miri rozrostannja oocit-kumuljuznih kompleksiv (OKK) / Korchan N.O., Denisjuk P. V.; zajavnik i vlasnik patentu Institut svinarstva i agropromislovogo virobnictva NAAN Ukraini. – № u2011 10439; zajavl. 29.08.2011; opubl. 12.03.2012, Bjul. № 5.
8. Brody S. Bioenergetics and growth. With special reference to the efficiency complex in domestic animals / Brody S. – N.Y. : Hafner, 1945. – 1023 p.
9. Cooke S. Objective assessment of temperature maintenance using *in vitro* culture techniques / S. Cooke, J.P. P. Tyler, G. Driscoll // *J. of Assisted Reprod. and Genetics.* – 2002. – Vol. 19, № 8. – P. 368-375.
10. Ju J. C. Nuclear and cytoskeletal alterations of *in vitro* matured porcine oocytes under hyperthermia / J.C. Ju, J.K. Tseng // *Mol. Reprod. and Dev.* – 2004. – Vol. 68, Is. 1. – P. 125-133.

11. Koike T. *In vitro* culture with a tilting device in chemically defined media during meiotic maturation and early development improves the quality of blastocysts derived from *in vitro* matured and fertilized porcine oocytes / T. Koike, K. Matsuura, K. Naruse, H. Funahashi // *J. Reprod. Dev.* – 2010. – Vol. 56, №. 5. – P. 552 – 557.
12. Effects of *in vitro* fertilization conditions on preimplantation development and quality of pig embryos / D. B. Koo, Y.J. Kim, I. Yu et al. // *Anim. Reprod. Sci.* – 2005. – Vol. 90, Is. 12. – P. 101-110.
13. Krisher R. L. *Oocyte Physiology and Development in Domestic / Animals* Krisher R. L. – John Wiley & Sons, 2013. – 248 c.
14. Marangos P.  $Ca^{2+}$  oscillations at fertilization in mammals are regulated by the formation of pronuclei / P. Marangos, G. Fitzharris, J. Carroll // *Development.* – 2003. – Vol. 130. – P. 1461-1472.
15. Ozil J. P. Role of calcium oscillations in mammalian egg activation: experimental approach / J.P. Ozil // *Biophys. Chem.* – 1998. – Vol. 72, №. 1–2. – P. 141-152.
16. Egg activation events are regulated by the duration of a sustained  $[Ca(2+)](cyt.)$  signal in the mouse / J. P. Ozil, S. Markoulaki, S. Toth et al. // *Dev. Biol.* – 2005. – Vol. 282. – P. 39-54.
17. Petters R. M. Culture of pig embryos / R. M. Petters, K. D. Wells // *J. Reprod. Fertil.* – 1993. – Suppl. 48. – P. 61-73.
18. Saunders C.M. PLC zeta: a sperm – specific trigger of  $Ca(2+)$  oscillations in eggs and embryo development / C.M. Saunders, M.G. Larman, J. Parrington et al. // *Development.* – 2002. – Vol. 129, N. 15. – P. 3533-3544.
19. Shi D. S. Effects of temperature gradients on *in vitro* maturation of bovine oocytes / D.S. Shi, B. Avery, T. Greve // *Theriogenology.* – 1998. – Vol. 50, № 4. – P. 667-674.
20. Suzuki H. Influence of incubation temperature on meiotic progression of porcine oocytes matured *in vitro* / H. Suzuki, Y. Takashima, K. Toyokawa // *J. Mamm. Ova Res.* – 2001. – Vol. 18. – P. 8-13.
21. Tseng J.K. *In vitro* thermal stress induces apoptosis and reduces development of porcine / J. K. Tseng, P.C. Tang, J.C. Ju // *Theriogenology.* – 2006. – Vol. 66(5). – P. 1073-1082.
22. Heat shock at the germinal vesicle breakdown stage induces apoptosis in surrounding cumulus cells and reduces maturation rates of porcine oocytes *in vitro* / Y. Yuan, Z. D. Hao, J. Liu et al. // *Theriogenology.* – 2008. – Vol. 70. – Is. 2. – P. 168 - 178.

УДК 612:591.1(075.8)

## ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОГО БЛОКУ СТУДЕНТІВ, ЯКІ МЕШКАЮТЬ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ ТА В УМОВАХ МІСТА

Кучковський О.М., Малько М.М., Занкова Г.А.

*Запорізький національний університет*  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

olegk181@gmail.com

Щорічно багато молодих людей із різних еколого-соціальних середовищ вступають до ВНЗ і стають студентами. При цьому змінюються не тільки умови навчання, але і, у випадку зі студентами з інших міст та сільської місцевості, умови проживання, людина стає більш самостійною. Усі ці зміни вимагають додаткових механізмів адаптації до нових умов. Були вивчені фізіологічні показники кардіореспіраторного блоку студентів, які мешкають у сільській місцевості та в умовах міста. У сільських дівчат спостерігається функціональна напруга в показниках серцево-судинної системи, що є результатом зміни звичної обстановки, а в міських дівчат відмічена напруга в показниках дихальної системи, що пояснюється низьким рівнем індивідуального здоров'я.

*Ключові слова:* адаптація, кардіореспіраторний блок, першокурсники, навчальний процес.

Кучковский О.Н., Малько М.Н., Занкова А.А. ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГО БЛОКА СТУДЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ И В УСЛОВИЯХ ГОРОДА / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Ежегодно много молодых людей из разных эколого-социальных сред поступают в ВУЗы, становятся студентами. При этом меняются не только условия обучения, но и условия проживания, они самостоятельно принимают решения и т.д. В первую очередь это касается иногородних студентов, особенно выходцев из сельской местности. Все эти изменения требуют дополнительных энергозатрат в процессе адаптации к новым условиям жизни. Были изучены физиологические показатели кардиореспираторного блока у студентов-первокурсников, которые проживают в сельской местности и городе. Установлено, что функциональное напряжение в показателях сердечно-сосудистой системы больше выражено у девушек из сельской местности, что является результатом изменения привычной обстановки, а у городских девушек отмечается напряжение в показателях дыхательной системы, что объясняется низким уровнем индивидуального здоровья.

*Ключевые слова: адаптация, кардиореспираторный блок, первокурсники, учебный процесс*

Kuchkovsky O.M., Malko M.M., Zankova G.A. FEATURES OF THE PARAMETERS OF CARDIORESPIRATORY BLOCK OF STUDENTS WHO LIVE IN RURAL AND URBAN ENVIRONMENTS / Zaporizhzhya national university, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

Every year a lot of young people from different ecological and social conditions enter the university and become students. This causes the changes not only in learning environment, but for students from other cities and rural areas living conditions change too, life is getting more independent. All these changes need additional mechanisms of adaptation to new conditions.

Most Ukrainian cities are ecological stress, which increases due to outdated industrial technologies and equipment, underdeveloped utilization of waste products, purification system of air and water, lack of strict environmental requirements for the transport, increasing of noise pollution, etc. The contamination of the city air exceeds the countryside one tens, hundreds, and sometimes thousands of times.

Affecting the functional systems of the body, environment can cause their qualitative and quantitative changes that influence the health of the entire younger generation.

The factors, which affect the condition of functional reserves of the central nervous system and the body's level of adaptability, are general health, social environment, climatic and environmental conditions and others.

The body adaptation to the stress is provided by coordinated in time and space functional systems interconnected with each other. The most early signs of changes in physiological adaptation are indicators of the cardiovascular system, which, according to R.M. Baevsky is an integrative indicator of the functional state of the body. This system plays an important part in the process of adaptation, providing organs and systems nutrients and oxygen, which are the main energy substrate for cells and tissues.

For students being natives of another town or village the beginning of studies in universities is associated with the relocation, the social environment and the usual lifestyle changes. This is the reason of psychophysiological stress and requires additional efforts for adaptation to environmental conditions.

Based on the above, our research has been devoted to studying the features of adaptive reactions of girls in conditions of the urban environment during their studies at university. The research was conducted on 80 practically healthy girls aged 17-18 years, 40 of whom admitted to study at the University were rural inhabitants, and the other 40 were urban ones. We investigated the cardiovascular and hemodynamic parameters systolic index, circulatory index, peripheral vascular resistance, specific peripheral vascular resistance, and respiratory parameters using common methodologies.

The significant differences between the established blood pressure rural and urban students have been discovered: the students of the 1st year living in rural areas have higher values for heart rate. The maximum systolic blood pressure and diastolic blood pressure index are also observed in the group of girls who were the residents of the rural areas.

The hemodynamic parameters of the 1st year university students who come from rural areas, have significantly higher rates compared with those living in the city. The exception is the vascular resistance index of the girls from rural areas, which is lower than the index for girls of the city by 6% ( $p < 0.05$ ).

The indicators of respiratory system of the village residents exceeded all levels data of the town residents, all index were in the age norm limits.

The results of the cardiovascular and respiratory systems has determined the split development indicators. The rural girls have the features of functional stress of the cardiovascular system, resulting from changes in the usual environment and while urban girls are observed to have the tension of the respiratory system index due to low level of personal health.

The results of the study revealed intergroup differences, allowing to evaluate the individual fluctuations in the respiratory system and use these data as a normative material.

*Key words: adaptation, cardiorespiratory block, first year student, the learning process*

## ВСТУП

Більшість міст України характеризуються екологічною напруженістю, яка зростає у зв'язку із застарілими технологіями та устаткуванням у промисловості, недостатньо розвинутою утилізацією відходів виробництва, системи очищення повітря та вод, відсутністю жорстких екологічних вимог до транспорту, підвищенням шумових забруднень середовища тощо. Рівень забруднення повітряного середовища у містах більше ніж у сільській місцевості в десятки, сотні, а іноді й тисячі разів.

Навколишнє середовище впливає на функціональні системи усього організму, може викликати їхні якісні та кількісні зміни, це позначається на стані здоров'я усього підростаючого покоління [1,2].

Чинниками, що впливають на стан функціональних резервів центральної нервової системи та рівень адаптивності організму, є загальний стан здоров'я, соціальне середовище, кліматичні та екологічні умови тощо [3,4].

Проблема адаптації організму до різноманітних чинників довкілля є однією з центральних у біології і медицині. У процесі адаптації відбувається складна перебудова біорегуляції, зосереджена на відновленні і підтримці гомеостазу, а також збереженні функцій організму. Необхідною ланкою в різних адаптаційних реакціях є стрес, який ґрунтується на неспецифічних реакціях організму та напрузі функцій органів і систем, забезпечує мобілізацію його резервних можливостей [5,6].

Адаптація організму до навантажень забезпечується скоординованими в часі та просторі, взаємопов'язаними одна з одною функціональними системами. При цьому найбільш ранніми ознаками змін показників фізіологічної адаптації є показники серцево-судинної системи, яка, за висловом Р.М. Баєвського, є інтегративним показником функціонального стану організму. Ця система відіграє важливу роль у процесі адаптації, забезпечує органи і системи органів поживними речовинами та киснем, що є основним субстратом для енергії клітин і тканин [3,7].

В останні десятиліття відбулися суттєві зміни в системі української шкільної освіти: діють новітні освітні установи різних типів. Спостерігається значне підвищення навчального навантаження, порушується режим школярів, і, як наслідок, погіршується стан здоров'я дітей [8].

Студентське життя в процесі навчання пов'язане з посиленням навантаженням на організм, що призводить до неекономічної витрати функціонального резерву організму. У результаті цього зменшується працездатність і з'являються ознаки стомлення [2,5,9,10].

Для студентів, що є вихідцями з іншого міста або села, початок навчання у ВНЗ пов'язаний зі зміною місця проживання, соціального оточення та звичного ритму життя. Внаслідок цих змін формується психофізіологічний стрес, що вимагає додаткових зусиль для адаптації організму до навколишніх умов [2].

У доступних джерелах літератури, питання щодо психофізіологічних і морфофункціональних особливостей дівчат, які мешкають у різних соціально-екологічних зонах (місто, село), та приступили до навчання у ВНЗ України, не достатньо

висвітлені. Проте дослідження цієї проблеми стає актуальним у зв'язку зі зміною дівчатами 17-18 років місця колишнього проживання та еколого-соціального середовища.

З огляду на сказане, наше дослідження присвячене вивченню особливості адаптивних реакцій організму дівчат в умовах впливу міського середовища в період їх навчання у ВНЗ. Метою дослідження був аналіз даних щодо змін показників кардіореспіраторного блоку студентів, що мешкають в різних еколого-соціальних умовах.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Дослідження проводилося на базі біологічного факультету Запорізького національного університету. Було обстежено 80 практично здорових дівчат віком 16-18 років, з яких 40 поступили на навчання до університету із села, а інші 40 – із міста.

Аналізували показники кардіо- і гемодинаміки (ЧСС, АТс, АТд, АТп, АТсер, СОК, ХОК, систолічний індекс (СІ), індекс кровообігу (ІК), периферійний опір судин (ОП), питомий периферійний опір судин (ППО)), а також показників дихальної системи (ЖЄЛ, ЖІ, ЖЄЛ/НЖЄЛ) за загальними методиками [11–14].

Життєву ємність легень (ЖЄЛ) визначали за допомогою сухого спірометра. Для встановлення відповідності величини ЖЄЛ індивідуальним розмірам тіла застосовували загальні формули [15].

Життєвий індекс (ЖІ) відбиває, який об'єм повітря в мл із ЖЄЛ припадає на кожен кілограм маси тіла. Отже, чим більша величина вказаного індексу, тим вищий рівень фізичного розвитку [15].

Оцінку індивідуальних значень ЖЄЛ визначали шляхом зіставлення отриманих величин при дослідженні студенток із нормативними величинами. Належні величини ЖЄЛ (НЖЄЛ) розраховували за формулами, які зв'язують НЖЄЛ із ростом людини, її віком і статтю. Також визначали співвідношення ЖЄЛ до НЖЄЛ. У нормальних умовах співвідношення ЖЄЛ/НЖЄЛ не має бути нижчим за 85%.

Для визначення можливого впливу індивідуальних антропометричних відмінностей на величину ХОК розраховували серцевий індекс (СІ) за загальними методиками [14,15]. Площу поверхні тіла визначали за формулою Дюбуа.

Для оцінки ефективності діяльності серця застосовували індекс кровообігу (ІК), який характеризує ефективність роботи серця як основного і єдиного гемодинамічного насоса, оскільки рівень кровопостачання організму залежить від структурно-функціональної організації серцево-судинної системи [11,14]. Відомо, що показник ІК зростає від народження дитини до першого року життя, а потім закономірно знижується з 140 мл/кг до 40 мл/кг до 80-літнього віку.

Периферичний опір (ПО) артеріальних кровеносних судин є важливим показником стану тону судин, в основному артерій м'язового типу і артеріол, тобто тієї ділянки серцево-судинної системи, яка сприймає гуморальні та нервові впливи, тому є основною ділянкою регулювання надходження артеріальної крові до тканин [14,15].

Статистична обробка результатів дослідження проводилася за допомогою статистичного пакету даних Statistica 6.0.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Онтогенетичний розвиток системи кровообігу підпорядкований економізуючому принципу. Із віком до енергозабезпечення зростаючого організму підключаються анаеробні механізми, і зменшується фізіологічна вартість адаптаційних реакцій серцево-судинної системи.

Тиск крові в артеріях – один із найважливіших практичних показників функціонального стану серцево-судинної системи. На підставі численних досліджень нині прийнято вважати нормальними величини систолічного АТ (АТс), якщо вони коливаються в діапазоні від 105 до 129 мм.рт.ст., нормальний діапазон для діастолічного АТ (АТд) складає 60-89 мм.рт.ст. [6]. Показники АТ у наших дослідженнях відповідають нормі в усіх досліджуваних групах.

За результатами проведеного дослідження встановлені достовірні відмінності між показниками АТ сільських і міських студенток 1 курсу: за величинами ЧСС вищі значення спостерігаються в сільських мешканок; АТс і АТд також вищі значення встановлені в сільських дівчат (табл. 1).

Таблиця 1 – Функціональні показники серцево-судинної системи в студенток 1-го курсу біологічного факультету Запорізького національного університету ( $\bar{X} \pm SX$ )

Показники	Місце колишнього проживання	
	сільська місцевість	місто
ЧСС, уд./хв.	78,97±1,3	76,1±1,5*
АТс, мм.рт.ст.	117,2±1,8	112,9±2,3*
АТд, мм.рт.ст.	74,5±1,5	71,27±1,6*

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні із вихідцями з села.

Встановлено, що показники кровообігу залежать від ряду чинників: кількості та в'язкості крові, що надходить у судинну систему, місткості судинної системи, інтенсивності відтоку крові через кровеносне русло, напруги стінок артеріальних судин, навколишніх умов. Для оцінки оптимальної діяльності серцево-судинної системи використовували ряд розрахунків, що дозволяють об'єктивно характеризувати роботу серця і судин. Інтеграційні гемодинамічні показники організму дівчат залежно від місця колишнього проживання представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Гемодинамічні показники в студенток 1-го курсу біологічного факультету Запорізького національного університету ( $\bar{X} \pm SX$ )

Показники	Місце колишнього проживання	
	сільська місцевість	місто
АТп, мм.рт.ст.	42,9±1,46	40,15±1,19*
АТсер., мм.рт.ст.	92,52±1,5	88,74±1,7*
СОК, мл	74,44±1,4	71,04±1,3*
ХОК, л/хв	4,78±0,12	4,41±0,16*
СІ, л/хв/м <sup>2</sup>	3,04±0,09	2,64±0,1*
ІК, мл/хв/кг	88,04±3,3	77,23±4,1*
ПО, од.	19,36±0,5	20,56±0,6*
ППО, ед	33,61±1,6	37,1±1,3*

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з вихідцями з села.

Аналіз отриманих результатів за пульсовим тиском (АТп) виявив, що в усіх групах значення АТп були в межах норми. За нормальні стандарти АТп прийнятий діапазон



35-50 мм.рт.ст. У дівчат відмічені достовірні відмінності за АТп залежно від місця колишнього проживання, де сільські дівчата мають достовірно більші показники АТп, ніж міські (табл. 2).

Артеріальний тиск середній (АТсер.) відбиває міру заповнення кровоносних судин кров'ю в певний момент. За показниками АТсер., які були розраховані за даними фактично виміряних інших гемодинамічних показників (табл. 1), ми встановили достовірні відмінності, у сільських мешканок значення АТсер. були вищими ніж у міських на 4,08% ( $p < 0,05$ ). Значення СОК у сільських дівчат також було вищим на 4,8% ( $p < 0,05$ ) ніж у міських.

Для показників ХОК простежується аналогічне співвідношення: у сільських дівчат цей показник вищий, ніж у міських – на 8,4% ( $p < 0,05$ ).

Для нівелювання можливого впливу індивідуальних антропометричних відмінностей на величину ХОК, розраховували серцевий індекс (СІ). У результаті досліджень встановлені достовірні відмінності між сільськими і міськими жителями за величиною СІ, так, у сільських мешканок СІ достовірно вище на 13,16% ( $p < 0,05$ ), ніж у міських.

Відомо, що при рості м'язової маси з віком збільшується споживання кисню, а це вимагає більш високих гемодинамічних показників. У зв'язку з цим при оцінці гемодинаміки використовується таке поняття, як «індекс кровообігу» (ІК), що є одним із показників, який характеризує ефективність серця.

Прийнято вважати, що рівень кровопостачання організму залежить від структурно-функціональної організації у філо- та онтогенезі серцево-судинної системи і в першу чергу від ефективності роботи серця, як основного і єдиного гемодинамічного насоса [5]. Тому індекс кровообігу (ІК) відбиває ефективність діяльності серця.

Показники ІК залежно від місця колишнього проживання в дівчат також мали певні відмінності: у міських дівчат значення ІК у середньому на 10% ( $p < 0,05$ ) нижчі, ніж у сільських (табл. 2). Аналіз результатів проведеного дослідження виявив, що величина ІК у міських дівчат достовірно вища на 5,84% ( $p < 0,05$ ), ніж у сільських (табл. 2).

Аналіз отриманих результатів питомого периферичного опору судин (ППО) засвідчив, залежність цього показника від місця колишнього проживання: у міських дівчат значення ППО були вищими на 9,41% ( $p < 0,05$ ), ніж у сільських.

Отже, показники діяльності серця і центральної гемодинаміки мають відмінності залежно від колишнього місця проживання, що є наслідком різних умов життя у сільських і міських дівчат. Так, у сільських і міських мешканок спостерігається індивідуальний діапазон мінливості в досліджених гемодинамічних показниках.

Дослідження функції зовнішнього дихання дозволяє об'єктивно оцінити стан організму людини та його резервні можливості. Для дослідження функції зовнішнього дихання ми використовували метод спірометрії. Функціональні показники дихальної системи дівчат наведені в таблиці 3. Аналіз дослідження життєвої ємності легень (ЖЄЛ) і життєвого індексу (ЖІ) залежно від місця колишнього проживання показав, що в усіх досліджуваних групах за цими показниками вищі цифри мають сільські дівчата порівняно з міськими.

Оцінка індивідуальних значень ЖЄЛ проводилась шляхом зіставлення отриманих при дослідженні величин із нормативними. Тією або іншою мірою НЖЄЛ базується на антропометричних даних і на віці випробовуваних. У нормальних умовах співвідношення ЖЄЛ/НЖЄЛ не буває меншим за 85% [5]. При розрахунку виявили, що співвідношення ЖЄЛ/НЖЄЛ в усіх студенток більше за 85%. Також було відмічено, що в сільських студенток цей показник достовірно вищий майже на 5% ( $p < 0,05$ ), на відміну від міських.

Таблиця 3 – Показники зовнішнього дихання студенток 1-го курсу біологічного факультету Запорізького національного університету ( $\bar{X} \pm SX$ )

Показники	Місце колишнього проживання	
	сільська місцевість	місто
ЖЄЛ, л	3,1±0,05	2,91±0,07*
ЖІ, мл/кг	57,1±1,4	51,41±1,6*
НЖЄЛ, л	3,32±0,02	3,27±0,02*
ЖЄЛ/НЖЄЛ,%	91,8±2,2	87,46±1,9*

Примітка: \* –  $p < 0,05$  у порівнянні із студентками із села.

Отримані результати дослідження серцево-судинної і дихальної систем встановили гетерохронність у розвитку показників. У сільських дівчат спостерігається функціональна напруга в показниках серцево-судинної системи, що є результатом зміни звичної обстановки, а в міських дівчат відмічена напруга в показниках дихальної системи, що пояснюється низьким рівнем індивідуального здоров'я. Індивідуально-типологічна мінливість, що визначалася за морфологічними ознаками, знаходить своє підтвердження у фізіологічних дослідженнях серцево-судинної і дихальної систем.

Отже, результати дослідження виявили міжгрупові відмінності, що дозволяє оцінювати індивідуальні коливання показників дихальної системи і використовувати дані як нормативний матеріал.

У подальшому планується дослідження щодо з'ясування залежності змін фізіологічних показників у процесі адаптації протягом наступних років навчання у ВНЗ.

### ВИСНОВКИ

Були встановлені достовірні відмінності між показниками АТ сільських і міських студенток 1 курсу: за величинами ЧСС більші значення спостерігались у сільських мешканок; за показниками АТс і АТд максимальні значення також встановлені у сільських дівчат.

Гемодинамічні показники у студенток 1-го курсу університету, які є вихідцями із сільської місцевості, мають достовірно більш високі значення порівняно з дівчатами з міста. Винятком є показник опору судин, який у дівчат із сільської місцевості нижчий на 5,84% ( $p < 0,05$ ) за цей показник у дівчат із міста.

Показники зовнішнього дихання мешканок села перевищували за всіма показниками дані мешканок міста, при цьому всі показники були в межах вікової норми.

Отримані результати дослідження серцево-судинної та дихальної систем встановили гетерохронність у розвитку показників. У сільських дівчат спостерігається функціональна напруга в показниках серцево-судинної системи, що є результатом зміни звичної обстановки, а в міських дівчат відмічена напруга в показниках дихальної системи, що пояснюється низьким рівнем індивідуального здоров'я.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеевна Т.В. Психологічні фактори та прояви процесу адаптації студентів до навчання у ВНЗ / Т.В. Алексеевна. – К. : КНУ ім Т.Г. Шевченка, 2004. – 20 с.
2. Грушевський В.О. Особливості соціально-психологічної адаптації студентів-першокурсників до навчання у ВНЗ / В.О. Грушевський // Збірник наук. праць. Психол. науки. – 2015. – № 2. – С. 67–72.

3. Левківська Г.П. Адаптація першокурсників в умовах вищого закладу освіти / Г.П. Левківська, В.С. Сорочинська, В.С. Штифурак – К., 2000. – 102 с.
4. Кузнецова Н.В. Условия адаптации первокурсников к учебному процессу в Благовещенском филиале СГА [Электронный ресурс] / Н.В. Кузнецова. – Режим доступа: [http://www.sga.su/arch/2007/konf\\_mKuznetsova.htm](http://www.sga.su/arch/2007/konf_mKuznetsova.htm).
5. Данияров С.Б. Взаимосвязь физиологических и психологических показателей в процессе адаптации у студентов / С.Б. Данияров, В.В. Соложенкин, И.Г. Краснов // Психол. журнал. – 1989. – № 1. – С. 99-105.
6. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск: Наука, 1980. – 156 с.
7. Казначеев В.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В.П. Казначеев, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Л. : Медицина, 1980. – 225 с.
8. Косолапов А.Б. Проблемы изучения, сохранения и развития здоровья студентов / А.Б. Косолапов, В.А. Лофицкая. – Владивосток : ДВГАЭУ, 2002. – 154 с.
9. Aerobic exercise and strength training effects on cardiovascular sympathetic function in healthy adults: a randomized controlled trial / [Alex C., Lindgren M., Shapiro P.A. et al.] / Psychosom. Med. – 2013. – Vol. 75, № 4. – P. 375-381.
10. Noisy fluctuation of heart rate indicates cardiovascular system instability / [Fortrat J.O., Baum C., Jeanguillaume C. et al.] / Eur. J. Appl. Physiol. – 2013. – Vol. 113, № 9. – P. 2253 – 2261.
11. Баевский Р.М. Оценка эффективности профилактических мероприятий на основе измерения адаптационного потенциала системы кровообращения / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, В.К. Вакулин // Здравоохранение Российской Федерации. – 1987. – № 8. – С. 6-10.
12. Баевский Р.М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета [Электронный ресурс] / Р.М. Баевский. – Режим доступа: [http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Doc1/2005/Baevski\\_speach.html](http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Doc1/2005/Baevski_speach.html).
13. Каленіченко О.В. Центральна гемодинаміка та хвильова структура серцевого ритму у представників видів спорту аеробної спрямованості / О.В. Каленіченко, С.О. Коваленко, Л.І. Кудій // Вісник Луганського національного педагогічного університету. – 2005. – № 6. – С. 74-80.
14. Методы анализа и возрастные нормы вариабельности ритма сердца. (Методические рекомендации) / [Коркушко О.В., Шатило В.Б., Писарук А.В. и др.] – УкрНИИ геронтологии АМН Украины. – К., 2005. – 35 с.
15. Паламарчук І.Г. Практикум по фізіології людини і тварин / І.Г. Паламарчук, В.М. Омелянчик, О.І. Паламарчук. – Запоріжжя : ЗНУ, 2007. – Ч. 2. – 149 с.

#### REFERENCES

1. Alekseyevna T.V. Psihologichni faktori ta proyavi procesu adaptacii studentiv do navchannja u VNZ / T.V. Alekseyevna. – К. : KNU im T.G. Shevchenka, 2004. – 20 s.
2. Grushevs'kij V.O. Osoblivosti social'no-psiologichnoi adaptacii studentiv-pershokursnikiv do navchannja u VNZ / V.O. Grushevs'kij // Zbirnik nauk. prac'. Psihol. nauki. – 2015. – № 2. – S. 67–72.
3. Levkivs'ka G.P. Adaptacija pershokursnikiv v umovah vishhogo zakladu osviti / G.P. Levkivs'ka, V.S. Sorochins'ka, V.S. Shtifurak – К., 2000. – 102 s.
4. Kuznecova N.V. Uslovija adaptacii pervokursnikov k uchebnomu processu v Blagoveshhenkom filiale SGA [Elektronnij resurs] / N.V. Kuznecova. – Rezhim dostupu: [http://www.sga.su/arch/2007/konf\\_mKuznetsova.htm](http://www.sga.su/arch/2007/konf_mKuznetsova.htm).

5. Danijarov S.B. Vzaimosvjaz<sup>3</sup> fiziologicheskikh i psihologicheskikh pokazatelej v processe adaptacii u studentov / S.B. Danijarov, V.V. Solozhenkin, I.G. Krasnov // Psihol. zhurnal. – 1989. – № 1. – S. 99-105.
6. Kaznacheev V.P. Sovremennye aspekty adaptacii / V.P. Kaznacheev. – Novosibirsk: Nauka, 1980. – 156 s.
7. Kaznacheev V.P. Donozologicheskaja diagnostika v praktike massovyh obsledovanij naselenija / V.P. Kaznacheev, R.M. Baevskij, A.P. Beresneva. – L. : Medicina, 1980. – 225 s.
8. Kosolapov A.B. Problemy izuchenija, sohraneniya i razvitija zdorov'ja studentov / A.B. Kosolapov, V.A. Lofickaja. – Vladivostok : DVGAJeU, 2002. – 154 s.
9. Aerobic exercise and strength training effects on cardiovascular sympathetic function in healthy adults: a randomized controlled trial / [Alex C., Lindgren M., Shapiro P.A. et al.] / Psychosom. Med. – 2013. – Vol. 75, № 4. – P. 375-381.
10. Noisy fluctuation of heart rate indicates cardiovascular system instability / [Fortrat J.O., Baum C., Jeanguillaume C. et al.] / Eur. J. Appl. Physiol. – 2013. – Vol. 113, № 9. – P. 2253 – 2261.
11. Baevskij R.M. Ocenka jeffektivnosti profilakticheskikh meroprijatij na osnove izmerenija adaptacionnogo potenciala sistemy krovoobrashhenija / R.M. Baevskij, A.P. Berseneva, V.K. Vakulin // Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. – 1987. – № 8. – S. 6-10.
12. Baevskij R.M. Teoreticheskie i prikladnye aspekty ocenki i prognozirovanija funkcional'nogo sostojanija organizma pri dejstvii faktorov dlitel'nogo kosmicheskogo poleta [Elektronnij resurs] / R.M. Baevskij. – Rezhim dostupa : [http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Docl/2005/Baevski\\_speech.html](http://www.imbp.ru/webpages/win1251/Science/UchSov/Docl/2005/Baevski_speech.html).
13. Kalenichenko O.V. Central'na gemodinamika ta hvil'ova struktura sercevoogo ritmu u predstavnikov vidiv sportu aerobnoi sprjamovanosti / O.V. Kalenichenko, S.O. Kovalenko, L.I. Kudij // Visnik Lugans'kogo nacional'nogo pedagogichnogo universitetu. – 2005. – № 6. – S. 74-80.
14. Metody analiza i vozrastnye normy variabel'nosti ritma serdca. (Metodicheskie rekomendacii) / [Korkushko O.V., Shatilo V.B., Pisaruk A.V. i dr.] – UkrNII gerontologii AMN Ukrainy.– K., 2005. – 35 s.
15. Palamarchuk I.G. Praktikum po fiziologii ljudini i tvarin / I.G. Palamarchuk, V.M. Omel'janchik, O.I. Palamarchuk. – Zaporizhzhja : ZNU, 2007. – Ch. 2. – 149 s.

УДК 616-002.592:612.215.3:616-008.9:616-091.8

## **ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ ЖИРОВОГО ОБМЕНА В ЛЕГОЧНОЙ ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ТУБЕРКУЛЕМАХ ЛЕГКИХ**

Лискина И.В., Мельник О.А., Кузовкова С.Д.

*ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф.Г. Яновского  
НАМН Украины»,  
03680, Украина, г. Киев, ул. Н. Амосова, 10*

liskina@ifp.kiev.ua

В работе изучены наличие, относительный объем и преимущественная локализация свободных жировых веществ, а также относительное количество и локализация пенистых макрофагов в легочной ткани человека с наличием туберкулемы при разной активности специфического туберкулезного воспаления. Результаты исследования подтвердили ранее установленный факт нарушения жирового обмена при хроническом течении туберкулезного процесса. Установлено, что эти нарушения проявляются в виде значительных скоплений капель свободных жиров во внутреннем содержимом туберкулемы, меньше – во внутреннем слое ее капсулы и самые незначительные скопления – внутри гранулем возле туберкулемы. Другой характерный признак – наличие значительного количества пенистых макрофагов внутри сохранных альвеол.

*Ключевые слова: жировой обмен, туберкулема легкого, пенистые макрофаги.*

Ліскіна І.В., Мельник О.О., Кузовкова С.Д. ЦИТОЛОГІЧНІ ТА ГІСТОЛОГІЧНІ ПРОЯВИ ПОРУШЕНЬ ЖИРОВОГО ОБМІНУ В ЛЕГЕНЕВІЙ ТКАНИНІ ЛЮДИНИ ПРИ ТУБЕРКУЛЬОМАХ ЛЕГЕНЬ / ДУ «Національний інститут фізіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМН України», 03680, Україна, м. Київ, вул. М. Амосова, 10

У роботі вивчені наявність, відносний об'єм та переважна локалізація вільних жиркових сполук, а також відносна кількість та локалізація пінистих макрофагів у легеневій тканині людини з наявною туберкульозною при різній активності специфічного туберкульозного запалення. Результати дослідження підтвердили раніше встановлений факт порушення жирового обміну при хронічному перебігу туберкульозного процесу. Встановлено, що ці порушення визначаються у вигляді значних скупчень краплин вільних жирів у внутрішньому вмісті туберкульоми, менше – у внутрішньому шарі її капсули та найменші скупчення – всередині гранулом біля туберкульоми. Інша характерна ознака – наявність значної кількості пінистих макрофагів у просвітах збережених альвеол.

*Ключові слова: жировий обмін, туберкульома легені, пінисті макрофаги.*

Liskina I.V., Melnyk O.A., Kuzovkova S.D. CYTOLOGICAL AND HISTOLOGICAL PECULIARITIES OF LIPID METABOLISM DISORDERS IN HUMAN LUNG TISSUE AT PULMONARY TUBERCULOMAS / SO «National institute of phthisiology and pulmonology named after F.G. Yanovsky National academy of medical sciences of Ukraine», 03680, Ukraine, Kiev., N. Amosov str, 10

Nowadays it's well known that human lungs take an active part in lipid metabolism. Alveolar cells can capture lipids from without and can synthesize some lipids such as cholesterol, phospholipids, and lecithin etc. Nevertheless, under normal conditions, lipids can reveal in lung tissue in minimal amounts. At pulmonary tuberculosis accumulation of lipids with a different chemical structure and foamy macrophages in lung tissue are noted. It was established that chronic tuberculosis leads to formation of plenty of foamy macrophages near tuberculous lesions and lipid droplets in necrotic masses. Advances in imaging and metabolic analysis techniques indicate that M. tuberculosis preferentially associates with foamy cells and employs multiple physiological systems to utilize exogenously derived fatty-acids and cholesterol as nutritive reservoir. All this knowledge serves as a basis for our investigation.

The aim of the work was to establish frequency, localization and relative intensity of accumulation lipid droplets and foamy macrophages in cases of pulmonary tuberculomas in an active phase of tuberculous inflammation.

A study included 18 cases of pulmonary tuberculomas with a high tuberculosis activity (group 1) and 18 cases – with a moderate-low specific activity (group 2). All tissue samples were obtained from surgical resection material of patients with pulmonary tuberculosis.

Lung-tissue samples included a fragment of tuberculoma, directly neighboring alveoli, and superficially normal tissue far from the macroscopic lesions and harboring small granulomas with different cell composition. Sections from paraffin blocks were stained by sudan III-IV for lipid detection. Microscopically, we detected free lipid droplets and foamy macrophages. Score scale was used to evaluate the size of drops: from micro drops (1-2  $\mu\text{m}$ ) to big drops (> 10 $\mu\text{m}$ ). Semi-quantitative analysis of number foamy macrophages included: 1 conventional units (c.u.) – very little, (1–2 in view), 2 c.u. – little (5–10 in view), 3 c.u. – moderate (10–20), 4 c.u. – many (20–30) and 5 c.u. – multi (more 40 in view) at magnification x400. A qualitative description of the staining pattern was also done.

Statistical processing of the obtained data was performed by a computer programmer using nonparametric criteria. In all cases fat deposits were revealed in the inner structure of tuberculoma, as a rule, these were lipid drops of a different size. Often a considerable number of lipid drops were in tuberculous focuses out of tuberculoma. In a region of lung tissue near tuberculoma inside granulomas of group 1, lipid drops were revealed significantly more often comparing to group 2. On the contrary, in granulomas far from tuberculoma, free lipid drops were detected more often at a moderate or low specific activity. As mentioned above, the last type of granulomas with containing lipids during a decreasing activity is a potential biologic factor for reactivation of tuberculosis inflammation in prospect. No significant differences were revealed in the intensity of accumulation of fatty substances in the test structures of the lung tissue at a different activity of specific inflammation.

It was noted that in the lung tissue with tuberculoma a significant variation of the amount of foamy macrophages from single cells or cells uniformly dispersed over the surface of the alveolar walls to substantial accumulation of cells inside the lumen of the alveoli. Frequently, foamy macrophages were detected in a capsule of tuberculoma, namely directly to necrotic inner masses in both groups. The majority of cells demonstrated destruction.

The main difference between groups 1 and 2 was a number of foamy macrophages in alveoli. In group 1, accumulation of these cells was significantly greater in comparison to group 2 and, the maximum number of foamy macrophages was in alveoli far from tuberculoma, ( $3,52 \pm 0,4$  c.u.). Additionally, in group 1, there were observations of small lesions of lipid pneumonia which was not observed in group 2. The other significant group differences in amount of foamy macrophages were presented in alveoli near tuberculoma, tuberculous lesions outside tuberculoma and in granulomas localized far from tuberculoma. Conclusion. Chronic pulmonary tuberculosis, namely pulmonary tuberculoma, is accompanied by disorders of lipid metabolism in the lung tissue such as accumulation of free fatty substances in different histologic structures and formation of foamy macrophages, preferentially in alveolar spaces. Progression of inflammation leads to more distinct disorders of lipid metabolism compared to cases with a moderate-low activity of inflammation. The main histological signs are considerable accumulation of free lipids in necrotic masses, less lipids in tuberculoma's capsule and to a lesser extent in granulomas near tuberculoma and accumulation of foamy macrophages in alveolar spaces, in tuberculous lesions and in granulomas in the distance from tuberculoma. Lipid pneumonia is observed only in a progression phase of tuberculosis inflammation.

*Key words: lipid metabolism, pulmonary tuberculoma, foamy macrophages.*

## ВВЕДЕНИЕ

Еще в прошлом столетии в экспериментальных работах были получены доказательства активного участия легких, как и печени, в метаболизме жировых веществ [1]. Существуют естественные механизмы задержки и расщепления липидов в легочной ткани, в частности, в процессах захвата жира принимают участие клетки альвеолярного эпителия, что было выяснено с помощью гистохимических методов исследования. Кроме того, установлена также возможность синтеза определенных липидов и продуктов жирового метаболизма в легочной ткани, в частности, холестерина, лецитина, жирных кислот. В нормальной легочной ткани, тем не менее, жировые вещества обнаруживаются в минимальном количестве. В легких человека, пораженных туберкулезом, наблюдается значительное накопление липидов. При изучении морфологических реакций легких морских свинок при химиотерапии экспериментального туберкулеза установлено, что возле туберкулезного очага пролиферирующие альвеолоциты содержат липидные включения разной величины [2]. Лепеха Л. Н. и соавт. [3] при морфологическом изучении биоптатов легких человека с диссеминированным туберкулезом обнаружили, что среди зрелых макрофагов, выделяемых на периферии туберкулезного очага, много клеток, содержащих не только включения фосфолипидов, но и капли нейтральных липидов, последние могут преобладать. Липофаги или пенистые макрофаги (ПМ) достигают крупных размеров и располагаются диффузно или в виде скоплений, в том числе вокруг свободнолежащих крупных капель жира. В окружающей очаг легочной ткани пенистые макрофаги определяются в просветах альвеол, альвеолярных ходов и терминальных бронхиол [3, 4]. Установлена пространственная взаимосвязь микобактерий туберкулеза (МБТ) с липидными каплями и жировыми депозитами пораженной ткани, что связано с проявлением специфической токсичности МБТ [4, 5]. В частности, выяснено, что ПМ накапливаются в хроническом течении туберкулезного процесса и, как правило, являются инфицированными клетками, то есть содержат внутри клетки МБТ, последние в dormantном (неактивном) состоянии как раз и используют липидные включения макрофага в качестве питательной среды для длительного выживания и возможности реактивации в будущем [6]. Кроме того, исследования последних лет показали, что нарушения обмена липидов – избыток свободных жирных кислот в крови, накопление метаболически активной жировой ткани в разных органах и тканях – являются источником хронического, плохо контролируемого, системного воспаления [7]. Все эти сведения служили подоплекой для выбора направления нашего исследования.

Цель работы – установление частоты встречаемости, локализации и относительной интенсивности накопления в легочной ткани свободных капель жира и пенистых макрофагов в случаях туберкулеза (Т) легких в фазу прогрессирования туберкулезного воспалительного процесса.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена на резекционном материале пациентов, оперированных по поводу туберкулем легких. Материал исследования включал 18 случаев Т легких на фоне высокой степени активности (1 группа) и 18 случаев Т при умеренно-низкой степени активности (2 группа сравнения) специфического воспалительного процесса. Степень активности специфического воспаления в каждом случае определяли при окраске гистопрепаратов гематоксилин-эозином, по совокупности гистологических признаков [8]. При вырезке материала проводили забор кусочков легочной ткани, которые содержали фрагмент самой Т и прилежащую легочную ткань, а также макроскопически малоизмененную легочную ткань на расстоянии не менее 1-2 см от капсулы Т.

Наличие жировых отложений и особенности локализации ПМ в легочной ткани определяли, окрашивая срезы суданом III-IV. Так как жиры вымываются из ткани при традиционной проводке кусочков в батарее спиртов при изготовлении парафиновых блоков, то исходно материал фиксировали в растворе 10% нейтрального забуференного формалина. А гистологические срезы получали на криотоме Shandon Cryotome FE при температуре заморозки 13-15 °С ниже нуля. Далее замороженные срезы обрабатывали в спиртовом растворе, инкубировали в растворе красителя и докрасивали гематоксилином. Срезы заключали в желатин. Жировые вещества окрашивались в желтый цвет с различным оттенком, ядра клеток приобретали синий цвет. Красный оттенок в окрашенных препаратах свидетельствовал о наличии или преобладании нейтральных липидов (триглицеридов) и фосфолипидов, а оранжевые оттенки указывают на наличие жирных кислот и холестеринэстеров в смеси липидов и/или липопротеинов.

Локализацию жиров определяли с помощью световой микроскопии (микроскоп Olympus BX51), рабочие увеличения x200, x400, в среднем исследовали 15-20 полей зрения (п/зр) каждого образца. Морфометрия проводилась при увеличении микроскопа x400. Капли жира, свободно (внеклеточно) расположенные, различали по величине: микрокапли (1-2 мкм в диаметре), мелкие капли (3-10 мкм) и крупные капли жира (> 10 мкм).

Жировой детрит описывали по его относительному количеству в ткани, было принято: 1 у.е – малое количество; 2 у.е. – умеренное количество и 3 у.е. – значительное количество. Также выполняли полуколичественную оценку количества ПМ в легочной ткани, согласно условно принятой, рабочей градации: 1 у.е. – очень мало (1-2 на п/зр), 2 у.е. – мало (5-10 на п/зр), 3 у.е. – умеренно (10-20), 4 у.е. – много (20-30) и 5 у.е. – очень много (более 40).

Математическая обработка данных проводилась с помощью компьютера, с использованием лицензионных программных продуктов, которые входят в пакет Microsoft Office Professional 2007, лицензия Russian Academic OPEN No Level № 43437596. Сравнения средних групповых значений и вероятность различий в группах проводили, используя параметрические и непараметрические критерии (t-критерий Стьюдента-Фишера, z-критерий, критерий Пирсона). Достоверность оценивали при уровне  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ морфологических изменений в легочной ткани, а именно наличие и интенсивность скоплений жировых веществ и ПМ проводили в трех основных участках: собственно в структуре туберкулемы, непосредственно в легочной паренхиме, прилежащей к Т, и в участке легочной ткани на расстоянии, не менее 1,5-2 см от Т, макроскопически мало измененной.

Результаты морфологического изучения локализации и интенсивности скоплений свободно расположенных жировых веществ представлены в таблице 1.

Как видно по данным, представленным в табл. 1, во внутреннем содержимом Т жировые депозиты были обнаружены во всех случаях обеих групп. В большинстве случаев капли жира размещались в грануляционном слое капсулы Т, преимущественно на границе с казеозными массами, в обеих группах по  $88,9 \pm 7,4\%$  случаев соответственно. Также достаточно часто они выявлялись в туберкулезных очагах вне Т,  $50,0 \pm 11,8\%$  случаев 1 группы и в  $61,1 \pm 11,5\%$  случаев 2 группы. Липидный детрит в казеозных массах формировался вследствие высвобождения жировых веществ при массивном разрушении клеток макрофагального ряда, причем некоторые жировые капли достигали достаточно больших размеров, диаметром 10 мкм и более.

Таблица 1 – Частота обнаружения, локализация и интенсивность жировых депозитов в легочной ткани при туберкулемах, ( $M \pm m$ )

Гистологические структуры	1 группа, n = 18		2 группа, n = 18	
	Количество случаев, %	Интенсивность скоплений липидов, у. е.	Количество случаев, %	Интенсивность скоплений липидов, у. е.
Внутреннее содержимое Т	$100,0 \pm 0,0$	$1,83 \pm 0,17$	$100,0 \pm 0,0$	$1,9 \pm 0,17$
Капсула Т	$88,9 \pm 7,4$	$1,59 \pm 0,12$	$88,9 \pm 7,4$	$1,62 \pm 0,18$
Гранулемы возле Т	$50,0 \pm 11,8^*$	$1,22 \pm 0,15$	$16,7 \pm 8,8^*$	$1,33 \pm 0,4$
Гранулемы на отдалении от Т	$11,1 \pm 7,4$	$1,5 \pm 0,7$	$33,3 \pm 11,1$	$1,16 \pm 0,11$
Туберкулезные очаги	$50,0 \pm 11,8$	$2,0 \pm 0,2$	$61,1 \pm 11,5$	$1,54 \pm 0,2$
Альвеолы возле Т	$44,4 \pm 11,7$	$2,37 \pm 0,34$	$27,8 \pm 10,6$	$2,0 \pm 0,5$
Альвеолы на отдалении от Т	$16,7 \pm 8,8$	$2,0 \pm 0,7$	$5,6 \pm 5,4$	$1,0 \pm 0,0$

Примечание: \* – вероятность различий соответствующего показателя между 1-й и 2-й группами статистически достоверна ( $p < 0,05$ ).

Внутри гранулем, расположенных возле Т, в 1-й группе с высокой активностью специфического воспаления капли жира были обнаружены достоверно чаще ( $p < 0,05$ ) по сравнению с группой туберкулем с умеренно-низкой степенью активности воспалительного процесса. Чаще всего это были эпителиоидно-лимфоидные гранулемы и гранулемы с центральным некрозом по гистологическому строению. И наоборот, в гранулемах, расположенных на расстоянии от Т, выявлена тенденция к увеличению частоты случаев выявления свободных жировых капель при снижении активности воспаления –  $(11,1 \pm 7,4)\%$  случаев при высокой активности и  $(33,3 \pm 11,1)\%$  – при умеренно-низкой активности. Наличие жировых отложений в гранулемах опосредованно свидетельствует об активации процессов деструкции, в частности, ПМ, то есть происходит высвобождение как жировых веществ, так и МБТ, причем последние не погибают, а, наоборот, склонны к активации и, таким образом, к дальнейшему размножению и распространению в легочной ткани. Исследования последних лет показали, что массивный некроз или деструкция ПМ высвобождают жизнеспособные МБТ, тогда как полноценная аутофагия или апоптоз клеток (ПМ) приводит к гибели МБТ, то есть происходит подавление инфекции [9, 10]. Таким образом, уточнен факт наличия



гранулам с жизнеспособными МБТ и свободными жировыми веществами на расстоянии от Т при угасании активности специфического воспаления, что является одним из возможных объективных биологических факторов реактивации хронического воспалительного процесса в его дальнейшем течении.

В межальвеолярных перегородках возле и на расстоянии от Т обнаружена тенденция увеличения количества случаев присутствия микрокапельного пропитывания межклеточных пространств диффузного характера в 1-й группе с высокой степенью активности специфического воспаления.

Достоверных отличий в интенсивности накоплений жировых веществ в исследуемых структурах легочной ткани при разной активности специфического воспаления не было выявлено. Тем не менее, наиболее высокий показатель интенсивности (2,37 у.е.) отмечен в случаях скопления свободных жировых веществ внутри альвеол вблизи Т в фазу прогрессирования туберкулезного воспалительного процесса. Полученные результаты частоты выявления, локализации и относительного количества ПМ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Частота обнаружения, локализация и относительное количество пенистых макрофагов в легочной ткани с туберкулезом, ( $M \pm m$ )

Гистологические структуры	1 группа, n = 18		2 группа, n = 18	
	Наличие пенистых макрофагов, %	Относительное количество пенистых макрофагов, у. е.	Наличие пенистых макрофагов, %	Относительное количество пенистых макрофагов, у. е.
1	2	3	4	5
Капсула Т	83,3 ± 8,8	2,73 ± 0,2	77,8 ± 9,8	2,42 ± 0,3
Гранулемы возле Т	61,1 ± 11,5**	2,09 ± 0,2	16,7 ± 8,8**	1,33 ± 0,4
Гранулемы на отдалении от Т	55,6 ± 11,7	2,40 ± 0,2**	33,3 ± 11,1	1,16 ± 0,2**
Туберкулезные очаги	38,9 ± 11,5	3,42 ± 0,5*	50,0 ± 11,8	1,88 ± 0,4*
Альвеолы возле Т	100,0 ± 0,0	3,33 ± 0,3*	83,3 ± 8,8	2,33 ± 0,3*
Альвеолы на расстоянии от Т	94,4 ± 5,4	3,52 ± 0,4*	83,3 ± 8,8	2,5 ± 0,3*

Примечания:

\* – вероятность различий соответствующего показателя между 1-й и 2-й группами статистически достоверна ( $p < 0,05$ ).

\*\* – вероятность различий соответствующего показателя между 1-й и 2-й группами статистически достоверна ( $p < 0,01$ ).

В легочной ткани с наличием Т отмечали значительное варьирование количества ПМ: от единичных клеток или клеток, равномерно рассеянных по поверхности альвеолярных стенок, до значительных скоплений ПМ внутри просветов альвеол (табл. 2). Обнаружены также макрофаги с включениями угольной пыли и макрофаги в состоянии деструкции. В гранулемах ПМ обнаруживали нечасто, причем они, как правило, были единичными (градация «очень мало») или в малом количестве.

В капсуле Т в обеих группах ПМ обнаруживали достаточно часто – в  $(83,3 \pm 8,8)\%$  случаев 1-й группы и в  $(77,8 \pm 9,8)\%$  случаев 2-й. Эти клетки чаще всего располагались на границе грануляционного слоя капсулы и казеозных масс, причем большинство клеток находилось в состоянии деструкции.

Достоверно чаще ПМ обнаруживали в гранулемах возле Т в 1-й группе, ( $p < 0,01$ ). В просветах альвеол, располагающихся возле капсулы Т, во всех случаях 1-й группы были выявлены ПМ со значительным содержанием липидов, тогда как во 2-й группе таких наблюдений было несколько меньше –  $(83,3 \pm 8,8)\%$  случаев.

В участках мало измененной легочной ткани, на отдалении от Т, наличие ПМ с выраженными липидными включениями в их цитоплазме отмечено в большинстве случаев обеих групп, соответственно в 1-й группе в  $(94,4 \pm 5,4)\%$  случаев, во 2-й – в  $(83,3 \pm 8,8)\%$  случаев. Как правило, такие клетки выявляли внутри альвеолярных пространств. По нашим предположениям, значительное количество наблюдений скоплений ПМ в альвеолах на расстоянии от Т служит биологическим фактором риска неблагоприятного течения туберкулезного воспаления в дальнейшем. Известно, что эти клетки содержат, как правило, МБТ (в фагосомах) в неактивном, dormantном, состоянии [11]. В определенных условиях, при деструкции ПМ в альвеолах, происходит дальнейшая диссеминация высвобожденных МБТ, т.е. прогрессирование воспаления.

Основным отличием между группами исследования было абсолютное и/или относительное количество ПМ в альвеолах. Во многих случаях 1 группы скопления ПМ были достаточно крупными (содержали от 20 до 50 клеток в п/зр), тогда как во 2-й группе преобладали случаи выявления малого количества ПМ в альвеолах (от 1 до 10 клеток в п/зр).

В 1-й группе при прогрессировании туберкулезного процесса максимальное количество ПМ обнаруживалось именно в альвеолах, отдаленных от Т ( $3,52 \pm 0,4$  у.е.); этот показатель достоверно больше по сравнению с таковым группы сравнения, ( $p < 0,05$ ). Кроме того, характерным наблюдением были участки легочной ткани с начальными признаками развития липоидной пневмонии, которая является прямым морфологическим признаком/доказательством прогрессирования туберкулезного воспаления. Гистологические признаки: выполнение значительного количества альвеол ПМ с массивной деструкцией этих клеток, а также деструкцией межальвеолярных перегородок (рис. 1).

Отмечается значительная деструкция межальвеолярных перегородок, почти отсутствуют сохранные пенистые макрофаги, практически весь объем легочной ткани выполнен жировым детритом, свободными жировыми веществами и минимальным количеством экссудативной жидкости.

Кроме того, значительно большее количество ПМ наблюдалось в 1-й группе и в других участках легочной ткани: в альвеолах возле Т, ( $p < 0,05$ ), в туберкулезных очагах, ( $p < 0,05$ ), и в гранулемах, расположенных на расстоянии от Т, ( $p < 0,01$ ), в сравнении с соответствующими показателями 2-й группы.

Таким образом, наши исследования показали, что прогрессирование воспалительного процесса при Т легких закономерно сопровождается нарушениями жирового обмена в легочной ткани, которые проявляются значительным накоплением свободных жиров в казеозных массах с вовлечением капсулы Т, в меньшей степени – в гранулемах, расположенных вблизи Т. Другим важным гистологическим признаком является формирование и значительное скопление ПМ внутри альвеол вблизи и на отдалении от Т, ( $p < 0,05$ ), в туберкулезных очагах, ( $p < 0,05$ ), а также в гранулемах, расположенных на расстоянии от Т, ( $p < 0,01$ ), по сравнению со случаями с умеренно-низкой активностью специфического воспалительного процесса.

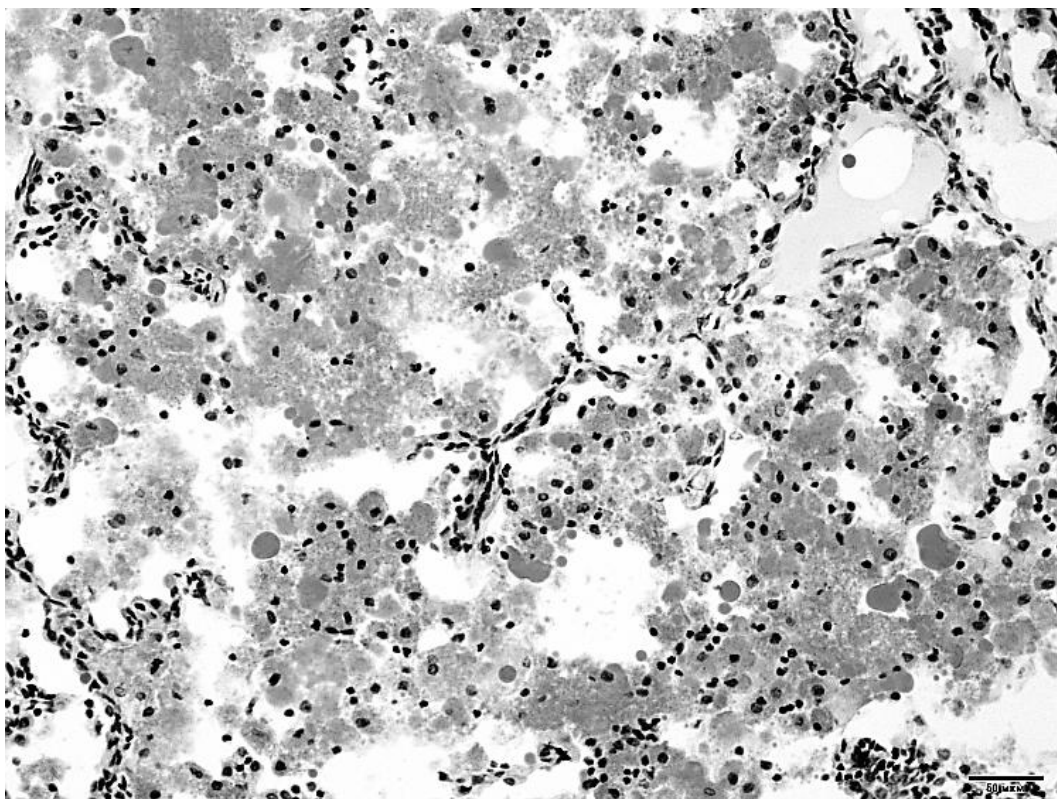


Рис. 1. Начало развития липоидной пневмонии (окраска на жиры суданом III-IV. Зб.: x 200)

При снижении активности воспалительного процесса не происходит полной нормализации жирового обмена в легочной ткани, о чем свидетельствует значительная частота случаев выявления жировых веществ как во внутреннем содержимом и капсуле Т, так и в туберкулезных очагах вне Т. Отмечено только количественное уменьшение выраженности этих проявлений.

В перспективе дальнейших исследований целесообразно изучение и уточнение распределения собственно вирулентных форм микобактерий туберкулеза и жировых отложений в легочной ткани при различных формах хронического течения туберкулезного воспаления и разной его активности, что может служить теоретическим обоснованием для разработки новых лекарственных препаратов и алгоритмов лечения туберкулеза легких.

### ВЫВОДЫ

1. Хронический туберкулез легких в форме туберкулемы сопровождается нарушениями жирового обмена в легочной ткани, а именно в виде значительного накопления свободных жировых веществ в различных гистологических структурах, а также формированием значительного количества пенистых макрофагов с их определенной локализацией.
2. Прогрессирование воспалительного процесса при Т легких закономерно сопровождается более выраженными нарушениями жирового обмена в легочной ткани по сравнению со случаями умеренно-низкой активности специфического воспаления. Для фазы прогрессирования воспаления характерно значительное накопление свободных жиров в казеозных массах и частично – в капсуле туберкулемы, в меньшей степени – в гранулемах, расположенных вблизи Т. Другим важным гистологическим признаком является формирование и значительное скопление ПМ внутри альвеол

вблизи и на отдалении от туберкулемы, ( $p < 0,05$ ), в туберкулезных очагах, ( $p < 0,05$ ), а также в гранулемах, расположенных на расстоянии от капсулы туберкулемы, ( $p < 0,01$ ).

3. Морфологические изменения по типу «липоидной пневмонии» отмечены только в фазе прогрессирования туберкулезного процесса.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкина Л.Г. Роль легких в жировом обмене и нарушения его при силикозе / Л.Г. Бабушкина // Архив патологии. – 1966. – № 7. – С. 3-9.
2. Ерохин В.В. Морфологические реакции в легких при химиотерапии экспериментального туберкулеза / В.В. Ерохин // Проблемы туберкулеза. – 2000. – № 5. – С. 15-19.
3. Лепеха Л.Н. Морфологическая диагностика туберкулеза и некоторых диссеминированных заболеваний легких / Л.Н. Лепеха, С. А. Бурцева, В. В. Ерохин // Проблемы туберкулеза. – 2001. – № 3. – С. 45-50.
4. Trehalose 6,6'-dimycolate and lipid in the pathogenesis of caseating granulomas of Tuberculosis in mice / R.L. Hunter, M. Olsen, C. Jagannath, J.K. Actor // Immunopathology and Infectious Diseases. – 2006. – Vol. 168, № 4. – P. 1249-1261.
5. Авербах М.М. Роль липидных компонентов M. Tuberculosis в образовании туберкулезной гранулемы / М.М. Авербах // Туберкулез и болезни легких. – 2012. – № 3. – С. 15-19.
6. Evolution of foamy macrophages in the pulmonary granulomas of experimental tuberculosis models / N. Cáceres, G. Tapia, I. Ojanguren et al. // Tuberculosis. – 2009. – Vol. 89. – P. 175-182.
7. Расін О.М. Молекулярні механізми протизапальної дії глітазонів та статинів: роль PPAR- $\gamma$  / О.М. Расін, І. П. Кайдашев, М.С. Расін // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2007. – № 6 (12). – С. 71-76.
8. Сучасні гістологічні особливості туберкульом легень при різному ступені активності специфічного запального процесу / І.В. Ліскіна, С.Д. Кузовкова, Л.М. Загаба, В.Г. Лук'янчук // Сучасні інфекції. – 2010. – № 1. – С. 65-72.
9. Insights into battles between Mycobacterium tuberculosis and macrophages / G. Xu, J. Wang, G. F. Gao, C. Hua Liu // Protein & Cell. – 2014. – Vol. 5, № 10. – P. 728-736.
10. Weiss G. Macrophage defense mechanisms against intracellular bacteria / G. Weiss, U.E. Schaible // Immunological Reviews. – 2015. – Vol. 264. – P. 182-203.
11. Foamy macrophages and the progression of the human TB granuloma / D. G. Russell1, P-J Cardona, M-J. Kim et al. // Nat. Immunol. – 2009. – Vol. 10, № 9. – P. 943-948.

### REFERENCES

1. Babushkina L.G. Rol' legkih v zhirovom obmene i narusheniya ego pri silikoze / L.G. Babushkina // Arhiv patologii. – 1966. – № 7. – S. 3-9.
2. Erohin V.V. Morfologicheskie reakcii v legkih pri himioterapii eksperimental'nogo tuberkuleza / V.V. Erohin // Problemy tuberkuleza. – 2000. – № 5. – S. 15-19.
3. Lepekha L.N. Morfologicheskaya diagnostika tuberkuleza i nekotorykh disseminirovannykh zabolovanij legkih / L.N. Lepekha, S.A. Burceva, V.V. Erohin // Problemy tuberkuleza. – 2001. – № 3. – S. 45-50.

4. Trehalose 6,6'-dimycolate and lipid in the pathogenesis of caseating granulomas of Tuberculosis in mice / R.L. Hunter, M. Olsen, C. Jagannath, J.K. Actor // Immunopathology and Infectious Diseases. – 2006. – Vol. 168, № 4. – P. 1249-1261.
5. Averbah M.M. Rol' lipidnyh komponentov M. Tuberculosis v obrazovanii tuberkuleznoj granulemy / M.M. Averbah // Tuberkulez i bolezni legkih. – 2012. – № 3. – S. 15-19.
6. Evolution of foamy macrophages in the pulmonary granulomas of experimental tuberculosis models / N. Carceres, G. Tapia, I. Ojanguren et al. // Tuberculosis. – 2009. – Vol. 89. – P. 175-182.
7. Rasin O.M. Molekulyarni mekhanizmi protizapal'noi dii glitazoniv ta statiniv: rol' PPAR- $\gamma$  / O. M. Rasin, I. P. Kajdashev, M. S. Rasin // Mizhnarodnij endokrinologichnij zhurnal. – 2007. – № 6 (12). – S. 71–76.
8. Suchasni gistologichni osoblivosti tuberkul'om legen' pri riznomu stupeni aktivnosti specifichnogo zapal'nogo procesu / I.V. Liskina, Kuzovkova S.D., Zagaba L.M., Luk'yanchuk V.G. // Suchasni infekcii. – 2010. – № 1. – S. 65-72.
9. Insights into battles between Mycobacterium tuberculosis and macrophages / G. Xu, J. Wang, G. F. Gao, C. Hua Liu // Protein & Cell. – 2014. – Vol. 5, № 10. – P. 728-736.
10. Weiss G. Macrophage defense mechanisms against intracellular bacteria / G. Weiss, U. E. Schaible // Immunological Reviews. – 2015. – Vol. 264. – P. 182-203.
11. Foamy macrophages and the progression of the human TB granuloma / D. G. Russell1, P-J Cardona, M-J. Kim et al. // Nat. Immunol. – 2009. – Vol. 10, № 9. – P. 943-948.

УДК 572.512:796.071.2

## СОМАТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТІЛОБУДОВИ СПОРТСМЕНІВ РІЗНИХ СПЕЦІАЛІЗАЦІЙ

Приймак С.Г.

*Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка  
14000, Україна, Чернігів, вул. Гетьмана Полуботка, 53*

sprimак@mail.ru

У роботі розглянуто особливості соматотипу та пропорцій тіла спортсменів чоловічої статі у віці 17-23 роки, які спеціалізуються в біатлоні, боксі та волейболі. Виявлено, що біатлоністам та боксерам притаманна подібність тілобудови – мезоморфія, з певною перевагою у боксерів доліморфії, широкою грудною кліткою, відносно низьким розташуванням центру тяжіння тіла. Волейболісти відрізняються брахіморфністю (гіперстенічністю) з відносно звуженою грудною кліткою, високими значеннями відносної маси тіла і центру тяжіння тіла. Співвідношення довжини нижніх та верхніх кінцівок до довжини тіла вказує на превалювання в спортсменів всіх видів спорту макроскелії («довгоногості») та «довгорукості». При цьому найбільше значення індексу спостерігається у волейболістів, найменше – у біатлоністів і боксерів.

*Ключові слова: соматологія, соматотип, тілобудова, пропорції тіла, біатлон, бокс, волейбол.*

Приймак С.Г. СОМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ / Черниговский национальный педагогический университет им. Т. Г. Шевченко, 14000, Украина, Чернигов, ул. Гетьмана Полуботка, 53

В работе рассмотрены особенности соматотипа и пропорций тела спортсменов мужского пола в возрасте 17-23 лет, специализирующихся в биатлоне, боксе и волейболе. Выведено, что биатлонистам и боксерам присуще сходство телосложения – мезоморфия, с определённой склонностью боксеров к долиморфии, широкой грудной клеткой, относительно низким расположением центра тяжести тела. Волейболисты отличаются брахиморфностью (гиперстеничностью) с относительно зауженной грудной клеткой, высокими значениями относительной массы тела и расположением центра тяжести тела. Соотношение длины нижних и верхних конечностей к длине тела указывает на превалирование у спортсменов всех видов спорта макроскелели («долгоногости») и «долгорукоости». При этом наибольшее значение индекса наблюдается у волейболистов, наименьшее – у биатлонистов и боксеров.

*Ключевые слова: соматологія, соматотип, телосложение, пропорции тіла, біатлон, бокс, волейбол.*

Priymak S.G. SOMATOLOGICAL FEATURES OF CONSTITUTION OF DIFFERENT SPECIALIZATIONS` ATHELETES / Chernihiv National Pedagogical University named after T.G. Shevchenko, 14000, Ukraine, Chernihiv, Hetman Polubotko str., 53

Somatologic features of athletes' constitution in most cases are the basis for achieving high sports results. Thus, the total size, body proportions and somatotype in various sports may differ, which in some ways can define professional success in some kind of sports specialization. These statements provide the establishment of model anthropometric characteristics of athletes, reflecting different professional activities, including sports. Human Phenotype is determined as a result of a complex interaction of hereditary and acquired in the implementation of the genetic program in a particular environment, which determines the completeness of the program. Thus, genetically determined are the most of the morphological characteristics of the human body, allowing you to predict with a certain probability, success of the training program, particularly in sport.

Features of total body size of athletes were studied by standardized methods, recorded rates of body length and individual segments (length of the body, trunk, lower and upper limbs), body weight, circumference of the chest at rest and in the phases of inhalation and exhalation, lung capacity, strength hand muscles and back. The body length is determined using height measurement and other longitudinal dimensions - using anthropometry in the home standing in their sense of projection (the length of the body, trunk, upper and lower extremities. In addition, based on empirical data Quetelet index was calculated, Erisman, Pyn'ye, stenia, skellia (for Manuvriye), index of chest living index, the ratio of muscle power of back and hand to body weight.

Analysis of total body size of sportsmen specializing in biathlon, boxing and volleyball vary greatly depending on the sport. Thus, for biathletes and boxers there is inherent similarity in terms of body length, body, trunk, upper and lower extremities, chest circumference at rest and inspiration is stated in phases of inhalation and exhalation unlike volleyball players who are more different with higher specified parameters.

The biggest difference for the longitudinal body size observed in terms of body length, length of legs, arms at relatively small differences in the circumference of the chest both in peace and inspiration is stated in phases of inhalation and exhalation. Against the background of these differences, which are in the range 5,1-12,21% among volleyball there were observed relatively high values of body weight, which differ from biathletes and boxers within 26,3-30,98%. This situation confirms the calculation Quetelet index, which in volleyball is at  $440,66 \pm 47,79$  g / cm, unlike biathletes and boxers ( $380,41 \pm 34,38$  and  $367,75 \pm 45,45$  g / cm respectively ), which is, to some extent the compensating factor, because unlike boxers, where the limiting factor is the weight according to weight categories, the volleyball players must also mobilize the muscles of the lower extremities, and in difficult conditions of implementation of actions - in jumping on a vertical axis, which in turn increases the body weight due to muscles of the lower extremities.

For biathletes it is characteristic a broad chest unlike boxers and volleyball, while the index of Pin'ye that allows athletes to differentiate into groups according to somatotype (classification of Shovkunenko V. M. and A.M. Heselevycha), reflecting the "strength" of constitution in terms of length, weight, circumference of chest in phase of exhalation confirms this assumption. Thus, the biathletes index of Pin'ye formed by the circumference of the chest and to a lesser extent, of body weight, while the boxers and volleyball as chest girth and weight affect the change rate is almost the same. Thus, the absolute value of the index indicates Pin'ye brachymorphic (hypersthenic) type of constitution in volleyball and mesomorphic biathletes in boxers and a certain advantage in boxers dolimorfii. Brahimorfichnu figure confirms steniya calculation of the index, which is in the range of 0,72-0,80 mind units depending on the sport, and indicates the severity of brahimorphia in volleyball and moderate values in boxers and biathletes.

Index of skellia (for Manuvriye), which reflects the ratio of the length of the lower extremities to the body length and describes " long legs-short legs " indicates the prevalence of athletes in all sports macroskelia (long legs ) within 110,30-104,3% depending on the sport. However, most of the index observed in volleyball, the least - in Biathlon, intermediate values - in boxers. It is logical that the larger the ratio of body length to the length of the lower extremities is the higher center of gravity of the body and the harder to maintain balance in space. This provision reflects the specifics of athletes of different specializations, namely volleyball is typical implementation techniques (ball gear, protective actions) in unsupported position that does not require accurate preservation of balance in the "reference" state, unlike Biathlon athletes and boxers which maintain balance in touch with a support is crucial: to biathlete – movement on the moving support (skiing), exact muscle coordination efforts in the implementation of firing on firing lines, which depend advantage over rivals for the duration of the course (penalty circle). In addition, ongoing coordination of muscle groups in the descents, turns athletes have to artificially lower the center of gravity of the body through squats and / or torso forward for greater manageability of their position in dealing with cross-country competitive race.

For boxers reliable support area – the basis for the implementation of movement around the ring, the performance impact, providing protective actions compete. Thus, boxer lowering the center of gravity of

the body by one leg squats with a turn back body side. This preserves the original position of equilibrium after hitting opponent who directed, if not the highest point of the head of the body, in the upper part of the body, which can lead to rapid loss of balance and give protection to carry out the following actions and appropriate kick.

In calculating the ratio of the length of the upper limbs to body length and a body observed a similar trend – athletes specializing in boxing and volleyball are more towards "long arms" unlike biathletes. 3,05-8,71% difference is significant because it can, ceteris opportunities to ensure the success of professional activity. Thus, for boxing as a contact sport for which the purpose is to cause more strokes with a certain total mass and implement protective actions important factor is the length of the upper limb as proportional lever arm strength, and thus contributes to the manifestation additional efforts at a greater distance and greater speed, reducing the effectiveness of protective actions with smaller rival absolute body size. Furthermore, taking remote position from rival boxer has more time to implement protective actions.

Volleyball elongated upper limbs allow, on the one hand – more accurately differentiate techniques, supply and transfer of the ball and, on the other – to more rational protection when attacking enemy actions under the net as well as on the back line of the playground. Biathlon is less than the length of the upper extremity allows to put less effort in pushing ski poles, providing additional advantage in the race. In carrying out shooting on fire lines upper limb length offset individual choice examples weapons according to the athlete anthropometric data, including the length of the arm, forearm, wrist.

Value lung capacity to body weight, indicates a relatively underdeveloped muscles of the upper shoulder girdle volleyball athletes unlike other specializations. Volleyball, the sport does not require the implementation of an athlete maximum muscle effort at implementation techniques, as opposed to boxing and biathlon, where the work is verhnohrudnyh muscle groups, if not decisive (boxing), it is crucial (Biathlon). Yes, box motor actions implemented by force extensor muscles of the pectoral girdle in biathlon – moving distance and keeping weapons in a stable position when making shots that requires a power capacity of an athlete. This assumption is confirmed by calculation of the ratio forces stronger hand (carpal dynamometry) or extensor strength back (dynamometry social class) in body weight, which, like the "life code" are the biggest in biathletes and boxers, the smallest - in volleyball.

*Key words: somatology, somatotype, figure, body proportions, biathlon, boxing, volleyball.*

## ВСТУП

Соматологічні особливості тілобудови спортсменів в більшості випадків є базовими для досягнення високого спортивного результату. При цьому тотальні розміри, пропорції тіла та соматотип в різних видах спорту можуть суттєво відрізнятися, і деякою мірою, можуть визначати професійну успішність в певному виді спортивної спеціалізації. Ці положення передбачають створення антропометричних модельних характеристик спортсменів, що відображають специфіку професійної діяльності, зокрема спортивної. Фенотип людини визначається в результаті складної взаємодії спадкового і набутого при реалізації генетичної програми в умовах конкретного середовища, яка визначає повноту реалізації програми [1, 2]. До генетично детермінованих відносять більшість морфологічних ознак організму людини, що дозволяє прогнозувати, з певною ймовірністю, успішність реалізації професійної програми, зокрема в спорті.

Можливості прогнозування ґрунтуються на генетичній запрограмованості розвитку організму загалом і пов'язаності цих процесів зі спадково стійкими ознаками (генетичними маркерами), до яких умовно можна віднести соматотип людини (певний набір морфологічних ознак).

Подібний аспект вивчення будови тіла спортсменів має великий теоретичний і практичний інтерес. Теоретичний – для загальної морфології людини, головним чином у зв'язку зі взаємообумовленістю функції і форми тіла, практичний – для удосконалення тренувального процесу з метою визначення відповідності будови тіла зі спортивними досягненнями в різних видах спорту та оптимальне дозування навантажень під час тренувань [3].

У зв'язку з цим метою нашого дослідження було вивчення тотальних розмірів тіла та їхніх пропорцій у спортсменів різних спеціалізацій (біатлон, бокс і волейбол).

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведені упродовж грудня 2010 р. - березня 2013 р. на базі лабораторії психофізіології м'язової діяльності Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка відповідно до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2011-2015 рр. Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту за напрямом наукових досліджень – П. «Методологічні та організаційно-методичні основи раціональної підготовки спортсменів».

У дослідженнях брали участь спортсмени, які спеціалізуються в біатлоні (n=27), боксі (n=30) та волейболі (n=28). Усього обстежено 85 спортсменів чоловічої статі, з яких – 38 спортсменів масових розрядів (I-III розряди), 46 кандидатів у майстри спорту України і майстрів спорту України, 5 заслужених майстрів спорту України, майстрів спорту Міжнародного класу України.

Особливості тотальних розмірів тіла спортсменів вивчали згідно зі стандартизованою методикою: реєстрували показники довжини тіла та окремих сегментів (довжина тулуба, корпусу, нижньої та верхньої кінцівок), маси тіла, обхвату грудної клітки (ОГК) у спокої, у фазах вдиху і видиху, життєвої ємності легень (ЖЄЛ), сили м'язів кисті і спини [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Довжину тіла визначали із застосуванням ростоміра, інші поздовжні розміри – за допомогою антропометра у вихідному положенні стоячи, в їх проекційному значенні (найкоротша відстань між антропометричними точками) реєструвались: висота над підлогою скелетних точок, як різниця між висотою вищерозташованої і нижерозташованої точок із визначенням відстані між ними [1]. Поздовжні розміри тіла розраховувались так: довжина корпусу – різниця між довжиною тіла та висотою лобкової точки; довжина тулуба – різниця між висотою верхньогрудної та лобкової точок; довжина руки – різниця між висотою плечової та пальцевої точок; довжина ноги – проміжне положення між висотою клубово-остюкової та лобкової точок. На підставі емпіричних рівнянь розраховували [9]:

1. Індекс Кетле, г/см = маса тіла, г / довжина тіла, см.;
2. Індекс Ерісмана, ум. од. = ОГК у фазі вдиху, см – (довжина тіла, см / 2);
3. Індекс Пін'є, ум. од. =  $L - (P + Q)$ ;
4. Індекс розвитку грудної клітки, % =  $(Q/L) \times 100$ ;
5. Індекс стенії, % =  $L / (2 \times P) + Q$ ;
6. Індекс скелії (за Манувріє), % =  $\frac{L - L_m}{L_m} \times 100$  ;
7. Життєвий індекс, мл/кг = життєва ємність легень, мл / маса тіла, кг;
8. Співвідношення м'язової сили спини та кисті до маси тіла, % : (сила кисті, кг / маса тіла, кг)  $\times$  100; (сила спини, кг / маса тіла, кг)  $\times$  100.

де P – маса тіла, кг (г); Q – обхват грудної клітки, см; L – довжина тіла, см; L<sub>m</sub> – довжина тулуба, см.

Статистичну обробку фактичного матеріалу здійснювали за допомогою програми Microsoft Office Excel [10]. Для кількісних вимірів розраховувалися такі статистичні характеристики, як середнє арифметичне (M), стандартна помилка вибіркового середнього (m). З урахуванням наближення вибірок до закону нормального розподілу для оцінки достовірності відмінностей у рівні прояву ознаки використовували t-критерій Стюдента для незалежних вибірок та U-критерій Манна-Уїтні (рівень статистичної значущості  $\alpha = 0,05$ ). При інтерпретації матриць інтеркореляції враховували достовірні коефіцієнти з діагностичною ( $r \geq 0,3$ ) і прогностичною ( $r \geq 0,7$ ) цінністю.



## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз тотальних розмірів тіла спортсменів, що спеціалізуються в біатлоні, боксі та волейболі, значно варіюють залежно від виду спорту (табл. 1). Так, біатлоністам та боксерам притаманна подібність за показниками довжини тіла, тулуба, корпусу, верхніх та нижніх кінцівок, ОГК у спокої, у фазах вдиху, видиху на відміну від волейболістів, які відрізняються більшими значеннями зазначених показників.

Таблиця 1 – Соматометричні показники біатлоністів (n = 27), боксерів (n = 30) та волейболістів (n = 28)

Показник	Біатлон (M±m)	Бокс (M±m)	Волейбол (M±m)	Δ,%			
				Біатлон - Бокс	Бокс - Волейбол	Біатлон - Волейбол	
Довжина тіла, см	176,72 ±4,63	176,56 ±5,90	192,80 ±5,93	-0,09	9,20	9,10	
Довжина корпусу тіла, см	84,77 ±2,54	83,32 ±2,56	89,83 ±3,11	-1,71	7,81	5,97	
Довжина тулуба, см	59,98 ±3,07	57,24 ±2,34	63,41 ±2,55	-4,57	10,78	5,72	
Маса тіла, кг	67,30 ±5,65	64,90 ±7,90	85,00 ±7,89	-3,58	30,98	26,30	
Довжина ноги, см	88,23 ±3,63	88,87 ±4,29	98,89 ±3,76	0,73	11,27	12,08	
Довжина руки, см	73,45 ±3,27	75,88 ±3,41	82,55 ±3,04	3,31	8,79	12,39	
Динамометрія, кг	кистьова	47,86 ±5,95	41,16 ±7,56	50,13 ±5,66	-14,00	21,81	4,75
	станова	124,76 ±16,46	120,59 ±35,20	128,41 ±20,70	-3,35	6,49	2,92
ЖЄЛ, мл	4656,59 ±621,45	4279,64 ±533,29	5366,67 ±587,04	-8,09	25,40	15,25	
ОГК у спокої, см	93,45 ±4,33	91,15 ±5,23	98,89 ±4,24	-2,46	8,49	5,82	
ОГК у фазі вдиху, см	97,55 ±4,05	94,46 ±4,69	102,52 ±3,63	-3,16	8,53	5,10	
ОГК у фазі видиху, см	90,30 ±3,74	88,83 ±4,61	95,86 ±4,06	-1,63	7,91	6,16	
Екскурсія грудної клітки, см	6,69 ±1,48	5,81 ±1,18	6,66 ±1,57	-13,12	14,64	-0,40	

Найбільша відмінність за подовжніми розмірами тіла спостерігається за показниками довжини тіла (9,1-9,2%), довжиною ноги (11,27-12,08%), руки (8,79-12,39%) при відносно незначних відмінностях обхвату грудної клітки в спокої і у фазах вдиху і видиху (5,82-8,49%; 5,10-8,53%; 6,16-7,91% відповідно). На фоні цих відмінностей, які перебувають у діапазоні 5,1-12,21% , серед волейболістів спостерігаються відносно високі значення маси тіла, які відрізняються від таких у біатлоністів та боксерів в межах 26,3-30,98%. Це положення підтверджує розрахунок індексу Кетле, який у волейболістів перебуває на рівні 440,66±47,79 г/см, на відміну від біатлоністів і боксерів (380,41±34,38 та

367,75±45,45 г/см відповідно), що є компенсуючим чинником, адже на відміну від боксерів, де лімітуючим фактором є маса тіла відповідно до вагових категорій, а волейболісти повинні максимально мобілізувати м'язи нижніх кінцівок, причому в складних умовах реалізації дії – у стрибках за вертикальною віссю, що своєю чергою збільшує масу тіла за рахунок розвитку м'язів нижніх кінцівок (табл. 3).

Розрахунок індексу Ерісмана в досліджуваних групах спортсменів вказує на відмінності пропорційності грудної клітки, а саме: для біатлоністів характерна широка грудна клітка на відміну від боксерів та волейболістів, при цьому індекс Пін'є, який дозволяє диференціювати спортсменів на групи за соматотипом (за класифікацією В.М. Шовкуненко та А.М. Геселевича), відображаючи «міцність» тілобудови за показниками довжини, маси тіла, ОГК у фазі видиху підтверджує це припущення. Так, у біатлоністів індекс Пін'є формується за рахунок ОГК і меншою мірою від маси тіла, тоді як у боксерів та волейболістів і ОГК, і маса тіла впливають на зміну показника майже однаково (табл. 2).

Таблиця 2 – Кореляційні взаємозв'язки індексу Пін'є з довжиною, масою тіла та обхватом грудної клітки спортсменів різних спеціалізацій

Показник	Бокс (n = 30)	Біатлон (n = 27)	Волейбол (n = 28)
Маса тіла, кг	-0,870*	-0,770*	-0,832*
Довжина тіла, см	-0,217	-0,070	0,074
ОГК у фазі вдиху, см	-0,799*	-0,879*	-0,828*

Примітка: статистична значущість коефіцієнтів кореляції Пірсона на рівні \*  $p < 0,001$

При цьому абсолютні значення індексу Пін'є вказують на брахіморфний (гіперстенічний) тип тілобудови у волейболістів (8,87 ум. од.) та мезоморфний у біатлоністів (15,96 ум. од.) і боксерів (20,21 ум. од.) (із певною перевагою у боксерів доли морф). Брахіморфічну тілобудову підтверджує і розрахунок індексу стениї, який перебуває в діапазоні 0,72-0,80 ум. од. залежно від виду спорту, і вказує на вираженість брахіморфії у волейболістів (0,72 ум. од.) та помірне значення (0,80 ум. од.) у боксерів і біатлоністів (0,78 ум. од.) (табл. 3).

Індекс скелії (за Манувріє), який відображає співвідношення довжини нижніх кінцівок до довжини тіла і характеризує «довгоногість-коротконогість», вказує на превалювання в спортсменів всіх видів спорту макроскелії («довгоногості») в межах 110,30-104,3% залежно від виду спорту. При цьому найбільше значення індексу (110,30%) спостерігається у волейболістів, найменше – у біатлоністів (104,30%), проміжні значення – у боксерів (106,75%) (табл. 3).

Цілком логічно, що чим більше співвідношення довжини тіла до довжини нижніх кінцівок, тим вище знаходиться центр тяжіння (ЦТ) тіла людини і тим важче зберігати рівновагу в просторі [2]. Це положення відображає специфіку діяльності спортсменів різних спеціалізацій, а саме: для волейболу характерним є виконання прийомів (передача м'яча, захисні дії) у безопорному положенні, що не вимагає збереження точної рівноваги в «опорному» стані, на відміну від спортсменів-біатлоністів та боксерів, у яких збереження рівноваги в контакт з опорою є вирішальним: для біатлоніста – пересування на рухомій опорі (лижах), точна координація м'язових зусиль при здійсненні стрільби на вогневих рубежах, від яких залежить перевага над суперниками за тривалістю дистанції (штрафні кола).

Крім того, постійну координацію м'язових груп при спусках, поворотах спортсмени повинні штучно знижувати ЦТ тіла шляхом присідання та/або нахилу тулуба вперед для більшої керованості свого положення при подоланні пересіченої місцевості змагальної дистанції.

Таблиця 3 – Соматометричні індекси біатлоністів (n = 27), боксерів (n = 30) та волейболістів (n = 28)

Показник	Біатлон (M±m)	Бокс (M±m)	Волейбол (M±m)	Δ,%		
				Біатлон - Бокс	Бокс - Волейбол	Біатлон - Волейбол
Індекс Кетле, г/см	380,41 ±25,55	367,75 ±37,34	440,70 ±34,19	-3,33	19,84	15,85
Індекс Ерісмана, ум. од.	5,10 ±4,14	2,94 ±3,95	2,51 ±4,10	42,27	-14,65	-50,73
Індекс Пин'е, ум. од.	15,96 ±7,50	20,21 ±9,81	8,87 ±9,62	26,60	-56,10	-44,42
Індекс стениї,%	0,78 ±0,04	0,80 ±0,06	0,72 ±0,04	3,31	-10,35	-7,38
Життєвий індекс, мл/г	69,12 ±6,48	66,24 ±6,09	63,29 ±5,71	-4,17	-4,45	-8,44
Сила м'язів кисті / маса тіла,%	71,28 ±5,99	60,89 ±9,98	56,74 ±7,94	-14,58	-6,81	-20,40
Сила м'язів спини / маса тіла,% :	185,62 ±22,54	176,58 ±43,24	145,06 ±27,99	-4,87	-17,85	-21,85
Індекс скелії (за Манувріє),%	104,30 ±6,04	106,75 ±5,14	110,30 ±5,28	2,35	3,33	5,75
Довжина рук / довжина ніг,%	83,33 ±3,19	85,84 ±2,80	83,55 ±2,08	3,01	-2,67	0,26
Довжина рук / довжина тулуба,%	122,79 ±6,32	133,49 ±5,96	130,34 ±4,87	8,71	-2,36	6,15
Довжина ніг / довжина тулубу,%	147,70 ±9,11	155,65 ±8,55	156,12 ±6,74	5,38	0,30	5,70
Довжина ніг / довжина тіла,%	49,92 ±1,41	50,46 ±1,22	51,28 ±1,15	1,08	1,63	2,72
Довжина рук / довжина тіла,%	41,56 ±1,50	43,28 ±1,13	42,83 ±0,99	4,14	-1,05	3,05

Для боксерів надійна площа опори – основа для виконання пересувань по рингу, виконання ударів, захисних дій, що забезпечує перемогу над суперником. При цьому боксер знижує ЦТ тіла шляхом присідання, відставляючи одну ногу назад із розворотом тулуба вбік. Це вихідне положення забезпечує збереження рівноваги після удару суперника, який спрямований, якщо не в найвищу точку тіла – голову, то у верхню частину корпусу, що може призвести до швидкої втрати рівноваги і не дасть здійснити подальші захисні дії та відповідний удар.

При розрахунках співвідношення довжини верхніх кінцівок до довжини тіла та корпусу спостерігається аналогічна тенденція – спортсмени, що спеціалізуються в боксі та волейболі, відрізняються більшим співвідношенням у бік «довгорукоості», на відміну від біатлоністів. Так, у боксерів та волейболістів довжина верхніх кінцівок становить 43,28% і 133,49% від довжини тіла та тулуба відповідно; у волейболістів – 42,83% і 156,12%; біатлоністів – 41,56% і 122,79%. Різниця 3,05-8,71% є суттєвою, оскільки може, при інших однакових можливостях, забезпечити успішність здійснення професійної діяльності. Так, для боксу як контактного виду спорту, для якого метою є нанесення найбільшої кількості ударів з певною сумарною масою та здійснення захисних дій, важливим чинником є довжина верхньої кінцівки, вона є пропорційною плечу важеля сили, що сприяє виникненню додаткових зусиль на більшу відстані та більшу швидкість руху, знижуючи ефективність захисних дій суперника з меншими абсолютними розмірами тіла [2]. Крім

того, займаючи віддалене положення від суперника, боксер має більше часу для здійснення захисних дій.

У волейболі подовжені верхні кінцівки дозволяють, з одного боку, більш точно диференціювати прийоми, подачі і передачі м'яча та, з іншого – здійснювати більш раціональний захист при атакувальних діях суперника і під сіткою, і на задній лінії ігрового майданчика.

Біатлоністу менша довжина верхньої кінцівки дозволяє докладати менше зусиль при відштовхуванні лижними палицями, що забезпечує додаткову перевагу на дистанції. При здійсненні стрільби на вогняних рубежах довжина верхньої кінцівки нівелюється індивідуальним підбором прикладу зброї відповідно до антропометричних даних спортсмена, зокрема довжини плеча, передпліччя, кисті.

Привертає увагу факт співвідношення життєвої ємності легень до маси тіла, який відображає дихальну функцію грудної клітки. Так, найбільші значення індексу зареєстровані в біатлоністів (69,12 мл/г) і боксерів (66,24 мл/г), найменші – у волейболістів (63,29 мл/г), але при цьому екскурсія грудної клітки мало відрізняється у спортсменів і знаходиться в межах 5,81–6,69 см. На наш погляд, цей факт можна пояснити порівняно недостатньою розвиненістю м'язів верхнього плечового поясу волейболістів на відміну від спортсменів інших спеціалізацій. Волейбол як вид спорту не вимагає від спортсмена реалізації максимальних м'язових зусиль при виконанні технічних прийомів, на відміну від біатлону та боксу, де робота верхньогрудних м'язових груп є, якщо не вирішальною (бокс), то визначальною (біатлон). Так, у боксі рухові дії реалізуються за рахунок сили м'язів-розгиначів грудного поясу, у біатлоні – пересування по дистанції та утримання зброї в стабільному положенні під час здійснення пострілів, що вимагає реалізації силових можливостей спортсмена.

Таке припущення підтверджує розрахунок співвідношення сили сильнішої руки (кистьова динамометрія) або сили розгиначів спини (станова динамометрія) до маси тіла, які, як і «життєвий індекс», найбільші в біатлоністів (71,28% і 185,62% відповідно «кистьовий» і «становий» індекси) і боксерів (60,89% і 176,58%), найменший – у волейболістів (56,74% і 145,06%).

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку спрямовані на визначення рівня інформативності соматологічних параметрів тіла спортсменів відповідно до успішності реалізації професійної діяльності, зокрема спортивної.

## ВИСНОВКИ

1. Біатлоністам та боксерам притаманна подібність тілобудови – мезоморфна, з певною перевагою в боксерів доліморфії, широкої грудної клітки, відносно низьким розташуванням центру тяжіння тіла, на відміну від волейболістів, які відрізняються брахіморфністю (гіперстенічністю) з відносно звуженою грудною кліткою, високими значеннями відносної маси тіла (за індексом Кетле), високим розташуванням центру тяжіння тіла.
2. Співвідношення довжини нижніх кінцівок до довжини тіла, яке характеризує «довгоногість-коротконогість», вказує на превалювання в спортсменів всіх видів спорту макроскелії («довгоногості») в межах 110,30–104,3% залежно від виду спорту. При цьому найбільше значення індексу спостерігається у волейболістів, найменше – у біатлоністів і боксерів. У розрахунку співвідношення довжини верхніх кінцівок до довжини тіла та корпусу спостерігається аналогічна тенденція – спортсмени, що спеціалізуються в боксі та волейболі, відрізняються більшим співвідношенням у бік «довгоруконості», на відміну від біатлоністів.
3. Співвідношення життєвої ємності легень до маси тіла, яке відображає дихальну функцію грудної клітки, виявлене в біатлоністів і боксерів, найменше – у

волейболістів, при цьому екскурсія грудної клітки мало відрізняється серед спортсменів і знаходиться в межах 5,81-6,69 см. Таке припущення підтверджує і розрахунок співвідношення сили сильнішої руки (кистьова динамометрія), сили розгиначів спини (станова динамометрія) до маси тіла і може вказувати на порівняно недостатню розвиненість м'язів верхнього грудного поясу волейболістів на відміну від біатлоністів та боксерів.

#### ПОДЯКА

Заслуженому тренеру України, кандидату педагогічних наук, професору, завідувачу кафедри спорту ЧНПУ ім. Т.Г. Шевченка Власенку Степану Олексійовичу за рецензування та корекцію певних положень, пов'язаних із професійною діяльністю розглянутих видів спорту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии) / М. Ф. Иваницкий, Б. А. Никитюк, А. А. Гладышева, Ф. В. Судзиловский. – М. : Олимпия, 2008. – 624 с.
2. Туманян Г. С. Телосложение и спорт / Г. С. Туманян, Э. Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 239 с.
3. Строение тела и спорт. П. Н. Башкиров, Н. Ю. Лутовинова, М. И. Уткина, В. П. Чтецов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1968. – 235 с.
4. Бунак В. В. Антропометрия / В.В. Бунак. – М. : Учпедгиз, 1941. – 368 с.
5. Мартиросов Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э.Г. Мартиросов. — М. : Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.
6. Морфология человека / [под ред. Б. А. Никитюка, В. П. Чтецова]. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 344 с.
7. Волков Л. В. Теория спортивного отбора: способности, одаренность, талант / Л.В. Волков. – К. : Вежа, 1997. – 128 с.
8. Спортивная морфология / [Алексамянц Г. Д., Абушкевич В. В., Тлехас Д. Б. и др.]. – М. : Советский спорт, 2005. – 92 с.
9. Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей / В. А. Романенко. – Донецк : ДонНУ, 2005. — 290 с.
10. Минько А. А. Статистический анализ в MS Excel / А. А. Минько – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 448 с.

#### REFERENCES

1. Anatomija cheloveka (s osnovami dinamicheskoj i sportivnoj morfologii) / M. F. Ivanickij, B. A. Nikitjuk, A. A. Gladysheva, F. V. Sudzilovskij. – M. : Olimpija, 2008. – 624 s.
2. Tumanjan G. S. Teloslozhenie i sport / G.S. Tumanjan, Je.G. Martirosov. – M. : Fizkul'tura i sport, 1976. – 239 s.
3. Stroenie tela i sport. Bashkirov P.N., Lutovinova N.Ju., Utkina M.I., Chtecov V.P. . – M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1968. – 235 s.
4. Bunak V.V. Antropometrija / Bunak V.V. – M. : Uchpedgiz, 1941. – 368 s.
5. Martirosov Je.G. Metody issledovanija v sportivnoj antropologii / Je.G. Martirosov. — M. : Fizkul'tura i sport, 1982. – 199 s.
6. Morfologija cheloveka / [pod red. B.A. Nikitjuka, V.P. Chtecova]. – M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1990. – 344 s.
7. Volkov L.V. Teorija sportivnogo otbora: sposobnosti, odarennost', talant / L.V. Volkov. – K. : Vezha, 1997. – 128 s.
8. Sportivnaja morfologija / [Aleksanjanc G.D., Abushkevich V.V., Tlehas D.B. i dr.]. – M. : Sovetskij sport, 2005. – 92 s.

9. Romanenko V. A. Diagnostika dvigatel'nyh sposobnostej / V.A. Romanenko. – Doneck : DonNU, 2005. — 290 s.
10. Min'ko A. A. Statisticheskij analiz v MS Excel / A.A. Min'ko – M. : Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2004. – 448 s.

УДК 612.135-057.87

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ ТИПУ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КРОВІ ВІД ТИПУ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В СТУДЕНТІВ**

Станішевська Т.І., Горбань Д.Д., Денисенко В.І.

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького  
72312, Україна, Запорізька область, Мелітополь, вул. Леніна, 20*

dashadaf@yandex.ua

Експериментальне дослідження включало вивчення функціонального стану мікроциркуляції крові за допомогою методу лазерної доплерівської флоуметрії (ЛДФ). Це дозволяло оцінити стан тканинного кровотоку та виявити індивідуально-типологічні особливості мікроциркуляції крові. Серед обстежених студентів було виявлено три типи ЛДФ-грам, які відповідають різним типам мікроциркуляції крові: нормоемічний, гіперемічний тип та гіпоемічний тип. Визначення основних типів вищої нервової діяльності серед практично здорових студентів 17-22 років показало, що переважали сильні та рухливі типи вищої нервової діяльності. Простежена залежність особливостей мікроциркуляції крові від індивідуально-типологічних особливостей вищої нервової діяльності студентів.

*Ключові слова: мікроциркуляція крові, лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ), вища нервова діяльність, температура.*

Станішевская Т. И., Горбань Д. Д., Денисенко В. И. ЗАВИСИМОСТЬ ТИПА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ ОТ ТИПА ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНТОВ / Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького, 72312, Україна, Запорізька область, Мелітополь, вул. Леніна, 20

Експериментальное исследование включало изучение функционального состояния микроциркуляции крови с помощью метода лазерной доплероскопической флоуметрии (ЛДФ). Это позволяло оценить состояние тканевого кровотока и выявить индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови. Среди обследованных студентов было выявлено три типа ЛДФ-грамм, которые соответствуют разным типам микроциркуляции крови: нормоэмический, гиперэмический и гипоэмические типы. Определение основных типов высшей нервной деятельности среди практически здоровых студентов 17-22 лет показало, что преобладали сильные и подвижные типы высшей нервной деятельности. Была прослежена зависимость особенностей микроциркуляции крови от индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности студентов.

*Ключевые слова: микроциркуляция крови, лазерная доплероскопическая флоуметрия (ЛДФ), высшая нервная деятельность, температура.*

Stanishevskaya T.I., Horban D.D., Denisenko V.I. THE DEPENDENCE TYPE OF BLOOD MICROCIRCULATION ON TYPE OF STUDENTS' HIGHER NERVOUS ACTIVITY / Melitopol Bohdan Khmelnytskyi State Pedagogical University, 72312, Ukraine, Melitopol, Lenin str., 20

For today, an important place at diagnostics of the functional state of man's organism occupies research of blood microcirculation, as, changes in the system of blood microcirculation closely correlate with a change in a central hemodynamics, that allows to use these criteria in assessing the general situation of health of the inspected persons.

In the field of the study of microcirculation of blood not enough information about the features of blood microcirculation for the people of student age, and especially taking into account their types of higher nervous activity.

The actual enough is remained by the question of study features of blood microcirculation for students depending on their individually-typology features. Thus, by us was the done attempt to investigate the features of blood microcirculation for students taking into account their type of higher nervous activity.

The experimental research consisted of the study of blood microcirculation functional state by means of Laser Doppler flowmetry (LDF) method. It helped to evaluate the state of tissue blood-circulation and to reveal individual-typological peculiarities of blood microcirculation. 127 were surveyed young men and female students Melitopol Bohdan Khmelnytskyi State Pedagogical University, aged from 17 to 22 years.

Distribution of students after the types of higher nervous activity was carried out on methodology of Ajzenk G. By «Researches as of temperament».

Defining the basic types of higher nervous activity of practically healthy students aged 17-22 showed that strong and flexible types of higher nervous activity (choleric (33,3%) and sanguine – 10,5%) prevailed. The ratio of the strong, confining type of higher nervous activity (phlegmatic – 5,6%) in the studied selection of students was the least, and the ratio of the weak, confining (melancholic – 9,5%) type of higher nervous activity was average.

The obtained results showed that at most of students high-amplitude LDF with the expressed vasomotors` waves of the second order mainly was registered. The parameter of microcirculation of tissue blood stream in middle made 11,67 perf. odes., the level of vibrations of tissue blood stream in middle equaled 2,03 perf. odes., coefficient of variation (Kv) – 23,39.

According to LDF three types of blood microcirculation were revealed: normoemic, hyperemic, and hypoemic types.

The first type was characterized the irregular vibrations of blood stream with high enough amplitude. For this type LDF there was an inherent normoemic type of blood microcirculation. This type was observed in 33,1% investigated. The parameter of microcirculation for this type mattered 10,5 perf. odes., standard deviation – 2,4 perf. odes., coefficient of variation (Kv) – 23,6. This type was characterized the balanced state of mechanisms of the active adjusting that has connection with cute influences, and passive adjusting that has connection with paracute influences.

The second type at determination of that there was characteristic monotonous LDF with the high index of the parameter of microcirculation mattered: the parameter of microcirculation – 20,6 perf. odes.; standard deviation – 2,4 perf. odes.; Kv – 11,9. This type of LDF was certain as hyperemic, that was characterized the increase of more blood and was related to some dilatation of microvasculature. From all inspected to the second type it was taken 55,1% students.

Students that had the third type (monotonous LDF with the subzero parameter of microcirculation) folded 11,8% from all selection. This type of LDF was answered as hypoemic types of blood microcirculations, that is characterized the decline of blood in a microvasculature and increase of microvasculature tone, that arises up as a result of increase of cute neurogenic influences. The parameter of microcirculation for this type mattered 3,9 perf. odes., standard deviation – 1,2 perf. odes., coefficient of variation (Kv) – 34,6.

The dependence of blood microcirculation peculiarities on individual-typological peculiarities of students` higher nervous activity was set up.

Thus, the hyperemic type of blood microcirculation is characterized by the prevalence of students with strong and flexible type (choleric – 65,9% and sanguine – 15,8%).

The normoemic type of blood microcirculation was peculiar to the most ratio of students with the weak, inert, unstable type of higher nervous activity (melancholic – 31,8%) and students with strong, flexible, stable type of higher nervous activity (sanguine – 36,4%). Hypoemic type of blood microcirculation was mostly correlated with the students of unstable type of higher nervous activity (choleric – 62,5% and melancholic – 25,0%).

*Key words: blood microcirculation, Laser Doppler flowmetry (LDF), types of higher nervous activity.*

## ВСТУП

Очевидно, що майбутнє будь-якої країни за впевненими в собі, психічно і емоційно здоровими молодими людьми, але вони більше схильні до емоційних розладів ніж люди зрілого віку. Варто зазначити, що в людей слабких типів вищої нервової діяльності (НД) спостерігаються різкі зміни настрою. Люди зі слабкими типами НД схильні до депресій, неврозів, негативних емоцій. Тому ретельне вивчення психо-фізіологічних особливостей молодих людей допомагає своєчасно розпізнати людей з психологічними відхиленнями.

З огляду на це вчасно надана психологічна допомога може запобігти розвитку невротичних станів та неврозів [2].

Важливе місце в діагностиці функціонального стану організму людини посідає дослідження мікроциркуляції крові. Зміни в системі мікроциркуляції крові тісно корелюють зі зрушенням в центральній гемодинаміці [1, 5], що дозволяє використовувати ці критерії в оцінюванні загального стану здоров'я людини.

Ще дослідники далекої давнини, такі як Гіппократ та Аристотель, підкреслювали важливість вивчення кровотоку. Сьогодні завдяки сучасній техніці світова практика вивчення мікроциркуляції крові частіше ґрунтується на дослідженнях процесів мікроциркуляції крові при патологічних процесах. Учені Friese R.S., Edwards K.M. [7] проводять дослідження мікроциркуляції крові при гіпертензії. Mills P.J., Heller M.J., Lefkowitz R.B., Schmid-Schönbein G.W. [8] вивчають ферментні фракції крові. Shoucri B.M., Edwards K.M. [9] розглядають спадково-детерміновані параметри мікроциркуляторного русла.

Оцінка рівня мікроциркуляції крові в здорових людей у процесі онтогенезу широко вивчається Козловим В.І., Литвином Ф.Б., Морозовим М.В. [4], Трибрат Н.С., Чуян О.М [6]. У сфері вивчення мікроциркуляції крові недостатньо даних про особливості мікроциркуляції крові в студентів, а особливо з урахуванням їхніх типів вищої нервової діяльності.

Тому досить актуальним залишається питання вивчення особливостей мікроциркуляції крові в студентів залежно від їхніх індивідуально-типологічних особливостей. Отже, ми здійснили спробу дослідити особливості мікроциркуляції крові в студентів з урахуванням їхніх типів вищої нервової діяльності.

Метою нашого дослідження було виявити залежність індивідуально-типологічних особливостей мікроциркуляції крові від типу вищої нервової діяльності в студентів.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Під час роботи було обстежено 127 осіб-добровольців віком 17-22 років (108 дівчат та 19 юнаків), студентів Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького, які постійно проживають на південному сході України. Дослідження проводилися відповідно до сучасних вимог біоетики.

Для вивчення функціонального стану мікроциркуляції крові в організмі людини був використаний метод лазерної доплерівської флоуметрії (ЛДФ), що дозволяло оцінити стан тканинного кровотоку та виявити ознаки зміни мікроциркуляції під впливом різних чинників.

ЛДФ здійснювали лазерним аналізатором кровотоку «ЛАКК-01» з лазерним джерелом випромінювання на довжині хвилі 0,63 мкм. Лазерний аналізатор був з'єднаний із комп'ютером на базі процесора Pentium IV. Голівка оптичного зонда (датчика прилада) фіксувалась на вентральній поверхні 4-го пальця лівої руки; рука містилася на рівні серця. Тривалість стандартного запису складала 4 хвилини. Усі записи ЛДФ-грами робились у першій половині дня. Записи ЛДФ-грам робились відповідно до методичних рекомендацій «Методика лазерної доплерівської флоуметрії» [4].

Комп'ютерна програма обробки ЛДФ-грами дозволяла визначити такі характеристики мікроциркуляції крові: параметр мікроциркуляції, середнє квадратичне відхилення (СКВ) реєстрованих доплерівських сигналів та коефіцієнт варіації (Kv).

Розподіл студентів за типами вищої нервової діяльності здійснювали за методикою Айзенка Г. [3].



Методика, розроблена британським ученим Айзенком Г., застосовується для визначення рівнів екстраверсії та емоційної стійкості та для визначення типів темпераменту. Студентам пропонувалося дати відповіді на 57 питань.

Статистична обробка результатів дослідження проводилася за допомогою стандартного програмного продукту Microsoft Excel та Biostat 5.0.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При вивченні індивідуально-типологічних особливостей мікроциркуляції крові при проведенні запису ЛДФ-грам у 127 студентів-добровольців у більшості реєструвалася переважно високоамплітудна ЛДФ-грама. Параметр мікроциркуляції (ПМ) у середньому складав  $11,67 \pm 4,1$  перф. од. Рівень коливань тканинного кровотоку (СКВ) у середньому мав значення  $2,03 \pm 0,53$  перф. од. Коефіцієнт варіації (Kv) у середньому дорівнював  $23,39 \pm 5,7$ .

Отримані дані свідчать про різний внесок ритмічних складових коливань кровотоку. Найсуттєвіший внесок (46,9%) визначався дуже низькочастотними коливаннями кровотоку VLF, амплітуда яких у середньому складала  $4,52 \pm 0,7$  перф. од., та низькочастотним коливанням LF (36,5%), амплітуда яких дорівнювала  $3,49 \pm 0,6$  перф. од. Високочастотні HF коливання кровотоку мали амплітуду в середньому  $1,23 \pm 0,2$  перф. од., що складало 12,5% від потужності всього спектру. Амплітуда серцевих коливань CF була найнижчою, у середньому  $0,39 \pm 0,06$  перф. од., що складало 4,1% у загальному спектрі ритмічних складових кровотоку.

Оскільки існує індивідуальний підхід до вивчення фізіологічних особливостей людини, наступним етапом дослідження було визначення типів мікроциркуляції крові. Так, серед обстежених студентів було виявлено три типи ЛДФ-грам, які відповідають різним типам мікроциркуляції крові.

Перший тип («аперіодична» ЛДФ-грама) характеризувався нерегулярними коливаннями кровотоку з достатньо високою амплітудою. Цьому типу ЛДФ-грами відповідав нормоемічний тип мікроциркуляції. До такого гемодинамічного типу було віднесено 33,1%. Параметр мікроциркуляції (ПМ) склав  $10,5 \pm 3,5$  перф. од., середнє квадратичне відхилення (СКВ) –  $2,4 \pm 0,9$  перф. од., коефіцієнт варіації (Kv) –  $23,6 \pm 5,4$ . Цей тип характеризувався збалансованим станом механізмів «активної» регуляції, яка має зв'язок з симпатичними впливами, та «пасивної» регуляції, що має зв'язок з парасимпатичними впливами.

Другий тип («монотонна» ЛДФ-грама з високим показником ПМ): ПМ –  $20,6 \pm 3,7$  перф. од.; СКВ –  $2,4 \pm 0,9$  перф. од.; Kv –  $11,9 \pm 4,1$ . Цей тип ЛДФ-грами відповідав гіперемічному типу. До другого типу було віднесено 55,1%. Такий тип ЛДФ-грами був визначений як гіперемічний, і характеризувався збільшенням притоку крові та був пов'язаний з деякою дилатацією мікросудин, зумовленою послабленням у регуляції кровотоку симпатичних впливів.

Студенти, які мали третій тип («монотонна» ЛДФ-грама з низьким параметром мікроциркуляції), склали 11,8%. Цей вид ЛДФ-грами відповідав гіпоемічному типу мікроциркуляції крові, який характеризується зниженням притоку крові в мікроциркуляторне русло та підвищенням тону м'яких судин, що виникає внаслідок підвищення симпатичних неврогенних впливів. ПМ дорівнював  $3,9 \pm 0,8$  перф. од., СКВ –  $1,2 \pm 0,5$  перф. од., Kv –  $34,6 \pm 4,6$ .

Межі коливань основних показників мікроциркуляції крові різних типів ЛДФ-грам відображено на рис. 1.

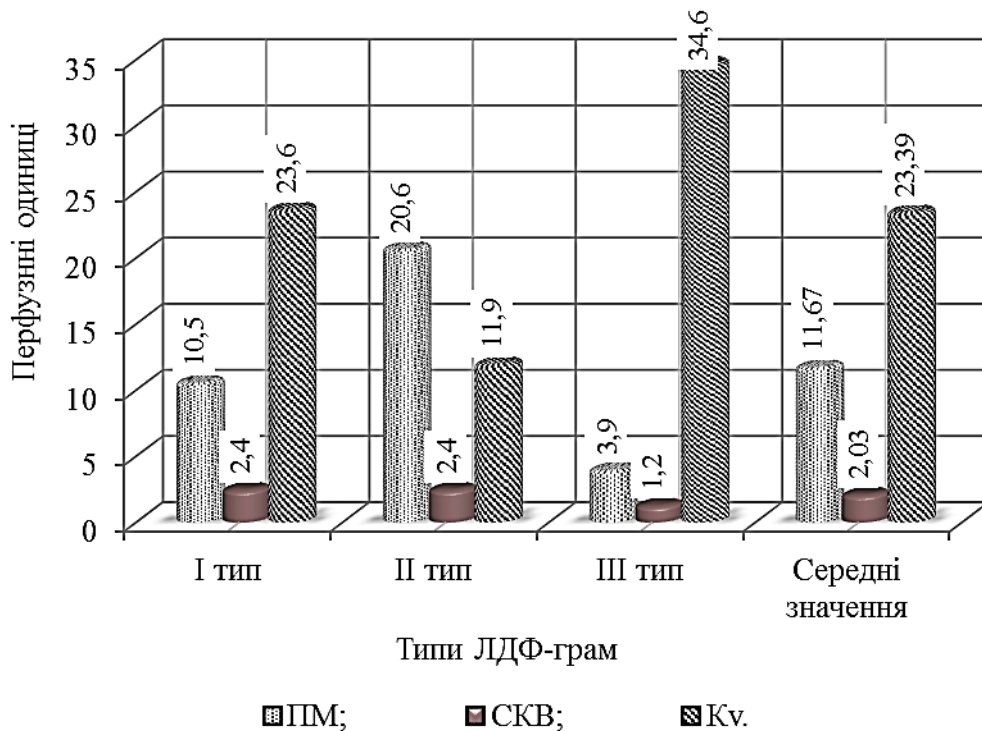


Рис. 1. Межі коливання основних показників мікроциркуляції крові трьох типів ЛДФ-грам (перфузні одиниці)

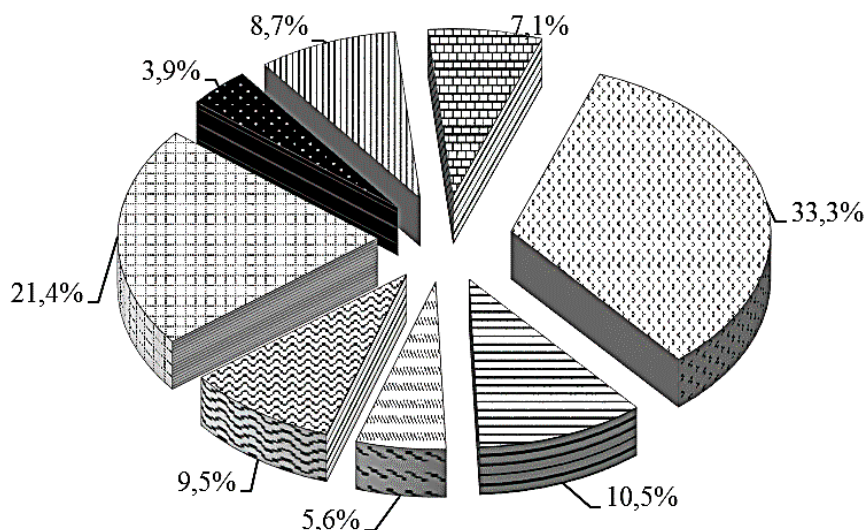
Примітки: ПМ – параметр мікроциркуляції; СКВ – середнє квадратичне відхилення; Kv – коефіцієнт варіації.

Наступним етапом дослідження було визначення типу вищої нервової діяльності серед студентів, що досліджувалися.

Розподіл студентів за типами вищої нервової діяльності здійснювали за методикою Айзенка Г. «Дослідження типу темпераменту» [3].

Розподіл типів темпераментів такий (рис. 2): найчастіше зустрічався сильний, неврівноважений, рухливий тип вищої нервової діяльності, що відповідав типу темпераменту холерик – 33,3% , сильний, рухливий, врівноважений (сангвінік) – 10,5% та змішаний тип неврівноважений (холерик-меланхолік – 21,4%). Рідше зустрічався сильний, інертний, врівноважений, що відповідав типу темпераменту флегматик – 5,6% та змішаний тип інертний (флегматик-меланхолік) – 3,9% , а слабкий, інертний, неврівноважений (меланхолік), змішані типи сильний, рухливий (холерик-сангвінік) та сильний, врівноважений (сангвінік-флегматик) зайняли проміжне місце між вище зазначеними типами ВНД – 9,5% , 8,7% та 7,1% відповідно.

При визначенні особливостей мікроциркуляції крові залежно від різних типів вищої нервової діяльності спостерігалася певна тенденція (табл. 1): сильний, рухливий, неврівноважений тип вищої нервової діяльності (холерик) найчастіше зустрічався при гіперемічному типі мікроциркуляції крові – 69,1% , значно менше при нормоемічному типі – 19% та при гіпоемічному типі – 11,9%.



- холерик;    
 – сангвінік;    
 – флегматик;    
 – меланхолік;
- холерик-меланхолік;    
 – флегматик-меланхолік;
- холерик-сангвінік;    
 – сангвінік-флегматик

Рис. 2. Розподіл типів темпераменту серед обстежених студентів 17-22 років

При визначенні особливостей мікроциркуляції крові залежно від різних типів вищої нервової діяльності спостерігалася тенденція (таблиця 1): сильний, рухливий, неврівноважений тип вищої нервової діяльності (холерик) найчастіше зустрічався при гіперемічному типі мікроциркуляції крові – 69,1% студентів, значно менше при нормоемічному типі – 19% та на 7,1% від гіперемічного типу менше при гіпоемічному типі мікроциркуляції крові. Сильний, рухливий, врівноважений (сангвінік) мав кількість при гіперемічному та при нормоемічному типах мікроциркуляції крові – по 46,2%, а при гіпоемічному типі зустрічався лише в 7,6% студентів.

Таблиця 1 – Особливості мікроциркуляції крові в студентів із різними типами темпераменту

Тип темпераменту	Тип мікроциркуляції крові		
	Нормоемічний тип	Гіперемічний тип	Гіпоемічний тип
Холерик	19,0%	69,1%	11,9%
Сангвінік	46,2%	46,2%	7,6%
Флегматик	14,3%	85,7%	-
Меланхолік	58,3%	25,0%	16,7%

Сильний, інертний, урівноважений (флегматик) найбільший відсоток студентів мав при гіперемічному типі мікроциркуляції крові – 85,7%, при нормоемічному був менше на 71,4% від гіперемічного типу, а при гіпоемічному типі ця група досліджуваних осіб не зустрічалася зовсім.

Слабий, інертний, неврівноважений (меланхолік) найчастіше зустрічався при нормоемічному типі – 58,3%, був менше на 33,3% досліджуваних студентів, в порівнянні

з нормоемічним типом мікроциркуляції крові, при гіперемічному типі та на 41,6% менше при гіпоемічному типі мікроциркуляції крові.

Під час дослідження виявлено, що при гіперемічному типі мікроциркуляції крові переважали студенти із сильним, рухливим типом ВНД (холерик – 65,9% та сангвінік – 15,8%). При нормоемічному типі найбільший відсоток мали студенти із слабким, інертним, неврівноваженим типом ВНД (меланхолік – 31,8%) та студенти із сильним, рухливим, врівноваженим типом ВНД (сангвінік – 36,4%). При гіпоемічному типі найчастіше зустрічалися студенти з неврівноваженим типом ВНД (холерик – 62,5% та меланхолік – 25,0%).

Отже, визначення особливостей мікроциркуляції крові в студентів з різними типами вищої нервової діяльності серед практично здорових студентів 17-22 років підтвердило гіпотезу дослідження залежності тканинного кровотоку від особливостей вищої нервової діяльності. Це пояснюється тим, що в основі регуляції мікроциркуляції крові лежать нервові процеси: «активна» регуляція, яка має зв'язок із симпатичними впливами, та «пасивна» регуляція, що має зв'язок з парасимпатичними впливами.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі спрямовані на визначення індивідуально-типологічних особливостей реактивності тканинного кровотоку в студентів з різними типами вищої нервової діяльності при дії різних функціональних проб.

### ВИСНОВКИ

1. За допомогою ЛДФ-метрії серед студентів 17-22 років були виділені три типи мікроциркуляції крові: нормоемічний тип, що характеризується суперпозицією коливальних ритмів, що відображає збалансованість механізмів регуляції мікроциркуляції крові; гіперемічний тип, для якого характерна «монотонна» ЛДФ-грама з високим параметром мікроциркуляції, що відображає відносно переважання метаболічних механізмів у регуляції мікроциркуляції крові; та гіпоемічний тип, для якого характерна «монотонна» ЛДФ-грама з низьким показником параметра мікроциркуляції, що відображає зниження вазомоторних механізмів у регуляції мікроциркуляції крові.
2. Визначення основних типів вищої нервової діяльності серед практично здорових студентів 17-22 років показало, що переважали сильні та рухливі типи вищої нервової діяльності, що відповідали типам темпераменту холерик (33,3%) та сангвінік (10,5%). Відсоток сильного, але малорухливого типу вищої нервової діяльності, що відповідав типу темпераменту флегматик (5,6%), у досліджуваній вибірці студентів був найменшим, а відсоток слабого, малорухливого типу вищої нервової діяльності, що відповідав типу темпераменту меланхолік (9,5%), мав середнє значення.
3. Було простежено залежність особливостей мікроциркуляції крові від індивідуально-типологічних особливостей вищої нервової діяльності студентів. Так, при гіперемічному типі мікроциркуляції крові переважали студенти із сильним та рухливим типом (холерик – 65,9% та сангвінік – 15,8%). При нормоемічному типі мікроциркуляції крові найбільший відсоток мали студенти із слабким, інертним, неврівноваженим типом ВНД (меланхолік – 31,8%) та студенти із сильним, рухливим, врівноваженим типом ВНД (сангвінік – 36,4%). При гіпоемічному типі мікроциркуляції крові найчастіше зустрічалися студенти з неврівноваженим типом ВНД (холерик – 62,5% та меланхолік – 25,0%).

### ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамович С.Г. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке микроциркуляции у здоровых и больных людей / С.Г. Абрамович, А.В. Машанская // Сибирский медицинский журнал. – Иркутск : Иркутский гос. мед. ун-тет, 2010. – Т. 92, № 1. – С. 158-163.

2. Данилова Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – 478 с.
3. Карелин А. М. Большая энциклопедия психологических тестов / А. М. Карелин. – М. : Эксмо, 2007. – 416 с.
4. Козлов В. И. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови / В.И. Козлов, Г.А. Азизов. – М. : РУДН ГНЦ лазер.мед., 2012. – 32 с.
5. Решетнев В.Г. Индивидуальные показатели системы кровообращения / В.Г. Решетнев, Л.И. Глико; под ред. В.Б. Симоненко. – М. : Эко-Пресс, 2011. – 208 с.
6. Чуян Е.Н. Миогенные реакции микроциркуляторного русла кожи при действии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты / Е.Н. Чуян, Н.С. Трибрат // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия Биология, химия. – 2014. – Т.27 (66), № 1. – С. 197-206.
7. Friese R.S. Systematic Polymorphism Discovery After Genome Wide Identification Of Potential Susceptibility Loci In A Hereditary Rodent Model Of Human Hypertension / R.S. Friese, G.W. Schmid-Schönbein, D.T. O'Connor // Blood Pressure. – 2011. – Vol. 20 (4). – P. 178-181.
8. Lefkowitz R. B. Whole Blood Assay For Trypsin Activity Using Polyanionic Focusing Gel Electrophoresis / R.B. Lefkowitz, G.W. Schmid-Schönbein, M. J. Heller // Electrophoresis. – 2010. – Vol. 31 (14).
9. Plasma Stimulated Pseudopod Formation Is Increased In Patients With Elevated Blood Pressure / B.M. Shoucri, K. M. Edwards, G.W. Schmid-Schönbein, P.J. Mills // Hypertension Research Official Journal Of The Japanese Society Of Hypertension. – 2011. – Vol. 34 (6). – P. 96-101.

#### REFERENCES

1. Abramovich S.G. Lazernaja dopplerovskaja floumetrija v ocenke mikrocirkuljacii u zdorovyh i bol'nyh ljudej / S.G. Abramovich, A.V. Mashanskaja // Sibirskij medicinskij zhurnal. – Irkutsk : Irkutskij gos. med. un-tet, 2010. – Т. 92, № 1. – S. 158-163.
2. Danilova H.H. Fiziologija vysshej nervnoj dejatel'nosti / H.H. Danilova, A.L. Krylova. – Rostov n/D. : Feniks, 2005. – 478 s.
3. Karelin A. M. Bol'shaja jenciklopedija psihologicheskikh testov / A.M. Karelin. – М. : Jeksmo, 2007. – 416 s.
4. Kozlov V. I. Lazernaja dopplerovskaja floumetrija v ocenke sostojanija i rasstrojstv mikrocirkuljacii krovi / V.I. Kozlov, G.A. Azizov. – М. : RUDN GNC lazer.med., 2012. – 32 s.
5. Reshetnev V.G. Individual'nye pokazateli sistemy krovoobrashhenija / V.G. Reshetnev, L.I. Gliko; pod red. V.B. Simonenko. – М. : Jeko-Press, 2011. – 208 s.
6. Chujan E.N. Miogennye reakcii mikrocirkuljatornogo rusla kozhi pri dejstvii nizkointensivnogo jelektromagnitnogo izluchenija krajne vysokoj chastoty / E.N. Chujan, N.S. Tribrat // Uchenye zapiski Tavricheskogo nac. un-ta im. V.I. Vernadskogo. Serija Biologija, himija. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – S. 197-206.
7. Friese R.S. Systematic Polymorphism Discovery After Genome Wide Identification Of Potential Susceptibility Loci In A Hereditary Rodent Model Of Human Hypertension / R.S. Friese, G.W. Schmid-Schönbein, D.T. O'Connor // Blood Pressure. – 2011. – Vol. 20 (4). – P. 178 181.
8. Lefkowitz R.B. Whole Blood Assay For Trypsin Activity Using Polyanionic Focusing Gel Electrophoresis / R.B. Lefkowitz, G.W. Schmid-Schönbein, M.J. Heller // Electrophoresis. – 2010. – Vol. 31 (14).
9. Plasma Stimulated Pseudopod Formation Is Increased In Patients With Elevated Blood Pressure / B.M. Shoucri, K.M. Edwards, G.W. Schmid-Schönbein, P.J. Mills // Hypertension Research Official Journal Of The Japanese Society Of Hypertension. – 2011. – Vol. 34 (6). – P. 96 101.

## ВЕГЕТАТИВНІ ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН СТУДЕНТІВ ПРИ ЛОГІЧНОМУ МИСЛЕННІ

Третяк Т.О., Дрегваль І.В., Севериновська О.В.

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара  
49010, Україна, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72*

tessamina78@mail.ru,  
e\_severinovskaya@mail.ru

Стаття присвячена вивченню механізмів регуляції фізіологічного забезпечення психічних процесів і можливості кірліанфотографії для оцінки психоемоційного стану при логічному мисленні.

При виконанні завдань на логіку в студентів із низьким рівнем логічного мислення спостерігалось зниження амплітуди моди з одночасним збільшенням вегетативного показника і стрес-індексу, що вказує на активацію центральних механізмів регуляції психічних процесів.

У студентів із середнім рівнем логічного мислення при виконанні завдань на логіку збільшення стрес-індексу та зниження варіабельності серцевого ритму вказують на центральні механізми регуляції процесу логічного мислення, виражені в більшому ступені в осіб, успішніших у виконанні завдань.

У студентів із середнім рівнем розвитку логічного мислення збільшується площа корони кірліанівського світіння навколо середнього пальця правої руки, причому, чим вищий рівень логічного мислення, тим більша площа світіння.

Враховуючи високу чутливість методу Кірліан, можна рекомендувати його для виявлення індивідуальності учнів, не виявленої за результатами психологічних тестів.

*Ключові слова: сатурація, кардіоінтервалографія, кірліанографія, вегетативні показники серцевого ритму, ЧСС.*

Третяк Т.О., Дрегваль І.В., Севериновская Е.В. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СТУДЕНТОВ ПРИ ЛОГИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ / Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара, 49010, Украина, Днепропетровск, пр. Гагарина, 72

Статья посвящена изучению механизмов регуляции физиологического обеспечения психических процессов и возможности кирлианфотографии для оценки психоэмоционального состояния при логическом мышлении.

При выполнении заданий на логику у студентов с низким уровнем логического мышления наблюдалось снижение амплитуды моды с одновременным увеличением вегетативного показателя и стресс-индекса, что указывает на активацию центральных механизмов регуляции психических процессов.

У студентов со средним уровнем логического мышления при выполнении заданий на логику увеличение стресс-индекса и снижение вариабельности сердечного ритма указывают на центральные механизмы регуляции процесса логического мышления, более выраженные у лиц, которые успешнее в выполнении заданий.

У студентов со средним уровнем развития логического мышления увеличивается площадь короны кирлиановского свечения вокруг среднего пальца правой руки, причем, чем выше уровень логического мышления, тем больше площадь свечения.

Учитывая высокую чувствительность метода Кирлиан, можно рекомендовать его для выявления индивидуальности обучающихся, не проявленной по результатам психологических тестов.

*Ключевые слова: сатурация, кардиоинтервалография, кирлианография, вегетативные показатели сердечного ритма, ЧСС.*

Tretiak T.O., Dregval I.V., Severynovska O.V. VEGETATIVE INDICES OF PHYSIOLOGICAL MAINTENANCE AND PSYCHO-EMOTIONAL STATE OF STUDENTS IN THE PROCESS OF LOGICAL THINKING / Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, 49010, Ukraine, Dnipropetrovsk, Gagarin ave., 72

In the process of studying, students have to learn to identify independently the main points of the material studied, make up and apply the algorithms of searching problems solutions, find the rational answers to problem solutions, critically analyze the results obtained and be able to use them further on.

All the above mentioned facts lie in the basis of forming and developing the logical thinking. The objective criteria of assessing the current functional state and the readiness of students are the physiological indices reflecting the state of the mechanisms of vegetative regulating the cardio-vascular activity. In this respect, the analysis of heart rhythm variability (HRV) is becoming increasingly common. It is a simple, non-invasive and informative method of researching the vegetative nervous system.

The balanced regulation of the physiological functions allows students, having a proper motivational level, to use the opportunities for maintaining cognitive functions to the full, which significantly influences the process of studying. This article deals with studying the mechanisms of maintaining psychological processes and possibilities of applying the method of Kirlian photography for assessing the psycho-emotional state in the process of logical thinking.

175 female volunteers aged 18-22, students of the faculty of Biology, Ecology and Medicine of Oles Honchar Dnipropetrovsk National University took part in the experiment. At the moment of conducting the research they all were practically healthy, did not have any complaints of headaches or any other ache, physical fatigue or sleepiness. Testing was conducted in the morning hours which made it possible to exclude the influence of the vegetative heart rhythm fluctuations during different parts of the day on the results of the research. The experiments were carried out at two stages. During the first stage, the individual psycho-physiological characteristics of the students were studied, during the second stage, the saturation level was assessed and the heart rhythm variability was analyzed.

According to the results of the psychological testing, the right-handed, ambivert students who did not have asthenia, had a medium level of stress resistance, a medium anxiety level and a strong type of the nervous system were selected. According to the thinking type, the groups with low and high level of logical thinking were formed. At the second stage, the oxygen saturation degree of the arterial blood hemoglobin and the pulse rate in the process of intellectual activity were researched. The neuro-vegetative state was assessed by the heart rhythm variability.

While doing the tasks connected with logic, the students with a low level of logical thinking demonstrated the increase in the oxygen saturation degree of the arterial blood hemoglobin and the decrease in the heart systole rate (HSR). The change of the indices of the heart rhythm variability – the decrease in mode amplitude along with the simultaneous increase in the vegetative indices and significant increase in stress index – indicates the activation of the central mechanisms of mental processes regulation. The students with a low level of logical thinking were in tense state before doing the tasks, and doing the tests connected with the logical thinking experiences some difficulties in finding logical connections and gave the majority of answers randomly, without making any efforts.

The students with the medium level of logical thinking, while doing the tasks connected with the logical thinking, demonstrated the reliable increase in the saturation level and heart systole rate. The tested reported that they were making efforts doing the tasks. The correct answers given by the students of this group made 50-70%. The mode and mode amplitude indices before and after the cognitive activity were within the norm. The reliable decrease in the variation span testifies to the decrease in parasympathic influence. The increase in the stress index and the decrease in heart rhythm variability testify to the central mechanisms of regulating the logical thinking process, which is more expressed in people who are more successful in doing tasks.

The final stage of this investigation included studying the possibilities of applying Kirlian method for assessing the psycho-emotional state of a person in the process of logical thinking. The registered images of the third (middle) right hand finger, the sectors of which by P. Mandel corresponded to reactive cardio-vascular and lymphatic systems, were to be computer analyzed.

The students with a low level of the logical thinking who did not cope with the task and showed low results (up to 40% of right answers) demonstrated the decrease in the crown luminescence area of the third right hand finger. The students with a medium level of logical thinking demonstrated the increase in the crown luminescence area of the third right hand finger. We should remark, that the higher the level of logical thinking, the more the luminescence area.

Studying the scientific analytical works on neuro-cognitology, unfortunately, did not give the information about applying Kirlian graphology in the modern research in the cognitive brain function. On the basis of our own data, we can conclude that the method applied allows studying neuropsychological processes of higher nervous activity in a new way, by the complex combination of psychometric and apparatus research, which makes it possible to visualize the changes in psychic, physical and bio-energy-informative level of human organization under the conditions of the experimental, in particular cognitive, activity. Taking into consideration the high sensitivity of Kirlian method, it can be recommended for identifying the individuality of students which was not detected by the results of psychological tests.

*Key words: saturation, cardio interval graphics, Kirlian graphology, vegetative indices of heart rhythm, heart systole rate, logical thinking.*

## ВСТУП

Сучасна вища освіта передбачає системно-діяльнісні та компетентнісні підходи до навчання, які мають за мету переорієнтацію з формування знань на формування здатності до активної діяльності в різних ситуаціях. Можливості природничих наук для формування когнітивних компетенцій фахівців з вищою освітою – логічних прийомів мислення – визначаються їх особливістю: фундаментальністю, універсальністю характеру досліджуваних проблем, розвиненим наочно-логічним мисленням, необхідністю постановки й вирішенні якісних і кількісних завдань [1]. Проблема розвитку логічного і творчого мислення розглядалася в багатьох роботах [2, 3, 4] та ін. У той самий час залишаються маловивченими питання методики формування і діагностики рівня сформованості логічного мислення студентів, когнітивних ключових компетенцій, що застосовуються в умовах ВНЗ. З іншого боку, зовсім не вивчене питання стосовно фізіологічного забезпечення мисленнєвого процесу та його механізмів.

У загальних рисах процес мислення становить складну аналітико-синтетичну діяльність всієї кори великих півкуль головного мозку, де першочергове значення мають часові зв'язки, які утворюються між аналізаторами й різними відділами головного мозку [5].

Досі не існує широко прийнятих концепцій, які пояснювали б, яким чином ЦНС забезпечує процес мислення. У той самий час є немало емпіричних досліджень, присвячених вивченню цієї проблеми [6, 7]. Вони утворюють два відносно незалежних підходи. В основі першого лежить реєстрація фізіологічних показників під час розумової діяльності. Фактично він спрямований на виявлення динаміки фізіологічних показників у процесі вирішення завдань різного типу. Варіюючи змістом завдань і аналізуючи супутні зміни фізіологічних показників, дослідники отримують фізіологічні кореляти виконавської діяльності. На цій основі ґрунтуються висновки щодо особливостей фізіологічного забезпечення вирішення завдань різного типу [8, 9, 10, 11].

Другий підхід ґрунтується на тому, що притаманні людині способи пізнавальної діяльності відображаються в біології [12, 13] та фізіологічних показниках, у результаті ті набувають стійких індивідуальних особливостей [12, 14, 15]. За цією логікою, головне – знайти ті показники, які статистично вірогідно пов'язані з успішністю пізнавальної діяльності, наприклад, коефіцієнтом інтелекту, причому фізіологічні показники в такому разі отримують незалежно від психометричних [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

Моделювання не може охопити всі сфери розумової діяльності людини, і в цьому полягає обмеженість першого підходу. При другому підході такого обмеження немає, оскільки ставиться завдання зіставлення індивідуально-специфічних стійких фізіологічних і психологічних показників. Передбачається, що індивідуальний досвід розумової діяльності розвивається і відображається в тих і інших [23, 24]. Однак ця логіка не дозволяє досліджувати психофізіологію процесу вирішення завдань, хоча за результатами зіставлення і висувуються певні припущення щодо того, що сприяє його успішній організації.

На фоні великої кількості публікацій відсутні дослідження психоемоційного та функціонального стану за показниками варіабельності серцевого ритму при виконанні завдань на професійно-логічне мислення в студентів-біологів.

Метою дослідження психоемоційний стан студентів та визначення сатурації й основних вегетативних показників забезпечення психофізіологічного стану під час логічного мислення студентів-біологів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У експерименті взяли участь 175 дівчат-добровольців (18-22 роки), які навчаються на факультеті біології, екології та медицини Дніпропетровського національного університету ім. Олеса Гончара. На момент дослідження студентки були практично здоровими: не мали



скарг на головний чи інший біль, фізичну втому, сонливість. До обстеження не залучали спортсменів та тих, хто за добу до обстеження вживав медикаменти, алкоголь, каву. Дослідження проводилися в тихому, добре провітрюваному затемненому приміщенні з постійною температурою + 20 – + 22°C в ранкові години, що дозволило виключити вплив добових коливань вегетативного серцевого ритму на результати дослідження.

Дослідження проводили у два етапи. На першому вивчали індивідуальні психофізіологічні особливості студентів. За результатами психологічного тестування відібрали студентів-правшів, амбівертів, з відсутністю астенії, із середнім рівнем стресостійкості і середнім рівнем тривоги, сильним типом нервової системи. За типом мислення сформували групи з низьким (І група) і середнім (ІІ група) рівнем розвитку логічного мислення.

На другому етапі в процесі розумової діяльності досліджували: ступінь насичення киснем гемоглобіну артеріальної крові за допомогою пальцевого пульсоксиметра серії ХУ300, частоту пульсу, нейровегетативний стан оцінювали по варіабельності ритму серця (ВРС) [25].

Після реєстрації 100 циклів ЕКГ за допомогою портативного електрокардіографа ЕК 1Т-03М2 та підрахунку тривалості кожного кардіоінтервалу розраховували такі показники кардіоінтервалографії (КІГ): моду ( $M_0$ ), використовуючи формулу [26], амплітуду моди ( $A_{M_0}$ ), варіаційний розмах ( $M \times DM_n$ ), стрес-індекс (СІ),  $pNN50\%$  (кількість пар послідовних кардіоінтервалів, що відрізняються більше ніж на 50 мс). Показники  $pNN50$  і  $A_{M_0}$  ми використовували окремо, а також у складі комплексного «вегетативного показника» (ВП), запропонованого [27], який розраховували за формулою:

$$ВП = pNN50/10 + (100 - A_{M_0})/10$$

До та після розумового навантаження визначали психоемоційний стан на основі аналізу зображень газорозрядного випромінювання (методом Кірліан). Кірліан-фотографування пальців рук, тестованих у полі високої напруги, проводили на приладі «РЕК 1», розробленого УкрНДІ технологій машинобудування (м.Дніпропетровськ) за методикою [28]. Реєстрацію, обробку та аналіз параметрів зображень газорозрядного випромінювання проводили в такій послідовності: аналого-цифрове перетворення зображень кірліан за допомогою сканування; фрагментація зображень для виділення областей світіння окремих пальців; бінаризація зображень за порогом яскравості; обчислення площі корони світіння [29].

Вербально-логічне мислення вивчали за тестом (М. Войнаровського) [30]. Цей тест спрямований на визначення здатності до логічного мислення, і піддослідному необхідно визначити формальну правильність того або іншого логічного умовиводу на основі визначеного твердження (або ряду тверджень). Тест не потребує математичних знань. Усі слова потрібно тлумачити так, як це робиться в повсякденному мовленні. Реальна дійсність не відіграє жодної ролі (це дещо ускладнює завдання, оскільки зміст деяких тверджень абсурдний, але тест логічний). Після тесту визначали коефіцієнт успішності виконання завдання у відсотках.

Статистичний та графічний аналіз даних здійснювали за допомогою пакета прикладних програм «SPSS17», порівняння двох незалежних вибірок – за непараметричним U-критерієм Манна-Уїтні і вважали статистично значущими при рівні значущості  $P < 0,05$  [31].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Мислення – завжди активний процес пізнавальної діяльності, що потребує адекватного метаболічного забезпечення, і насамперед, забезпечення киснем, що досягається інтенсифікацією кровопостачання [32].

При виконанні завдань на логічне мислення в студентів, які показали низькі результат рівень сатурації під час розумової активності, мав тенденцію до збільшення, а ЧСС вірогідно зменшилась (рис. 1). Такі ефекти можна пояснити низькою мотивацією при виконанні цього завдання і тим, що студентам складно було прослідкувати логічний зв'язок у твердженнях, а свої відповіді вони давали навмання, не докладаючи зусиль. У студентів із середнім рівнем розвитку словесно-логічного мислення, які на 50-70% впоралися з завданням, рівні сатурації та ЧСС при активному розумовому процесі вірогідно збільшились. Після виконання завдання студенти повідомили, що докладали зусилля при виконанні завдання.

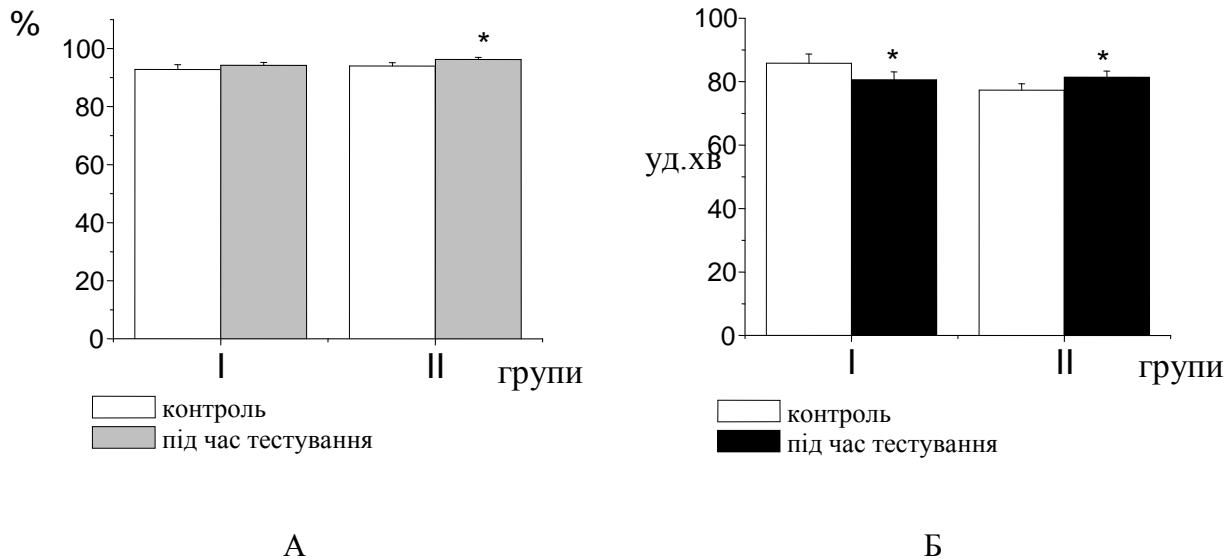


Рис. 1. Ступінь насичення киснем гемоглобіну артеріальної крові (А) та частота серцевих скорочень (Б) до тестування (контроль) й при логічному мисленні (під час тестування) у студентів з низьким (І група) і середнім (ІІ група) рівнем розвитку логічного мислення \* – \*вірогідно порівняно з контролем на рівні  $P < 0,05$

Подальше вивчення функціонального стану при когнітивній діяльності проводили, використовуючи розрахунковий показник кардіоінтервалографії (КІГ) за Р.М. Баєвським. Загальновідомо, що КІГ – це «золотий» стандарт мультикритеріального комплексу методів визначення фізіологічного забезпечення психічних процесів за показниками функціонування серцево-судинної системи. У стані спокою в студентів обох груп значення найбільш частого кардіоінтервалу ( $M_0$ ) в ЕКГ було 0,59-0,67 с, що свідчить про переважання симпатикотонічних впливів (рис. 2). Виконання завдання на логіку вірогідно не вплинуло на цей показник і свідчило, як і в контролі, про домінування симпатикотонічних впливів при когнітивному процесі.

Амплітуда моди ( $A_{Mo}$ ) як число значень інтервалів відповідних  $M_0$  у відсотках до загальної кількості кардіоциклів до дослідження в студентів І групи складала 59%, що свідчить про стан напруги в серцево-судинній системі, й вірогідно зменшувалась до 45% після виконання завдання, що відповідає значенням норми для практично здорової людини. Швидше за все, знаючи про свій невисокий рівень логічного мислення, студенти хвилювались ще до початку виконання завдання і розслабились після пред'явлення тестів. У студентів ІІ групи  $A_{Mo}$  до та після когнітивної активності перебувало в межах норми.

У студентів І групи при логічному мисленні майже не змінюється варіаційний розмах ( $MxDMn$ ) у цьому масиві кардіоциклів, проте зафіксоване достовірне зниження цього

показника в студентів II експериментальної групи, що свідчить про зменшення парасимпатичного впливу при такому виді когнітивної активності.

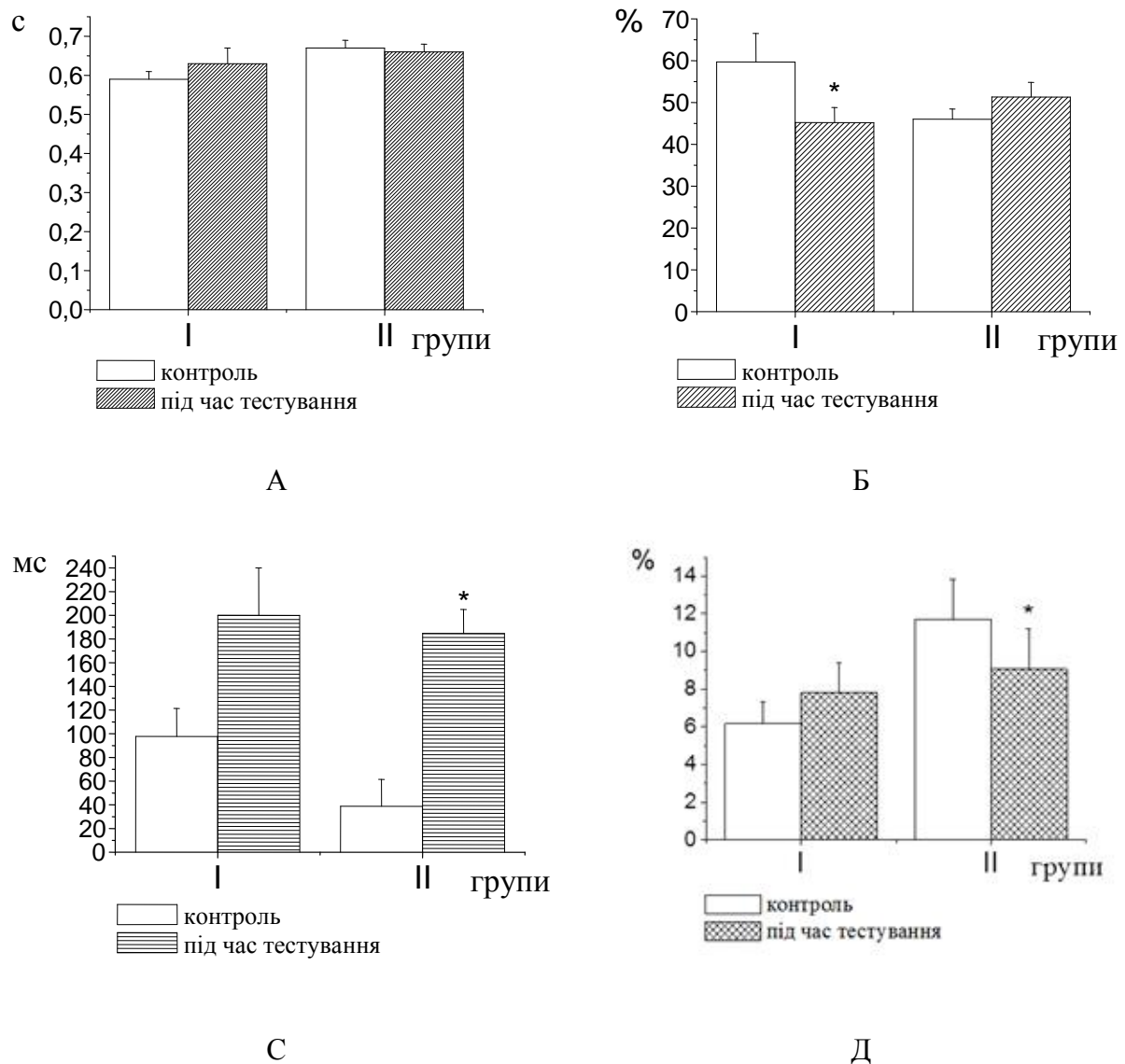


Рис. 2. Показники кардіоінтервалографії: мода (А), амплітуда моди (Б), варіаційний розмах (С), рNN50 (Д) при логічному мисленні (під час тестування) у студентів з низьким (I група) і середнім (II група) рівнем розвитку логічного мислення \* – \* вірогідно порівняно з контролем на рівні  $P < 0,05$

Про відсутність парасимпатичних впливів під час виконання завдання на логіку свідчить зниження показника рNN50 в осіб з більш вираженим логічним типом мислення.

Про напружений стан регуляторних систем у студентів з низьким рівнем логічного мислення свідчать високі значення стрес-індексу до виконання завдання, але після тестування значення СІ суттєво знижуються (рис.3). У студентів з середнім рівнем логічного мислення значення СІ незначно перевищують норму і збільшуються при мисленнєвому навантаженні, що свідчить про переважання центральних впливів у регуляції фізіологічних функцій при звичній для осіб когнітивній діяльності.

Значення вегетативного показника (ВП) як комплексного (оскільки до його складу входять значення рNN50 й АМо), відносно нечутливого до випадкових і суб'єктивних чинників, який доцільно використовувати для оцінки динаміки функціонального стану,

в студентів обох груп складає 0,29-0,39 ум. од. Зниження ВП при логічному мисленні свідчить про централізацію управління ритмом серця, яка вірогідно виражена в осіб, більш успішних при виконанні завдань на логіку.

Останній етап дослідження – вивчення можливості методу Кірліан для оцінки психоемоційного стану людини при логічному мисленні. Підставою для такого вивчення стали результати робіт [33]. Дослідники встановили, що зображення газорозрядного випромінювання пальців людини містять ряд інформаційних ознак, які корелюють з її психологічним станом. Експериментально виявлено залежність параметрів газорозрядного світіння від психологічного і фізичного стану [28].

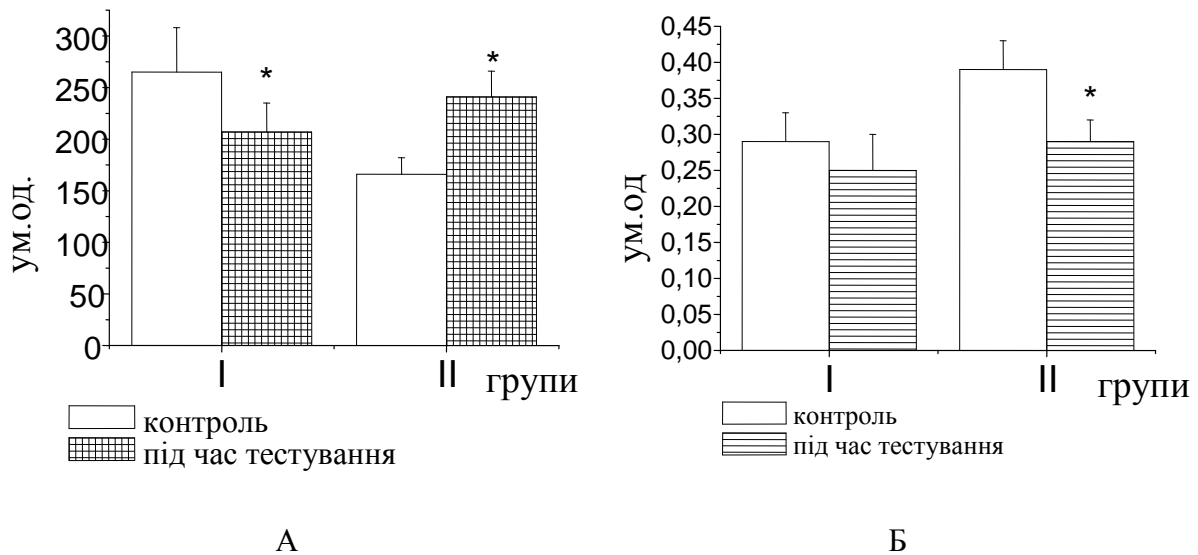


Рис. 3. Показники кардіоінтервалографії: стрес-індекс (Ж), вегетативний показник (К) при логічному мисленні (під час тестування) у студентів з низьким (І група) і середнім (ІІ група) рівнем розвитку логічного мислення \* – \* вірогідно порівняно з контролем на рівні  $P < 0,05$ .

Комп'ютерному аналізу підлягали зображення, зареєстровані для 3-го (середнього) пальця правої руки (рис. 4), секторам якого за схемами П. Мандела [34] відповідали реактивні серцево-судинна та лімфатична системи.

Зазначимо, що на основі аналізу зображень на рентгенівській плівці газорозрядного випромінювання можна отримати дані навіть про незначний прояв мисленнєвої активності, що не можна встановити за наявними тестовими методами оцінки. У студентів з низьким рівнем логічного мислення, які не впорались із завданням і показали низькі результати, відмічали зниження.

Зазначимо, що на основі аналізу зображень на рентгенівській плівці газорозрядного випромінювання можна отримати дані навіть про незначний прояв мисленнєвої активності, що не можна встановити наявними тестовими методами оцінки. У студентів з низьким рівнем логічного мислення, які не впорались з завданням і показали низькі результати, відмічали зниження площі корони світіння 3-го пальця правої руки (рис. 5). У студентів з середнім рівнем розвитку логіки при виконанні завдання, навпаки, достовірно збільшується площа корони світіння. Ступінь енергетики світіння відповідного пальця відображає рівень розвитку цього типу мислення: вищий рівень логічного мислення – більша площа світіння.

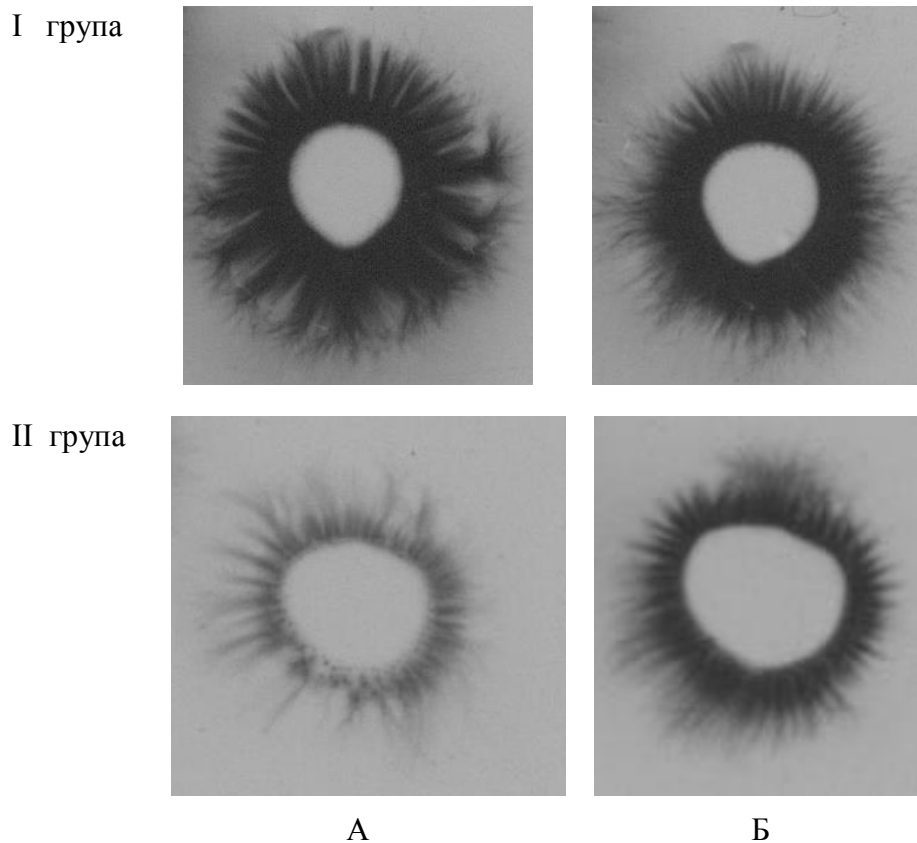


Рис. 4. Приклади зображень на рентгенівській плівці газорозрядного випромінювання від 3-го (середнього) пальця правої руки в стані спокою (А) і при логічному мисленні (Б) студентів I і II груп

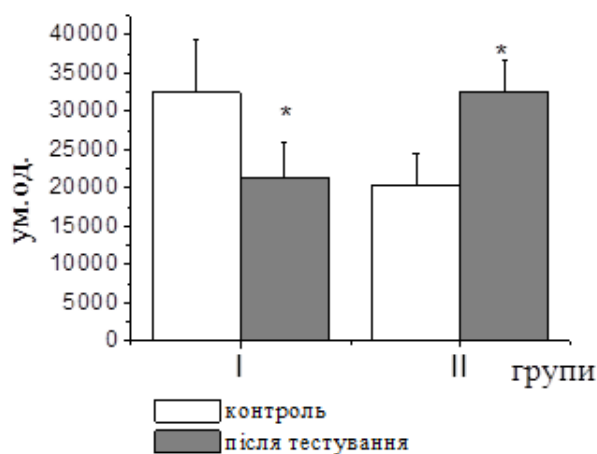


Рис. 5. Площа корони світіння 3-го (середнього пальця) правої руки в стані спокою (А) та при логічному мисленні (Б) студентів I і II груп.

Примітка\* – вірогідно порівняно з контролем на рівні  $P < 0,05$ .

Перспективами подальших досліджень буде вивчення закономірностей біоелектричної активності мозку при різних видах розумової активності.

### ВИСНОВКИ

1. У студентів з низьким рівнем логічного мислення (I група) при виконанні завдань на логіку на фоні тенденції до збільшення рівня сатурації зменшується ЧСС. Зниження

АМо і ВП вказують на активацію центральних механізмів регуляції психічних процесів. СІ незначно перевищує норму і збільшується при мисленевому навантаженні, що свідчить про переважання центральних впливів у регуляції фізіологічних функцій при когнітивній діяльності. Зазначимо, що студенти з низьким рівнем логічного мислення ще до виконання завдання перебували в напруженому стані, а під час тестування їм було складно прослідкувати логічний зв'язок у твердженнях, і свої відповіді вони давали навмання, не докладаючи зусиль.

2. У студентів із середнім рівнем логічного мислення при виконанні завдань на логіку відмічається посилення сатурації і ЧСС. Показники Мо та Амо до та після когнітивної активності перебували в межах норми. Достовірне зниження варіаційного розмаху свідчить про зменшення парасимпатичного впливу. Значення СІ незначно перевищує норму і збільшується при мисленевому навантаженні. Збільшення СІ й зниження ВП при логічному мисленні свідчить про централізацію управління ритмом серця, яка вірогідно виражена в осіб, більш успішних у виконанні завдань на логіку.
3. Зміна площі корони кірліанівського світіння навколо третього пальця правої руки корелює з результатами психологічних тестів з оцінками рівня розвитку логічного мислення в студентів. Ступінь енергетики світіння відповідного пальця відображає рівень розвитку типу мислення: вищий рівень логічного мислення – більша площа світіння. У зв'язку з високою чутливістю метод Кірліана може бути застосований для виявлення індивідуальних особливостей, не виявлених за результатами психологічних тестів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бинеєва Ф. Н. Формирование логического мышления студентов технического вуза в преподавании физики [Электронный ресурс] / Ф. Н. Бинеєва, Г. А. Рахманкулова // X научно-практическая конференция ППС ВПИ – Волгоград, 2011. – С. 204-206. – Режим доступа до журн. : [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/10npps/10npps.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/10npps/10npps.pdf)
2. Влодарчик В. А. Образно-логическое мышление как фактор развития интеллектуальной сферы субъекта: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. психол. наук: спец. 19.00.01. «Общая психология, психология личности, история психологи» / В. А. Влодарчик. – Красноярск, 2008. – 22 с.
3. Гамаєва С. В. Взаимодействие наглядно - образных и словесно-логическх форм мышления при изучении курса ботаники / С.В. Гамаєва // Состояния и тенденции развития уровневого высшего профессионального образования в России. Материалы ХХІХ Всероссийской научно-методической конференции. Приморская государственная сельскохозяйственная академия – 2013. – С. 445-449.
4. Матевосян А. Ю. Особенности словесно-логического мышления у студентов вуза / А.Ю. Матевосян // Ямальский вестник. – 2015. – № 3(4). – С. 56-63.
5. Ананьев Б. Г. Психология чувственного познания / Б.Г. Ананьев. – М. : Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960. – 486 с.
6. Маклаков А. Г. Общая психология / Маклаков А.Г. – СПб : Питер, 2001. – 592 с.
7. Чурилова Т. М. Физиология центральной нервной системы: учебное пособие / Т. М. Чурилова – Ставрополь : СКСИ, 2005. – 264 с.

8. Sviderskaya N. E. Influence of individual psychological features on the EEG spatial organization in non-verbal divergent thinking / N.E. Sviderskaya, A.G. Antonov // *Human Physiology* September – 2008. – V. 34(5). – P. 565-573.
9. Kunimasa S. A Detection Method of Temporary Rest State While Performing Mental Works by Measuring Physiological Indices / S. Kunimasa, K. Miyagi, H. Shimoda, H. Ishii // *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Understanding Human Cognition* – 2013. – Vol. 8019 of the series *Lecture Notes in Computer Science*. – P. 142-150.
10. Prolonged physiological reactivity and loss: Association of papillary reactivity with negative thinking and feelings / Siegle G.J., D'Andrea W., Jones N. at all // *International Journal of Psychophysiology*. – 2015. – Vol. 98, November. – P. 310-320.
11. Creative motivation: Creative achievement predicts cardiac autonomic markers of effort during divergent thinking / Silvia P.J., Beaty R.E., Nusbaum E.C. at all // *Biological Psychology*. – 2014. – Vol. 102, October. – P. 30-37.
12. Michael A. France, are secular IQ losses biologically caused? / Michael A. Woodley of Menie, Curtis S. Dunkel // *Intelligence*. 2015. – Vol. 53, November-December. – P. 81-85.
13. Hassall C. Statistical inference and spatial patterns in correlates of IQ / C. Hassall, T. Sherratt // *Intelligence*. – 2011. – Vol. 39 (5), September-October. – P. 303-310.
14. George L. Maddox A Comprehensive Resource in Gerontology and Geriatrics / L. George // *The Encyclopedia of Aging*, 2001. – P. 630-639.
15. Sternberg R. J. Successful intelligence: A model for testing intelligence beyond IQ tests / R.J. Sternberg // *Psychology*. – 2015. – Vol. 8 (2), December. – P. 76-84.
16. Берестнева О. Г. Моделирование развития интеллектуальной компетентности студентов / О.Г. Берестнева // *Известия Томского политехнического университета*. – 2005. – Т. 308, № 2. – С. 152-156.
17. Батулин Н. А. Разработка и стандартизация теста интеллекта для среднего школьного возраста / Батулин Н. А., Курганский Н. А. // *Психологическая наука и образование*. – 2005. – № 3. – С. 74-85.
18. Безруких М. М. Возрастная динамика и особенности формирования психологической структуры интеллекта у учащихся начальной школы с разной степенью обучения / М. М. Безруких, Е. С. Логинова // *Физиология человека*. – 2006. – Т. 32, № 1. – С. 15-25.
19. Ламаш И. В. Индивидуализация обучения в вузе: проблемы, перспективы, пути решения / И. В. Ламаш // *Инновации в образовании*. – 2005. – № 3. – С. 70-80.
20. Каренко М. П. Образовательная среда интеллектуальный потенциал обучаемых / М.П. Карпенко, Е.В. Чмыхова, Н.Ф. Шлята // *Инновации в образовании*. – 2005. – № 4. – С. 84-103.
21. Горюнова Н. Б. Роль интеллектуальных, личностных и мотивационных факторов в прогнозе академических достижений / Н.Б. Горюнова // *Психология обучения*. – 2008. – № 3. – С. 4-16.

22. Савченко А. А. Диагностика эффективности познавательных способностей с помощью сенсомоторных показателей / А. А. Савченко, Л. В. Черемошкина, Н. А. Никишина // Психология обучения. – 2007. – № 8. – С. 28-33.
23. Артеменко О. Н. Умственное воспитание как процесс развития индивидуальных возможностей младших школьников / О.Н. Артеменко, Э.Г. Абакарова // Сибирский педагогический журнал. – 2008. – № 11. – С. 1-9.
24. Шадриков В. Д. Психология деятельности и способности человека: учебное пособие / Шадриков В.Д. – М. : Изд. корпорация «Логос», 1996. – 320 с.
25. Баєвський Р. М. Аналіз варіабельності серцевого ритму при використанні різних електрокардіографічних систем / Р. М. Баєвський, Г. Г. Іванов, Л. В. Петров // Вісник аритмології. – 2002. – № 3. – С. 65-70.
26. Елисеєва И. И. Общая теория статистики / И.И. Елисеєва, М.М. Юзбашев. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
27. Бань А. С. Вегетативный показатель для оценки вариабельности ритма сердца спортсменов / А.С. Бань, Г.М. Загородный // Медицинский журнал – 2010. – № 4. – С. 127-130.
28. Патент України №49283 А61В5/05. Спосіб експрес-діагностики психоемоційного стану людини / заявник і власник патенту Пісоцька Л. А., Новицький О. Ю., Райнберг В. А., Корецький А. Ю., Ілаєв Т. М.; заявл. 17. 10. 2001; опубл. 16. 09. 2002, Бюл. № 9.
29. Глухова Н.В. Разработка метода анализа геометрических и яркостных параметров изображений газоразрядного излучения [Электронный ресурс] / Н.В. Глухова, Л.А. Песоцкая // Биофизические методы в клинической лабораторной диагностике: материалы конф. – 2015. – СПб. – 6 с. – Режим доступа до журн.: <https://yadi.sk/d/6YiVh3pPhvdJu>
30. Войнаровский М. Тест на логическое мышление [Электронный ресурс] / М. Войнаровский. – Режим доступа до журн.: <http://testoteka.narod.ru/pozn/1/10-on.html>
31. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : МОРИОН, 2001. – 408 с.
32. Коровіна Л. Д. Зв'язки кровопостачання головного мозку студентів зі станом вегетативної нервової системи та факторами ризику / Л.Д. Коровіна, Т.М. Запорожець // Вісник Дніпропетровського національного університету. Біологія, медицина. – 2015. – № 6 (1). – С. 68-73.
33. Попова Т. В. Метод газоразрядной визуализации в исследовании физического и психического статуса человека / Т.В. Попова, О.С. Колосова, Т.Е. Булатова // Вестник Южно-Уральского гос. ун-та. – 2012. – № 28. – С. 40-45.
34. Mandel P. Energetische Terminalpunkt – Diagnos / P. Mandel. – FRG, ESSEN. – 1983. – 199 p.



## REFERENCES

1. Bineeva F. N. Formirovanie logicheskogo myshlenija studentov tehničeskogo vuza v prepodavanii fiziki [Elektronnij resurs] / F. N. Bineeva, G.A. Rahmankulova // H nauchno-praktičeskaja konferencija PPS VPI – Volgograd, 2011. – C. 204-206. – Rezhim dostupu do zhurn. : [http://www.volpi.ru/files/science/science\\_conference/10npps/10npps.pdf](http://www.volpi.ru/files/science/science_conference/10npps/10npps.pdf)
2. Vlodarchik V. A. Obrazno-logičeskoe myshlenie kak faktor razvitija intelektual'noj sfery sub#ekta: avtoref. dis. na soiskanie nauch. stepeni kand. psihol. nauk: spec. 19.00.01. «Obshhaja psihologija, psihologija lichnosti, istorija psihologi» / V.A. Vlodarchik. – Krasnojarsk, 2008. – 22 s.
3. Gamaeva S. V. Vzaimodejstvie nagljadno - obraznyh i slovesno-logičeskikh form myshlenija pri izuchenii kursa botaniki / S.V. Gamaeva // Sostonija i tendencii razvitija urovnevnogo vysshego professional'nogo obrazovanija v Rossii. Materialy HHIH Vserossijskoj nauchno-metodičeskoj konferencii. Primorskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija – 2013. – S. 445-449.
4. Matevosjan A. Ju. Osobennosti slovesno-logičeskogo myshlenija u studentov vuza / A.Ju. Mateosjan // Jamal'skij vestnik. – 2015. – № 3(4). – S. 56-63.
5. Anan'ev B. G. Psihologija čuvstvennogo poznanija / B. G. Anan'ev. – M. : Izd-vo Akad. ped. nauk RSFSR, 1960. – 486 s.
6. Maklakov A. G. Obshhaja psihologija / Maklakov A.G. – SPb : Piter, 2001. – 592 s.
7. Churilova T.M. Fiziologija central'noj nervnoj sistemy: učebnoe posobie / T. M. Churilova – Stavropol' : SKSI, 2005. – 264 s.
8. Sviderskaya N. E. Influence of individual psychological features on the EEG spatial organization in non-verbal divergent thinking / N.E. Sviderskaya, A.G. Antonov // Human Physiology September – 2008. – V. 34(5). – P. 565-573.
9. Kunimasa S. A Detection Method of Temporary Rest State While Performing Mental Works by Measuring Physiological Indices / S. Kunimasa, K. Miyagi, H. Shimoda, H. Ishii // Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Understanding Human Cognition – 2013. – Vol. 8019 of the series Lecture Notes in Computer Science. – P. 142-150.
10. Prolonged physiological reactivity and loss: Association of papillary reactivity with negative thinking and feelings / Siegle G. J., D'Andrea W., Jones N. at all // International Journal of Psychophysiology. – 2015. – Vol. 98, November. – P. 310-320.
11. Creative motivation: Creative achievement predicts cardiac autonomic markers of effort during divergent thinking / Silvia P. J., Beaty R. E., Nusbaum E. C. at all // Biological Psychology. – 2014. – Vol. 102, October. – P. 30-37.
12. Michael A. France, are secular IQ losses biologically caused? / Michael A. Woodley of Menie, Curtis S. Dunkel // Intelligence. 2015. – Vol. 53, November-December. – P. 81-85.
13. Hassall C. Statistical inference and spatial patterns in correlates of IQ / C. Hassall, T. Sherratt // Intelligence. – 2011. – Vol. 39 (5), September-October. – P. 303-310.
14. George L. Maddox A Comprehensive Resource in Gerontology and Geriatrics / L. George // The Encyclopedia of Aging, 2001. – P. 630-639.
15. Sternberg R. J. Successful intelligence: A model for testing intelligence beyond IQ tests / R. J. Sternberg // Psychology. – 2015. – Vol. 8 (2), December. – P. 76-84.
16. Berestneva O.G. Modelirovanie razvitija intelektual'noj kompetentnosti studentov / O.G. Berestneva // Izvestija Tomskogo politehničeskogo universiteta. – 2005. – T. 308, № 2. – S. 152-156.
17. Baturin N. A. Razrabotka i standartizacija testa intelekta dlja srednego shkol'no vozrasta / Baturin N. A., Kurganskij N. A. // Pshologičeskaja nauka i obrazovanie. – 2005. – № 3. – S. 74-85.
18. Bezrukih M. M. Vozrastnaja dinamika i osobennosti formirovanija psihologičeskoj struktury intelekta u uchashhihsja nachal'noj shkoly s raznoj stepen'ju obuchenija / M.M. Bezrukih, E.S. Loginova // Fiziologija čeloveka. – 2006. – T. 32, № 1. – S. 15-25.
19. Lamash I. V. Individualizacija obuchenija v vuze: problemy, perspektivy, puti reshenija / I. V. Lamash // Innovacii v obrazovanii. – 2005. – № 3. – S. 70-80.
20. Karenko M. P. Obrazovatel'naja sreda intelektual'nyj potencial obučaemyh / M. P. Karpenko, E.V. Chmyhova, N.F. Shljata // Innovacii v obrazovanii. – 2005. – № 4. – S. 84-103.

21. Gorjunova N. B. Rol' intelektual'nyh, lichnostnyh i motivacionnyh faktorov v prognoze akademicheskikh dostizhenij / N. B. Gorjunova // Psihologija obuchenija. – 2008. – № 3. – S.4-16.
22. Savchenko A. A. Diagnostika jeffektivnosti poznavatel'nyh sposobnostej s pomoshh'ju sensomotornyh pokazatelej / A. A. Savchenko, L. V. Cheremoshkina, N. A. Nikishina // Psihologija obuchenija. – 2007. – № 8. – S. 28-33.
23. Artemenko O. N. Umstvennoe vospitanie kak process razvitija individual'nyh vozmozhnostej mladshih shkol'nikov / O. N. Artemenko, Je.G. Abakarova // Sibirskij pedagogicheskij zhurnal. – 2008. – № 11. – S. 1-9.
24. Shadrikov V. D. Psihologija dejatel'nosti i sposobnosti cheloveka: uchebnoe posobie / Shadrikov V.D. – M. : Izd. korporacija «Logos», 1996. – 320 s.
25. Bayevs'kij R. M. Analiz variabel'nosti sercevoogo ritmu pri vikoristanni riznih elektrokardiografichnih sistem / R. M. Bayevs'kij, G.G. Ivanov, L.V. Petrov // Visnik aritmologii. – 2002. – № 3. – S. 65-70.
26. Eliseeva I. I. Obshhaja teorija statistiki / I.I. Eliseeva, M.M. Juzbashev. – M. : Finansy i statistika, 2004. – 656 s.
27. Ban' A. S. Vegetativnyj pokazael' dlja ocenki variabel'nosti ritma serdca sportsmenov / A.S. Ban', G.M. Zagorodnij // Medicinskij zhurnal – 2010. – № 4. – S. 127-130.
28. Patent Ukraini №49283 A61V5/05. Sposib ekspres-diagnostiki psihoemocijnogo stanu ljudini / zajavnik i vlasnik patentu Pisoc'ka L.A., Novic'kij O.Ju., Rajnberg V.A., Korec'kij A.Ju., Ilayev T.M.; zajavl. 17.10.2001; opubl. 16. 09. 2002, Bjul. № 9.
29. Gluhova N. V. Razrabotka metoda analiza geometricheskikh i jarkostnyh parametrov izobrazhenij gazorazrjadnogo izlucheniya [Elektronnij resurs] / N.V. Gluhova, L.A. Pesockaja // Biofizicheskie metody v klinicheskoy laboratornoj diagnostike: materialy konf. – 2015. – SPb. – 6 s. – Rezhim dostupu do zhurn.: <https://yadi.sk/d/6YiVh3pphdJu>
30. Vojnarovskij M. Test na logicheskoe myshlenie [Elektronnij resurs] / M. Vojnarovskij. – Rezhim dostupu do zhurn.: <http://testoteka.narod.ru/pozn/1/10-on.html>
31. Lapach S. N. Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovanijah s ispol'zovaniem Excel / S.N. Lapach, A.V. Chubenko, P.N. Babich. – 2-e izd., pererab. i dop. – K. : MORION, 2001. – 408 s.
32. Korovina L. D. Zv'jazki krovopostachannja golovnogo mozku studentiv zi stanom vegetativnoi nervovoi sistemi ta faktorami riziku / L.D. Korovina, T.M. Zaporozhec' // Visnik Dnipropetrovs'kogo nacional'nogo universitetu. Biologija, medicina. – 2015. – № 6 (1). – S. 68-73.
33. Popova T. V. Metod gazorazrjadnoj vizualizacii v issledovanii fizicheskogo i psihicheskogo statusa cheloveka / T.V. Popova, O.S. Kolosova, T.E. Bulatova // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gos. un-ta. – 2012. – № 28. – S. 40-45.
34. Mandel P. Energetische Terminalpunkt – Diagnos / P. Mandel. – FRG, ESSEN. – 1983. – 199 p.

## РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 582.29

### **POLYCOCCUM AKSOYI HALICI & V. ATIENZA – НОВИЙ ВИД ДЛЯ МІКОБІОТИ УКРАЇНИ**

Дармостук В.В., <sup>1</sup>Головенко Є.О.

*Херсонський державний університет*  
73000, Україна, Херсон, вул. 40 Років Жовтня, 27

<sup>1</sup>*Криворізький ботанічний сад НАН України*  
50089, Україна, Кривий Ріг, вул. Маршака, 50

valeriy\_d@i.ua  
e.a.golovenko@gmail.com

Наведено відомості щодо нового для України виду ліхенофільного гриба *Polycoccum aksoyi* Halici & V. Atienza. Цей вид відмічено на ареолах *Aspicilia* sp., що зростає на залізистих кварцитах старого залізрудного кар'єру та характеризується чорними зануреними псевдотеціями, нечисленними розгалуженими псевдопарафізами, бітунікатними 8-споровими сумками та коричневими двоклітинними спорами, які звужені біля септи. У статті подано опис виду, місцезнаходження в Україні, екологічні особливості та загальне поширення.

*Ключові слова:* ліхенофільні гриби, новий вид, залізрудний кар'єр, Кривий Ріг.

Дармостук В.В., <sup>1</sup>Головенко Є.О. *POLYCOCCUM AKSOYI HALICI & V. ATIENZA – НОВИЙ ВИД ДЛЯ МІКОБІОТИ УКРАЇНИ* / Херсонский государственный университет, 73000, Украина, Херсон, ул. 40 Лет Октября, 27; <sup>1</sup>Криворожский ботанический сад НАН Украины, 50089, Украина, Кривой Рог, ул. Маршака, 50

Приведены сведения о *Polycoccum aksoyi* Halici & V. Atienza – новом виде лихенофильного гриба для Украины. Этот вид растет на ареолах *Aspicilia* sp., который приурочен к железорудным карьерам и характеризуется черными погруженными псевдотециями, немногочисленными разветвленными псевдопарафизами, битунікатными 8-споровыми сумками и коричневыми двухклеточными спорами, которые сужены возле септы. В статье представлено описание вида, местонахождение в Украине, экологические особенности и общее распространение.

*Ключевые слова:* лихенофильные грибы, новый вид, железорудный карьер, Кривой Рог.

Darmostuk V.V., <sup>1</sup>Golovenko Ye.O. *POLYCOCCUM AKSOYI HALICI & V. ATIENZA IS A NEW SPECIES OF LICHENICOLOUS FUNGI FOR UKRAINE* / Kherson State University, 73000, Kherson, 27, 40 Rokiv Zhovtynya str., <sup>1</sup>Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine, 50089, Ukraine, Kryvyi Rih, Marshak str., 50

The genus *Polycoccum* Saut. ex Körb. characterized by the dark perithecioid ascomata, a pseudoparenchymatous exciple composed of dark, angular cells, fissitunicate asci with brown one-septate ascospores, and persisting branched, anastomosed pseudoparaphyses.

Six species of this genus are known in Ukraine. There are *Polycoccum bryontheae* (Arnold) Vězda, *P. marmoratum* (Krempelh.) D. Hawksw., *P. microcarpum* Diederich & Etayo, *P. microsticticum* (Leight. ex Mudd) Arnold, *P. pulvinatum* (Eitner) R. Sant., *P. teresum* Halici et K. Knudsen.

*Polycoccum aksoyi* Halici & V. Atienza is the new species of lichenicolous fungi from Ukraine.

The specimen of lichenicolous fungus was collected by second author in the territory of old iron ore quarry near Rahmanivka village (Krivoy Rog district, Dnipropetrovsk region). Identification of species carried out in the laboratory of biodiversity and ecological monitoring of Kherson State University. This lichenicolous fungi is deposited in the lichen herbarium of Kherson State University (KHER).

*Polycoccum aksoyi* characterized by black globose to pyriform perithecioid ascomata, arising singly, immersed at first semi-immersed at maturity, 5–9 pseudothecia per areole. Ascomatal wall pale brown at the base, 25 μm thick and dark brown and thickened in the upper part. The section of ascomata wall composed of 6–8 layers of cells, textura angularis. Ascomata surrounded externally by 25 μm thick of several layers of colourless cells. Hamothecium of pseudoparaphyses, septate, branched and anastomosing

1.25–2 µm wide. Asci subcylindrical, bitunicate,  $(31,5\text{--}38 \pm 5\text{--}(44) \times (12\text{--})16 \pm 1,5\text{--}(18) \mu\text{m}$ . Ascospores distichously arranged in the asci, ellipsoid, brown to dark brown, smooth walled, 1–septate, constricted at the septum  $(9,75\text{--})12,75 \pm 1,5\text{--}(15,25) \times (5,25\text{--})6,75 \pm 0,75\text{--}(8,5) \mu\text{m}$ .

The study of morphological and anatomical characteristics of the Ukrainian specimens *Polycoccum aksoyi* showed some differences for typical description. Thus, the description of the type specified globose perithecioid ascomata, but we have found as was globose to pyriform perithecioid ascomata. Width of ascospores appeared with a slightly higher range (5,25–8,5 µm) than in the description (6.5–7.5 µm). But all these differences fit into the range of characteristics of *P. aksoyi*. This species is morphologically similar to *Endococcus rugulosus* Nyl., which is also dedicated to the growth in *Aspicilia*. However, *P. aksoyi* different by the availability of a few pseudoparaphyses that are only noticeable in the sections.

This species grows only on the areole of *Aspicilia* sp. This species forms black perithecioid ascomata which destroy upper cortex of the host thallus and they cause discoloration of thallus.

This new species is known only from the original collection from Central Anatolia (Turkey).

*Key words:* lichenicolous fungi, new species, iron ore quarry, Kryvyi Rih.

## ВСТУП

Рід *Polycoccum* Saut. ex K rb. характеризується чорними псевдотеціями, пседопараплектенхімним ексципулом, бітунікатними сумками з коричневими двоклітинними, рідше багатоклітинними аскоспорами та розгалуженими, септованими псевдопарафізами з численними анастомозами. Сьогодні відомо 53 види ліхенофільних грибів роду *Polycoccum* [12].

В Україні відомо 6 представників цього роду: *Polycoccum bryonthae* (Arnold) Vězda [2], *P. marmoratum* (Krempelh.) D. Hawksw. (= *Microthelia marmorata* (Kremp.) Hepp) [1, 4], *P. microcarpum* Diederich & Etayo [8], *P. microsticticum* (Leight. ex Mudd) Arnold [6], *P. pulvinatum* (Eitner) R. Sant. (= *P. galligeum* Vězda) [3, 5], *P. teresum* Halici et K. Knudsen [7].

Знахідка *Polycoccum aksoyi* Halici & V. Atienza виявилась новою для території України. Нижче для вказаного виду наводимо опис, місцезнаходження, екологічні особливості, поширення в Україні та світі.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Зразки ліхенофільного гриба зібрані автором під час експедиційних досліджень території гранітних та залізородних кар'єрно-відвальних комплексів Криворізького регіону (Дніпропетровська обл.). Ідентифікація виду проводилась в лабораторії біорізноманіття та екологічного моніторингу Херсонського державного університету. Для визначення ліхенофільного гриба використовували тимчасові мікроскопічні зрізи лезом, які виготовляли під бінокулярним мікроскопом МБС–2. Деталі будови плодових тіл вивчали під мікроскопом MICROMED–2. Виміри проводились у воді з точністю до 0,25 мкм для аскоспор, сумок, парафізоїд та клітин псевдотеція та 5 мкм для інших структур. Цифрові значення представлені як (min. –)  $\times \pm SD$  (– max.) [n], де  $x$  – середнє значення, а  $SD$  – стандартне відхилення,  $n$  – кількість вимірів. Фотографії робили за допомогою мікроскопічної кольорової камери «Levenhuk C510 NG».

Зібрана колекція ліхенофільного гриба зберігається в ліхенологічному гербарії Херсонського державного університету (KHER). Назву ліхенофільного гриба та прізвища авторів при таксонах подано за Index Fungorum [11].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

***POLYCOCCUM AKSOYI*** Halici & V. Atienza, in Halici, Atienza & Hawksworth, *Mycotaxon* 101:158 (2007) (Рис. 1).

Псевдотеції від кулястих до грушеподібних, чорні, спочатку повністю занурені в ареоли хазяїна, потім стають напівзануреними, розміщені по 5–9 псевдотеців в ареолах, (135–)

165 ± 5 (–210) [n=15] мкм в діаметрі, остіоль 25 мкм в діаметрі. Стінки псевдотеція світло-коричневі в нижній частині, (6,75–) 13 ± 2,5(–15,5) [n=20] мкм завтовшки та темно-коричневі потовщені у верхній частині, (36,75–) 65,75 ± 5,25 (–81,75) [n=20] мкм завтовшки. Стінка складається з 6–8 шарів клітин (*textura angularis*), клітини (3,75–) 5,5 ± 1,25 (–6,75) [n=20] мкм в діаметрі. Псевдотецій оточений 5-6 шарами безбарвних клітин, (7,75 –) 18,5 ± 5,25 (– 27,5) [n=20] мкм завтовшки. Псевдопарафізи нечисленні, септовані, розгалужені, з численними анастомозами, 1,25–2 мкм завтовшки. Сумки бітунікатні, 8-спорові, (31.5–) 38 ± 5 (–44) x (12–) 16 ± 1,5(–18) [n=15] мкм. Аскоспори розміщені в сумках у два ряди, еліпсоїдні, коричневі, 1–2-клітинні, звужені біля септи, обидві клітини однакові за розмірами, (9,75 –) 12,75 ± 1,5 (– 17,25) x (5,25 –) 6,75 ± 0,75 (– 8,5) [n=20] мкм, з тонким епіспорієм, близько 0,5 мкм завтовшки.

**Екологія:** *Polycoccum aksoyi* відмічено лише на слані епілітних *Aspicilia* sp. Вид утворює чорні псевдотеції, які прориваються через коровий шар господаря, та викликає знебарвлення ареол.

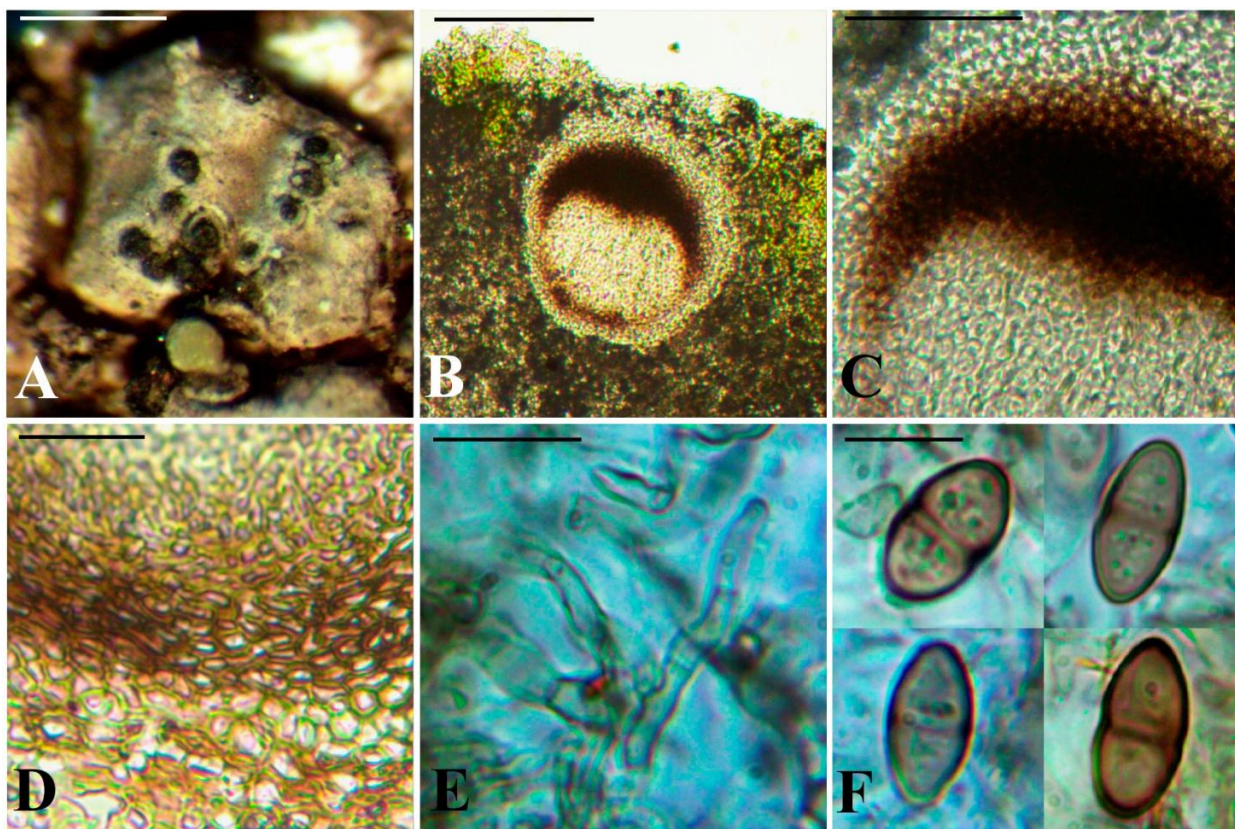


Рис. 1. *Polycoccum aksoyi* Halici & V. Atienza: А – загальний вигляд (шкала 1 мм); В – зріз через псевдотецій (шкала 100 мкм); С – апікальна частина псевдотеція (шкала 50 мкм); D – стінка псевдотеція (шкала 10 мкм); Е – псевдопарафізи (шкала 5 мкм); F – спори (шкала 10 мкм).

**Місцезнаходження:** Україна, Дніпропетровська обл., Криворізький регіон, с. Рахманівка, на відшаруваннях старого залізородного кар'єру, що знаходиться на території колишньої садиби баронеси А. Герварт, 26.06.14, leg. Головенко Є.О. det. Дармостук В.В., Головенко Є.О. (KHER 9633).

**Поширення:** *Polycoccum aksoyi* був відомий лише з типового локалітету в Туреччині [9, 10].

**Примітки:** Дослідження морфологічних та анатомічних ознак зразків *Polycoccum aksoyi* з України виявило деякі відмінності. Так, в описі виду [10] вказуються круглясті псевдотеції, але нами були знайдені і круглясті, і грушоподібні. Ширина аскоспор

виявилась з дещо більшим діапазоном (5,25-8,5 мкм), ніж в описі (6,5–7,5 мкм). Але всі ці відмінності вписуються в діапазон ознак *P. aksoyi*. Вид морфологічно схожий на *Endococcus rugulosus* Nyl., який також зростає на епілітних представниках *Aspicilia*. Однак *P. aksoyi* відрізняється від останнього наявністю нечисленних, іноді малопомітних на зрізах псевдопарафіз.

### ПОДЯКИ

Автори щиро вдячні М.Г. Халісі за люб'язно надані необхідні літературні джерела та проф. О.Є. Ходосовцеву за перевірку визначення зразку та цінні зауваження щодо статті.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Гавриленко Л. М. Лишайники та ліхенофільні гриби Бургунської балки / Л.М. Гавриленко, О.Є. Ходосовцев // Чорноморськ. бот. журнал – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 28-36.
2. Кондратюк С. Я. Вивчення різноманітності мікобіоти України (ліхенофільні, септорієві, пукцинієві гриби) / Кондратюк С. Я., Андріанова Т. В., Тихоненко Ю. Я. НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. – К. : Фітосоціоцентр, 1999. – 112 с.
3. Кондратюк С. Я., Нові для України види лишайників та ліхенофільних грибів заповідника «Медобори» // С.Я. Кондратюк, І.В. Коломієць // Укр. ботан. журнал – 1997. – Т. 54, № 1. – С. 42-47.
4. Копачевская Е.Г. Лишенифлора Крыма и ее анализ / Е.Г. Копачевская – К. : Наук. думка, 1986. – 296 с.
5. Федоренко Н. М. Нові та рідкісні для України види ліхенофільних грибів / Н.М. Федоренко // Укр. ботан. журн. – 2006. – Т. 63, № 2. – С. 190-195.
6. Федоренко Н. М. Нові та рідкісні види ліхенофільних грибів з України / Н.М. Федоренко, О.В. Надеїїна, С.Я. Кондратюк // Укр. ботан. журнал – 2007. – Т. 64, № 1. – С. 47-56.
7. Ходосовцев О. Є. Нові для України види ліхенофільних грибів / О.Є. Ходосовцев // Чорноморськ. бот. журнал – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 194-198.
8. New and interesting records of *Cladonia* and their lichenicolous fungi from the Andean cloud forest in Bolivia // A. Flakus, T. Ahti, M. Kukwa, K. Wilk. // *Annales Botanici Fennici*. – 2008. – 45. – P. 448-454.
9. Halici M.G. *Polycoccum anatolicum* sp. nov. on *Lepraria incana* and a key to *Polycoccum* species known from Turkey / M.G. Halici, H.E. Akgül, C. Oztürk, E. Kiliç // *Mycotaxon*. – 2013. – 124. – P. 45–50.
10. Halici M. G. Two new *Polycoccum* (Dothideales, Dacampiaceae) species from Turkey / M.G. Halici, V. Atienza, D.L. Hawksworth // *Mycotaxon*. – 2007. – 101. – P. 157-163.
11. Index Fungorum [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
12. Lawrey J. D. Lichenicolous fungi – worldwide checklist, including isolated cultures and sequences available [Електронний ресурс] / J.D. Lawrey, P. Diederich – 2016. – Режим доступу: <http://www.lichenicolous.net>

### REFERENS

1. Gavrilenko L. M. Lishajniki ta lihenofil'ni gribi Burguns'koi balki / L.M. Gavrilenko, O.E. Hodosovcev // Chornomors'k. bot. zhurnal – 2009. – Т. 5, № 1. – С. 28-36.
2. Kondratjuk S. Ja. Vivchennja riznomanitnosti mikobioti Ukraini (lihenofil'ni, septoriyevi, pukciniyevi gribi) / Kondratjuk S.Ja., Andrianova T.V., Tihonenko Ju.Ja. NAN Ukraini, Institut botaniki im. M.G. Holodnogo. – К. : Fitosociocentr, 1999. – 112 s.
3. Kondratjuk S. Ja. I. V. Novi dlja Ukraini vydy lishajnikiv ta lihenofil'nih gribiv zapovidnika «Medobori» // S. Ja. Kondratjuk, I.V. Kolomiyec' // Ukr. botan. zhurnal – 1997. – Т. 54, № 1. – С. 42-47.

4. Kopachevskaja E.G. Lihenoflora Kryma i ee analiz / E.G. Kopachevskaja – K. : Nauk. dumka, 1986. – 296 s.
5. Fedorenko N. M. Novi ta ridkisini dlja Ukraini vidi lihenofil'nih gribiv / N.M. Fedorenko // Ukr. botan. zhurn. – 2006. – T. 63, № 2. – S. 190-195.
6. Fedorenko N. M. Novi ta ridkisini vidi lihenofil'nih gribiv z Ukraini / N.M. Fedorenko, O.V. Nadyeiina, S.Ja. Kondratjuk // Ukr. botan. zhurnal – 2007. – T. 64, № 1. – S. 47-56.
7. Hodosovcev O.C. Novi dlja Ukraini vidi lihenofil'nih gribiv / O.C. Hodosovcev // Chornomors'k. bot. zhurnal – 2011. – T. 7, № 2. – S. 194-198.
8. New and interesting records of Cladonia and their lichenicolous fungi from the Andean cloud forest in Bolivia // A. Flakus, T. Ahti, M. Kukwa, K. Wilk. // Annales Botanici Fennici. – 2008. – 45. – P. 448-454.
9. Halici M.G. Polycoccum anatolicum sp. nov. on Lepraria incana and a key to Polycoccum species known from Turkey / M.G. Halici, H.E. Akgül, C. Oztürk, E. Kiliç // Mycotaxon. – 2013. – 124. – P. 45–50.
10. Halici M.G. Two new Polycoccum (Dothideales, Dacampiaceae) species from Turkey / M. G. Halici, V. Atienza, D.L. Hawksworth // Mycotaxon. – 2007. – 101. – P. 157-163.
11. Index Fungorum [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
12. Lawrey J.D. Lichenicolous fungi – worldwide checklist, including isolated cultures and sequences available [Elektronnij resurs] / J.D. Lawrey, P. Diederich. – 2016. – Rezhim dostupu: <http://www.lichenicolous.net>

УДК 556: 574. 583 (477. 64)

## СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОННИХ УГРУПОВАНЬ РІЧКОВОЇ ДІЛЯНКИ ЛІТОРАЛІ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Домбровський К.О., Бичок С.В.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

dombrov@yandex.ru

Проведено дослідження структурної організації зоопланктонних угруповань річкової ділянки літоралі Каховського водосховища в літній період. Встановлено видовий склад, представленість таксономічних груп, вивчено динаміку чисельності та біомаси зоопланктону упродовж 3-4 років дослідження. Оцінку особливостей структури зоопланктону досліджуваної ділянки водосховища проводили, використовуючи коефіцієнт трофії та індекс сапробності.

*Ключові слова: зоопланктон, структура угруповань, водосховище, коефіцієнт трофії, індекс сапробності.*

Домбровский К.О., Бычок С.В. СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ РЕЧНОГО УЧАСТКА ЛИТОРАЛИ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Проведены исследования структурной организации зоопланктонных сообществ речного участка литорали Каховского водохранилища в летний период. Установлен видовой состав, представленность таксономических групп, изучена динамика численности и биомассы зоопланктона в течение 3-4 лет исследования. Оценку особенностей структуры зоопланктона исследованного участка водохранилища проводили, используя коэффициент трофии и индекс сапробности.

*Ключевые слова: зоопланктон, структура сообществ, водохранилище, коэффициент трофии, индекс сапробности.*

Dombrovskiy K.O., Bychok S.V. ZOOPLANKTONIC COMMUNITY STRUCTURE OF THE RIVER AREA OF THE KAKHOVKA RESERVOIR LITTORAL / Zaporizhzhya National University, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str. 66

The results of the study of the structural organization of the river area of zooplanktonic communities of the Kakhovka reservoir littoral during the summer period from 1990 to 2014 inclusive are presented in the article. We used our own materials for 1997-1998 and 2014, as well as the materials of the employees of the Department of Zoology with the course of civil defense of Zaporozhye State University collected under the supervision of Gozhenko V.A. for 1990. 5 stations on the river area of the Kakhovka reservoir

were investigated. They are the territory above Zhdanovskii beach, below Zhdanovskii beach, rest house "Volna", waste treatment facilities flows (Central wastewater treatment plant-1) of Zaporozhye city, Balabinskii bay (2,5 km below the waste treatment facilities flows).

On the riverbed area of the Kakhovka reservoir in general 29 families, 55 genera and 83 species and forms of littoral zooplankton in the ratio of the major taxonomic groups Cladocera: Copepoda: Rotatoria (Cl : Co : Ro) as 24 : 18 : 41 were registered. In addition to the major taxonomic groups of zooplankton also tardigrades and ostracods were revealed. The greatest number of zooplankton species was identified in the overgrown areas of the upper reaches of the reservoir that are characterized by the dominance of various complexes of higher aquatic vegetation. So in the zooplankton community of the Balabinskii bay 41 species, including Rotatoria - 23 species (56%), Cladocera – 8 species (20%), Copepoda – 10 species (24%) were identified, and on the lake-like reach (city flows of waste treatment facilities) 35 species in the ratio of the major taxonomic groups Cl : Co : Ro as 12 : 7 : 16 were identified. 14 species of zooplankton, including Rotatoria – 6 species (43%), Cladocera and Copepoda – 4 species for each one (28, 5%), respectively were revealed above Zhdanovskii beach. 21 species, including 11 species of Rotatoria (52%), Cladocera – 8 species (38%), Copepoda – 2 species (10%) were identified in zooplankton below Zhdanovskii beach. In the area of the rest house «Volna» the zooplankton community was represented by 24 species in the ratio of the major taxonomic groups Cl : Co : Ro as 9 : 9 : 6.

In 2014 in zooplankton community of the river area of the reservoir for the first time Rotatoria Lacinularia ismailoviensis was registered, which previously was not indicated in this reservoir. Also that year the representative of the Ponto-Caspian complex Cladocera Podonevadne camptonyx was revealed.

During the period of study the stability of zooplankton community structure was not established: there was an annual change of the dominant species. In 1990 Bosmina longirostris, Keratella quadrata were the structure-forming species of zooplankton communities in most of the stations. According to the results of the research in 1997-1998 a complex of dominant species changed and was presented exclusively by Crustacea Scapholeberis mucronata, Chydorus sphaericus, Eudiaptomus vulgaris, Eucyclops serrulatus. In 2014 the structure-forming species and forms of zooplankton were mostly Rotatoria Trichocerca (s. Str.) Pusilla, K. cochlearis tecta, Colurella colurus and Copepoda Eud. vulgaris. The most common in this part of the reservoir during the whole period of study were Crustacea Sc. mucronata, Eud. vulgaris, Ch. sphaericus.

The low indicators of average number and biomass of zooplankton were registered in 1990 which ranged between 565-1500 species/m<sup>2</sup> and 3,9-31,4 mg/m<sup>2</sup>, respectively. The maximum values of the average number and biomass of zooplankton were identified in 1997-1998, which varied in the range of 1400-15200 species/m<sup>2</sup> and 12,7-289,8 mg/m<sup>2</sup>, respectively.

The river area of the Kakhovka reservoir corresponds to eutrophic type for the structural characteristics of zooplankton communities.

The quality of water in this part of the reservoir corresponds to moderately polluted waters (β-mesosaprobic zone) for saprobity index during the whole period of study.

*Keywords: zooplankton, community structure, reservoir, trophic coefficient, saprobity index.*

## ВСТУП

Каховське водосховище, яке є водоймою комплексного призначення, перебуває в зоні впливу індустріальних центрів Придніпров'я, що розташовані вище, і характеризується посиленням антропогенним тиском внаслідок функціонування потужних промислових виробництв. Це негативно впливає на водне середовище, біоресурси та екосистему загалом.

Одним із основних джерел забруднення, що надходять до верхньої річкової ділянки водосховища, є численні промислові підприємства, які здійснюють скид стічних вод у міську каналізаційну систему та стоки малих річок. Головними забруднювачами водойми є підприємства кольорової металургії, коксохімії, енергетики та важкого машинобудування [1, с. 6].

Зоопланктон – інформативно-структурна одиниця водних екосистем, яка бере активну участь у формуванні якості води та є чутливим показником стану водних екосистем. Знання складу та структури угруповань зоопланктону дає змогу використовувати його в біоіндикації стану екосистем. Кількісні та якісні показники структури угруповань зоопланктерів можуть бути використані для встановлення стану водойм, якості їхньої води та її придатності до різного способу водокористування [2, с. 1].



Мета роботи – встановити видовий склад, дослідити структуру, динаміку угруповань літорального зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі був використаний матеріал власних зборів 1997-1998 та 2014 рр. і збори співробітників кафедри зоології з курсом ЦО ЗДУ під керівництвом Гоженко В.О. за 1990 р. Для дослідження були вибрані 5 станцій в русловій ділянці Каховського водосховища – вище Жданівського пляжу, нижче Жданівського пляжу, пансіонат «Волна», стік очисних споруд (ЦОС-1) м. Запоріжжя, Балабинська затока (2,5 км нижче стоку очисних споруд).

Відбір матеріалу проводили в літній період (червень-серпень) шляхом профільтрування певного об'єму води (100 л) крізь планктонну сітку Апштейна (газ № 72, діаметр вхідного отвору 18 см). Матеріал фіксували 70° розчином етилового спирту.

Опрацювання проб проводили загальноприйнятими методами [3, с. 85-92]. Таксономічне визначення видів здійснювали за визначниками [4-6].

Біомасу зоопланктону обчислювали шляхом прирівнювання окремих форм до простих геометричних фігур, об'єми яких брали із номограм для визначення ваги водних організмів (Численко, 1968), попередньо вимірявши розміри особин видів. У частини видів коловрток та ракоподібних вагу особин визначали як залежність довжини тіла від маси [7].

Оцінку структурних особливостей зоопланктону досліджуваних екосистем здійснювали, використовуючи такі коефіцієнти та індекси: коефіцієнт трофії визначали за видами-індикаторами, що характерні для водойм мезоевтрофного і олігомезотрофного типів, індекс сапробності за Пантле-Букком у модифікації Сладечека [8].

Для оцінки трофічного статусу водойми використовували умовний розподіл значень коефіцієнта трофії E (Маэметс, 1979):  $< 0,2$  – оліготрофний тип,  $0,2-1,0$  – мезотрофний тип,  $1,0-4,0$  – евтрофний тип,  $\text{менше } > 4$  – гіперевтрофний тип [9, с. 33-34].

Залежно від значення індексу сапробності були виділені такі зони:  $0,5-1,5$  – олігосапробна (чиста вода),  $1,51 - 2,5$  –  $\beta$ -мезосапробна (помірно забруднена вода),  $2,51 - 3,5$  –  $\alpha$ -мезосапробна (брудна вода),  $3,51 - 4,5$  – полісапробна (дуже брудна вода).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На русловій ділянці Каховського водосховища загалом зареєстровано 29 родин 55 родів та 83 види і форми літорального зоопланктону у співвідношенні основних систематичних груп Cladocera : Copepoda : Rotatoria (Cl : Co : Ro) як 24 : 18 : 41. Найбільшу кількість видів зоопланктону було виявлено на зарослих ділянках верхів'я водосховища, які характеризуються домінуванням різних комплексів вищої водної рослинності. Так, у Балабинській затоці був зареєстрований 41 вид у співвідношенні Cl : Co : Ro як 8 : 10 : 23 та на озероподібному плесі (стік очисних споруд) – 35 видів у співвідношенні Cl : Co : Ro як 12 : 7 : 16, таблиця 1.

**Вище Жданівського пляжу.** Виявлено 14 видів зоопланктерів, з них коловрток – 6 видів (43%), гіллястовусих та веслоногих ракоподібних по 4 види (28,5%) відповідно. За чисельністю домінували гіллястовусі *Scapholeberis mucronata* та наупліально-копеподитні стадії циклопів. Середня чисельність зоопланктону за роками досліджень у літній період змінювалась від 650 до 8400 екз./м<sup>3</sup>, а біомаса – від 8,7 до 145,1 мг/м<sup>3</sup> (табл. 2). Максимальна висока біомаса зоопланктону в 1997 р. була обумовлена масовим розвитком гіллястовусих ракоподібних, переважно за рахунок *Sc. mucronata* 132,6 мг/м<sup>3</sup> (91% від загальної біомаси зоопланктерів).

За весь період досліджень коефіцієнт трофії змінювався в межах 1,3-2,0, що відповідає водоймі евтрофного типу. Якість води на цій станції за індексом сапробності протягом всього періоду дослідження відповідає помірно забрудненим водам. Значення індексу сапробності знаходились у межах 1,61-1,78.

**Нижче Жданівського пляжу.** Виявлено 21 вид зоопланктерів, серед яких коловертки – 11 видів (52%), гіллястовусих ракоподібних – 8 (38%), веслоногих – 2 види (10%). Домінуючий комплекс складався із таких видів: гіллястовусих *Sc. mucronata*, *Sim. serrulatus*, *Ch. sphaericus* веслоногих *Eud. vulgaris* та наупліально-копеподитні стадії циклопів.

Середня чисельність зоопланктону в літній період змінювалась за роками досліджень від 115 до 1500 екз./м<sup>3</sup>. У 1990 р. переважали коловертки, у 1997-1998 рр. – гіллястовусі ракоподібні. Середня біомаса в літній період змінювалась за роками від 3,9 до 155,1 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3).

Таблиця 1 – Таксономічний склад, сапробна характеристика та зустрічальність зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища

Таксони	Зона сапробності	Індекс сапробності	Вище Ждан-го пляжу	Нижче Ждан-го пляжу	Пансіонат «Волна»	ЦОС-1	Балабінська затока
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ROTATORIA</b>							
<b>PLOIMIDA</b>							
<b><i>Asplanchnidae</i></b>							
1. <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	<i>o-β</i>	1,5	+	+		+	+
<b><i>Brachionidae</i></b>							
2. <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	<i>β-α</i>	2,5			+	+	+
3. <i>Br. diversicornis</i> (Daday)	<i>β</i>	2,0		+		+	
4. <i>Br. quadridentatus</i> Hermann	<i>β</i>	2,0		+			+
5. <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	<i>o</i>	1,25		+			+
6. <i>Keratella</i> sp.							+
7. <i>K. cochlearis cochlearis</i> (Gosse)	<i>β-o</i>	1,55		+	+		
8. <i>K. cochlearis recurvispina</i> (Jägersköld)				+			
9. <i>K. cochlearis tecta</i> (Gosse)						+	+
10. <i>K. quadrata</i> (O.F. Müller)	<i>o-β</i>	1,55	+	+			+
11. <i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg)	<i>o</i>	1,2			+		
12. <i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg)	<i>β</i>	1,8			+	+	+
<b><i>Colurellidae</i></b>							
13. <i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg)	<i>o</i>	1,15			+		

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Dicranophoridae</b>							
14. <i>Dicranophorus lutkeni</i> (Bergendal)	<i>o</i>	1,0					+
15. <i>Encentrum</i> (s. str.) <i>felis</i> (Müller)	<i>o-β</i>	1,5				+	
<b>Euchlanidae</b>							
16. <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	<i>o-β</i>	1,5		+		+	
17. <i>E. sp.</i>			+			+	
<b>Lecanidae</b>							
18. <i>Lecan</i> (s. str.) <i>luna</i> (Müller)	<i>o-β</i>	1,55	+				
19. <i>L. (Monostyla) closterocerca</i> (Schmarda)	<i>o</i>	1,0	+			+	+
20. <i>L. (M.) scutata</i> (Harring et Myers)	<i>o</i>	1,0					+
<b>Notommatidae</b>							
21. <i>Cephalodella catellina</i> (Müller)	<i>o-β</i>	1,5					+
22. <i>C. gibba</i> (Ehrenberg)	<i>o</i>	1,35					+
<b>Proalidae</b>							
23. <i>Proales decipiens</i> (Ehrenberg)	<i>o</i>	1,0					+
<b>Synchaetidae</b>							
24. <i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	<i>o</i>	1,0			+		
25. <i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	<i>o</i>	1,1			+	+	
26. <i>P. remata</i> Skorikov	<i>o</i>	1,0				+	
<b>Trichocercidae</b>							
27. <i>Trichocerca</i> (s. str.) <i>pusilla</i> (Leuterborn)	<i>o</i>	1,3				+	+
28. <i>Tr.</i> (s. str.) <i>capucina</i> (Wierzejski et Zacharias)	<i>o</i>	1,0		+			+
29. <i>Tr.</i> (s. str.) <i>stylata</i> (Gosse)	<i>o</i>	1,3					+
30. <i>Tr. (Diurella) tenuior</i> (Gosse)	<i>o</i>	1,1					+
31. <i>Tr. sp.</i>							+
<b>Trichotriidae</b>							
32. <i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge)	<i>o</i>	1,2					+
<b>MONIMOTROCHIDA</b>							
<b>Conochilidae</b>							
33. <i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank)	<i>o</i>	1,15				+	
34. <i>Cn. sp.</i>						+	

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Filinidae</b>							
35. <i>Filinia terminalis</i> (Plate)	<i>o-β</i>	1,5	+				
<b>Flosculariidae</b>							
36. <i>Lacinularia ismailoviensis</i> (Poggenpol)						+	
<b>Testudinellidae</b>							
37. <i>Pompholyx complanata</i> Gosse	<i>o-β</i>	1,5		+			
<b>PAEDOTROCHIDAE</b>							
<b>Collothecidae</b>							
38. <i>Collotheca pelagica</i> (Rousselet)	<i>o</i>	1,0					+
<b>BDELLOIDAE</b>							
<b>Habrotrochidae</b>							
39. <i>Habrotrocha</i> sp.				+	+		
<b>Philodinidae</b>							
40. <i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg)	<i>β-o</i>	1,6					+
41. <i>Macrotrachela</i> sp.					+	+	+
Всього <i>Rotatoria</i>			6	11	9	16	23
<b>CRUSTACEA</b>							
<b>CLADOCERA</b>							
<b>DAPHNIFORMES</b>							
<b>Chydoridae</b>							
42. <i>Alona costata</i> Sars	<i>o</i>	1,3		+		+	
43. <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	<i>β</i>	1,75		+	+	+	+
44. <i>Ch. biovatus</i> Sars							+
45. <i>Disparalona rostrata</i> (Koch)					+		
46. <i>Ephemeroporus barroisi</i> (Richard)				+			
47. <i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	<i>o-β</i>	1,5			+		
48. <i>Monospilus dispar</i> Sars	<i>o</i>	1,3	+				
49. <i>Picripleuroxus striatus</i> (Schoedler)				+			
50. <i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)							+
<b>Bosminidae</b>							
51. <i>Bosmina</i> ( <i>Eubosmina</i> ) cf. <i>kessleri</i> Uljanin						+	
52. <i>B. (E.)</i> cf. <i>crassicornis</i> Lilljeborg							+

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
53. <i>B. (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller)	$\alpha$ - $\beta$	1,55	+	+	+	+	+
54. <i>B. sp.</i>						+	
<b>Daphniidae</b>							
55. <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller)	$\alpha$	1,15			+	+	+
56. <i>Daphnia cucullata</i> Sars	$\beta$ - $\alpha$	1,75		+	+	+	+
57. <i>D. longispina</i> O.F. Müller	$\beta$	2,05					+
58. <i>D. sp.</i>						+	
59. <i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)	$\beta$	2,0	+	+	+	+	
60. <i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch)	$\alpha$	1,3		+	+	+	
<b>Ilyocryptidae</b>							
61. <i>Ilyocryptus sordidus</i> (Lievin)	$\beta$	2,2				+	
<b>Macrothricidae</b>							
62. <i>Macrothrix sp.</i>							+
<b>Moinidae</b>							
63. <i>Moina micrura</i> Hellich	$\beta$	2,2	+				
<b>POLYPHEMIFORMES</b>							
<b>Podonidae</b>							
64. <i>Podonevadne camptonyx</i> Sars						+	
65. <i>Pod. trigona ovum</i> (Zernov)					+		
Всього <i>Cladocera</i>			4	8	9	12	8
<b>COPEPODA</b>							
<b>CALANOIDA</b>							
<b>Diaptomidae</b>							
66. <i>Eudiaptomus vulgaris</i> (Schmeil)	$\beta$	1,7		+	+	+	+
67. <i>Eurytemora affinis</i> (Poppe)					+		
68. <i>Diaptomus sp.</i>						+	
<b>CYCLOPOIDA</b>							
<b>Cyclopoidae</b>							
69. <i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg)	$\alpha$	1,0					+
70. <i>E. serrulatus</i> (Fischer)	$\beta$	1,85			+		+
71. <i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine)	$\beta$	2,0			+		
72. <i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)	$\beta$	1,85	+	+			

1	2	3	4	5	6	7	8
73. <i>A. americanus</i> (Marsh)			+				+
74. <i>Cyclops abyssorum</i> Sars							+
75. <i>C. vicinus</i> Uljanin	$\beta$	2,15	+			+	+
76. <i>C. sp.</i>						+	+
77. <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	<i>o</i>	1,25				+	+
78. <i>Microcyclops rubellus</i> (Lilljeborg)	<i>o</i>	1,0					+
79. <i>M. varicans</i> (Sars)	<i>o</i>	1,0			+	+	
80. <i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg)	<i>o</i> - $\beta$	1,5	+				
81. <i>Paracyclops sp.</i>					+		
<b>HARPACTICOIDA</b>							
<b>Canthocamptidae</b>							
82. <i>Bryocamptus sp.</i>					+	+	
<b>Cletodidae</b>							
83. <i>Cletocamptus retrogressus</i> Schmankewitsch							+
Всього <i>Copepoda</i>			4	2	6	7	10
ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ВИДІВ			14	21	24	35	41

Трофність водойми на цій станції змінювалась від гіперевтрофного типу (1990 р.) і евтрофного типу (1997 р.) до мезотрофного типу в 1998 р. Індекс сапробності знаходився у межах  $\beta$ -мезосапробної зони, змінюючись від 1,57 до 1,69.

**Пансіонат «Волна».** На цій станції виявлено 24 види зоопланктерів, серед яких коловерток та гіллястовусих ракоподібних по 9 видів (37,5%) відповідно, веслоногих – 6 видів (25%). За чисельністю найбільш часто домінували веслоногі ракоподібні *E. serrulatus*, *Eud. vulgaris* гіллястовусі *B. (B.) longirostris*, *Ch. sphaericus* та наупліально-копеподитні стадії циклопів.

Таблиця 2 – Динаміка кількісних характеристик зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища вище Жданівського пляжу в літній період

Рік	Кількість видів				Чисельність, екз./м <sup>3</sup>				Біомаса, мг/м <sup>3</sup>			
	<i>Ro</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	Разом	<i>Ro</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	Разом	<i>Ro</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	Разом
1990	2	2	1	5	150	300	200	650	2,40	2,26	4,00	8,66
1997	4	1	2	7	1800	2100	4500	8400	1,14	8,40	135,6	145,14
1998	—	1	2	3	—	2100	600	2700	—	7,00	5,70	12,70

Примітка. Тут і в табл. 3-6: *Ro* – коловертки; *Co* – веслоногі ракоподібні; *Cl* – гіллястовусі ракоподібні.

Таблиця 3 – Динаміка кількісних характеристик зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища нижче Жданівського пляжу в літній період

Рік	Кількість видів				Чисельність, екз./м <sup>3</sup>				Біомаса, мг/м <sup>3</sup>			
	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом
1990	5	—	2	7	325	115*	125	565	1,39	0,12*	2,40	3,91
1997	5	2	4	11	2100	1500	3300	6900	4,38	54,60	42,42	101,40
1998	1	—	5	6	300	300*	3900	4500	0,60	0,30*	154,2	155,10

Примітка. «\*» – кількісні показники виключно наупліальних стадій копепод.

Середня чисельність зоопланктону змінювалась за роками досліджень від 1500 до 15200 екз./м<sup>3</sup>, а біомаса – від 15,3 до 289,8 мг/м<sup>3</sup> (табл. 4). В угрупованнях зоопланктону за весь період досліджень за біомасою переважали виключно веслоногі ракоподібні, частка яких від загальної біомаси зоопланктону була в межах 43-72%.

Таблиця 4 – Динаміка кількісних характеристик зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища, район пансіонату «Волна» у літній період

Рік	Кількість видів				Чисельність, екз./м <sup>3</sup>				Біомаса, мг/м <sup>3</sup>			
	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом
1997	1	6	4	11	200	4200	1200	5600	0,80	53,80	20,20	74,80
1998	5	5	7	17	500	7000	7700	15200	0,77	124,5	164,5	289,77
2014	3	1	2	6	600	600	300	1500	1,20	10,20	3,90	15,30

У 1997 р. водойма за коефіцієнтом трофії відповідала мезотрофному типу (0,4), а в 1998 і 2014 рр. значення коефіцієнта трофії змінювались у межах 1,67-2,0, що вказує на евтрофний тип водойми. Індекс сапробності змінювався за період дослідження від 1,47 до 1,91, що відповідає β-мезосапробній зоні в 1997 і 2014 рр. та олігосапробній зоні в 1998 р.

**Стік очисних споруд (ЦОС-1) м. Запоріжжя.** У складі зоопланктону виявлено 35 видів, серед яких коловерток – 16 видів (46%), гіллястовусих ракоподібних – 12 (34%), веслоногих – 7 видів (20%). Домінуючий комплекс складався із таких видів: гіллястовусі *Sc. micronata*; коловертки *P. dolichoptera*; веслоногі *Eud. vulgaris* та наупліально-копеподитні стадії циклопів.

Середня чисельність зоопланктону в літній період змінювалась за роками досліджень від 650 до 9900 екз./м<sup>3</sup>. У 1990 і 1998 рр. переважали гіллястовусі ракоподібні, у 1997 р. – веслоногі, а у 2014 р. – коловертки. Середня біомаса в літній період змінювалась за роками від 18,4 до 163,7 мг/м<sup>3</sup> (табл. 5).

Значення коефіцієнта трофії в 1990, 1997 і 2014 рр. відповідали евтрофній (1,33-3,88), а в 1998 р. – мезотрофній (0,4) водоймі. Індекс сапробності знаходився в межах β-мезосапробної зони – 1,56-1,70.

Слід зазначити, що у 2014 р. тут вперше було виявлено для Каховського водосховища коловертку *Lac. ismailoviensis*, також тут зустрічались тардигради *Dactylobiotus sp.* та вид понто-каспійського комплексу – гіллястовусі ракоподібні *Pod. camptonux*.

Таблиця 5 – Динаміка кількісних характеристик зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища, район стоку очисних споруд (ЦОС-1) м. Запоріжжя у літній період

Рік	Кількість видів				Чисельність, екз./м <sup>3</sup>				Біомаса, мг/м <sup>3</sup>			
	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом
1990	2	2	2	6	125	200	325	650	2,02	15,18	8,75	25,95
1997	2	2	—	4	400	1000	—	1400	6,40	12,00	—	18,40
1998	1	1	4	6	1500	300	8100	9900	1,05	3,60	159,0	163,65
2014	14	3	6	23	1900	1100	540	3540	3,24	32,46	16,20	51,90

**Балабинська затока.** Виявлено 41 вид зоопланктерів, серед яких коловертки – 23 види (56%), гіллястовусих ракоподібних – 8 (20%), веслоногих – 10 видів (24%). За чисельністю домінували коловертки *Tr. (s. str.) pusilla*, *K. cochlearis tecta* та веслоногі ракоподібні *Eud. vulgaris*.

Середня чисельність зоопланктону в літній період змінювалась за роками досліджень від 1500 до 4200 екз./м<sup>3</sup>. У 1990 і 2014 рр. переважали коловертки, а у 1997 р. – веслоногі ракоподібні. Біомаса зоопланктону змінювалась у межах 7,3-106,4 мг/м<sup>3</sup> (табл. 6). Домінуючою групою в 1990 і 1997 рр. були копеподи, а у 2014 р. – гіллястовусі ракоподібні.

Таблиця 6 – Динаміка кількісних характеристик зоопланктону річкової ділянки Каховського водосховища, район Балабинської затоки в літній період

Рік	Кількість видів				Чисельність, екз./м <sup>3</sup>				Біомаса, мг/м <sup>3</sup>			
	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом	Ro	Co	Cl	Разом
1990	2	2	2	6	800	600	100	1500	4,36	15,50	11,50	31,36
1997	3	7	5	15	300	3000	900	4200	0,15	80,70	25,50	106,35
2014	20	3	3	26	2430	120	150	2700	2,74	1,80	2,79	7,33

Коефіцієнт трофії змінювався за роками від 0,11 до 20,0, що відповідає евтрофній водоймі у 1990 р., оліготрофній водоймі у 1997 р. та гіперевтрофній водоймі – у 2014 р. Якість води на цій станції за індексом сапробності в 1990 і 1997 рр. відповідає помірно забрудненим водам ( $\beta$ -мезосапробна зона), значення індексу змінювались від 1,53 до 1,65. Значення індексу сапробності у 2014 р. зменшилось (1,44), що відповідає олігосапробній зоні.

Структура домінуючих комплексів зоопланктону руслової ділянки Каховського водосховища зазнала певних змін. У 1990 р. структуроутворюючими видами угруповань зоопланктону на більшості станцій були *B. (B.) longirostris*, *K. quadrata*. За результатами досліджень 1997-1998 рр. комплекс домінуючих видів змінився і був представлений виключно ракоподібними – *Sc. mucronata*, *Ch. sphaericus*, *Eud. vulgaris*, *E. serrulatus*. У 2014 р. структуроутворюючими видами і формами зоопланктону були переважно коловертки – *Tr. (s. str.) pusilla*, *K. Cochlearis tecta*, *Col. colurus* та веслоногі *Eud. vulgaris*.

Подальші дослідження будуть пов'язані із вивченням угруповань зоопланктону озер заплавної частини о. Хортиця, що також розташовані у верхів'ї Каховського водосховища.



## ВИСНОВКИ

1. У зоопланктоні річкової ділянки літоралі Каховського водосховища виявлено 83 види і форми, серед яких *Rotatoria* – 41 вид (49%), *Cladocera* – 24 види (29%) та *Copepoda* – 18 видів (22%).
2. За період досліджень структура зоопланктонних угруповань не була стабільною, щороку відбувалася зміна домінуючих видів. Найчастіше зустрічалися на цій ділянці водосховища ракоподібні *Sc. mucronata*, *Eud. vulgaris*, *Ch. sphaericus*.
3. Невисокі показники середньої чисельності та біомаси зоопланктону були зафіксовані в 1990 р., що коливались у межах 565-1500 екз./м<sup>3</sup> і 3,9-31,4 мг/м<sup>3</sup> відповідно. Максимальні значення середньої чисельності та біомаси зоопланктону було виявлено в 1997-1998 рр., що змінювались у межах 1400-15200 екз./м<sup>3</sup> і 12,7-289,8 мг/м<sup>3</sup> відповідно.
4. За структурними характеристиками угруповань зоопланктону (середні значення коефіцієнта трофії) річкова ділянка водосховища загалом відповідає водоймам евтрофного типу протягом усього періоду дослідження.
5. Якість води на цій ділянці водосховища за індексом сапробності переважно відповідає помірно забрудненим водам ( $\beta$ -мезосапробна зона).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Домбровський К. О. Макрозообентос літоралі верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного впливу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17 «Гідробіологія» / К.О. Домбровський. – К., 2005. – 20 с.
2. Назарук К. М. Зоопланктонні угруповання літоралі озер Шацького національного природного парку: структура та індикаційне значення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / К. М. Назарук. – Львів, 2013. – 18 с.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.]. – К. : Логос, 2006. – 408 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 1. Низшие беспозвоночные / Под. ред. С. Я. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1994. – 395 с.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 2. Ракообразные / Под. ред. С. Я. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1995. – 628 с.
6. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. – Т. 1. Зоопланктон / Под. ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
7. Балущкина Е. В. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных / Е. В. Балущкина, Г. Г. Винберг // Общие основы изучения водных экосистем. – Л. : Наука, 1979. – С. 115-168.
8. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view / V. Sladeček // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnol. – 1973. – Vol. 7, № 1. – 218 p.
9. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов / И. Н. Андроникова. – СПб. : Наука, 1996. – 189 с.

## REFERENCES

1. Dombrovskii K. O. Makrozoobentos litorali verkhiv'ya Kakhovs'kogo vodoskhovishcha v umovakh antropogennogo vplivu: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk: spets. 03.00.17 «Gidrobiologiya» / K.O. Dombrovskii. – K., 2005. – 20 s.
2. Nazaruk K. M. Zooplanktonni ugrupovannya litorali ozer Shats'kogo natsional'nogo prirodnogo parku: struktura ta indikatsiine znachennya: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. biol. nauk: spets. 03.00.16 «Ekologiya» / K. M. Nazaruk. – L'viv, 2013. – 18 s.
3. Metodi gidroekologichnikh doslidzhen' poverkhnevikh vod / [O. M. Arsan, O.A. Davidov, T.M. D'yachenko ta in.]. – K. : Logos, 2006. – 408 s.
4. Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. – T. 1. Nizshie bespozvonochnye / Pod. red. S.Ya. Tsalolikhina. – SPb. : Nauka, 1994. – 395 s.
5. Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. – T. 2. Rakoobraznye / Pod. red. S. Ya. Tsalolikhina. – SPb. : Nauka, 1995. – 628 s.
6. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. – T. 1. Zooplankton / Pod. red. V. R. Alekseeva, S. Ya. Tsalolikhina. – M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. – 495 s.
7. Balushkina E.V. Zavisimost' mezhdou massoi i dlinoi tela u planktonnykh zhivotnykh / E. V. Balushkina, G. G. Vinberg // Obshchie osnovy izucheniya vodnykh ekosistem. – L. : Nauka, 1979. – S. 115–168.
8. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view / V. Sladeček // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse der Limnol. – 1973. – Vol. 7, № 1. – 218 p.
9. Andronikova I. N. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov / I. N. Andronikova. – SPb.: Nauka, 1996. – 189 s.

УДК 631.4

## ПРОСТОРОВА ТА ЧАСОВА ДИНАМІКА ТВЕРДОСТІ ПЕДОЗЕМУ

Задорожна Г.О.

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара  
49000, Україна, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72*

zadorojhnaya\_galina@list.ru

Досліджено дворічну динаміку просторової неоднорідності педозему ділянки рекультивациі Нікопольського марганцеворудного басейну за показниками твердості. Виявлені ґрунтові морфологічні утворення, що становляють собою пов'язані області всередині ґрунтового простору, обмежені з усіх боків субстантивною межею. У тривимірному зображенні вони являють собою позагоризонтні морфологічні елементи будови ґрунту, що мають певний розмір і конфігурацію. Топографія розміщення елементів неоднорідності змінюється в часі. Результати кореляційного аналізу свідчать про те, що будову верхніх шарів ґрунту детерміновано будовою ґрунтового профілю на рівні 10-50 см попереднього року.

*Ключові слова: твердість ґрунту, педозем, рекультивациа, будова ґрунту, екоморфи.*

Задорожная Г. А. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ТВЕРДОСТИ ПЕДОЗЕМА / Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, 49000, Украина, Днепропетровск, пр. Гагарина, 72

Исследована двухлетняя динамика пространственной неоднородности педозема участка рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна по показателям твердости. Обнаружены почвенные морфологические образования, которые являются собой связанные областями внутри почвенного пространства, ограниченными со всех сторон субстантивной границей. В трехмерном изображении – это внегоризонтные морфологические элементы строения почвы, обладающие определенным размером и конфигурацией. Топография размещения элементов неоднородности меняется во времени. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что строение верхних слоев почвы детерминировано строением почвенного профиля на уровне 10-50 см предыдущего года.

*Ключевые слова: твердость почвы, педозем, рекультивациа, строение почвы, екоморфы.*

Zadorozhna G. O. SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF THE PEDOZEMS / Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, 49000, Ukraine, Dnipropetrovsk, pr. Gagarina, 72

The dynamics of spatial heterogeneity of the pedozems land reclamation of the Nikopol manganese ore basin has been studied for two years in terms of hardness. Researches have been carried out on a research center for studying of recultivation processes in Ordzhonikidze city. Measurement of soils impedance have been made in field conditions with the help Eijkelkamp penetrometer on a regular grid on depth to 50 cm with an interval 5 cm. Estimation of average and variation degree is have been made by means of descriptive statistics tools. The impedance spatial dependence have been assessed have been proofed by means of geostatistical analysis. Degree of an associativity of spatial distribution of indicators of a soil body in different years of research have been established by means of the correlation analysis.

It was established that the averages of hardness increase with depth and reaching values from  $6,95 \pm 0,31$  to  $6,34 \pm 0,24$  MPa at 50 cm depth from the surface. The hardness values of the pedozems have the greatest variability were obtained in the surface layer and in the layers 30 – 50 cm below the surface. The variation coefficient in some cases as high as 36,98%. The degree of dependence of the spatial distribution of data of the pedozems hardness decreases with depth. The hardness values of the pedozems that were collected in 2012 have a high degree of spatial dependence in the layers of 0-20 cm from the surface; in layers of 20 cm below the level of the spatial dependence of the data reduces, and it characterizes as moderate. Analysis of the data had been collected in 2013 has been showed that a high degree of spatial dependence characterizes by the hardness of the surface layer (0-5 cm) of the pedozems; Data of the hardness of the soil in the lower layers have a moderate spatial dependence. The amount of the radius of influence varies according of the layers and increases with deepening. 2012 data show a variation of this index from 3.00 to 5.86 m, the data in 2013 show from a variation 3.88 to 8.30 m. The radius of influence shows the average linear dimensions of morphological structures, which are elements of heterogeneity. Visually, they are identified on the basis of a two-dimensional mapping. The morphological education that were observed are represent associated subsurface region of space bounded on all sides by substantive abroad. The three-dimensional image they represent beyond the horizon morphological elements of the structure of the soil, which have a certain size and configuration. Topography deployment of heterogeneity changes with time. The topography of deployment of heterogeneity changes with time. The results of the correlation analysis indicate that the structure of the upper soil layers is determined by the structure of the soil profile at the level of 10-50 cm of the previous year.

As a result of technozems spatio-temporal dynamics of a impedance research the data confirming a hypothesis about ecomorphes existence as over horizons morphological soil formations have been obtained. Ecomorphes approach for studying of a technozems morphological structure have been proposed. Comparative characteristics of ecomorphes from various technozems types have been given. The obtained results solves a prob-lem of combination of the higher and lowest levels in hierarchical system of the soils organisation as natural body that raises efficiency of the analysis of relations of morphological elements as a basis of detailed reconstruc-tion of recultivation processes, soils formation, studying of their regimes and functions.

*Key words: soils impedance, pedozems, recultivation, soils composition, ecomorphes*

## ВСТУП

У процесі видобутку корисних копалин відкритим способом постійно займаються все нові площі сільськогосподарських угідь, і, відповідно, зростають площі порушених земель. Такі землі прийнято називати техногенними ландшафтами [1-4]. На кінець 2009 року площа порушених земель в Україні склала 156,7 тис. га, відпрацьованих – 51,5 тис. га. Темпи порушення земель за останні 10 років практично стабілізувалися і не перевищують 2 тис. га на рік. Однак обсяги рекультивациі техногенних ландшафтів у порівнянні з порушенням земель скоротилися більш ніж у 2 рази, а щорічні темпи відновлення порушених територій знизилися в 4,1 разу [5]. Проблема рекультивациі та повернення в народногосподарське використання порушених земель стає першочерговим сільськогосподарським та екологічним завданням в країні. Вирішується це завдання здійсненням комплексу різних заходів, одним з яких є використання технології рекультивациі за допомогою формування так званих насипних ґрунтів із відсипанням на сплановану поверхню відвалів родючого шару. Ці насипні ґрунти (відповідно до класифікації) відносять до типу техноземів гумусоаккумулятивних [6]. За класифікацією Л.В. Етеревської такі ґрунти називають педоземами [4]. Незважаючи на ряд публікацій, присвячених цим ґрунтам, їхні властивості,

режими й екологічні функції маловивчені [5]. Із цієї причини екологічна ефективність такої технології рекультивації залишається неоціненою. Відомі випадки виникнення несприятливих екологічних і господарських наслідків, що проявилися після формування техноземів [2]. У зв'язку з цим дослідження процесів, що відбуваються в техноземах протягом усіх циклів їх створення та розвитку, є досить важливим заданням.

Неоднорідний просторовий розподіл складу і властивостей ґрунтів – явище, що виявляється повсюдно [7-11]. Воно цікаве як природне явище, оскільки дає можливість судити про генезис ґрунтів та роль факторів ґрунтоутворення, проводити моніторинг, будувати карти ґрунтового покриву. Неоднорідність ґрунтових властивостей є не тільки результатом функціонування біогеоценозу, а й неодмінною умовою його нормального функціонування і стійкості. Саме неоднорідність ґрунтового покриву багато в чому визначає наявність різноманітних екологічних ніш, а тим самим – і різноманіття живих організмів, що населяють біогеоценоз [11]. На думку Е.А. Дмитрієва, в кліматичних природних біогеоценозах і тих, що наближаються до них, певний характер неоднорідності ґрунтів і ґрунтового покриву є їх невід'ємною приналежністю, що відрізняється не меншою, якщо не більшою, стійкістю, ніж біотичний компонент біогеоценозу.

Неоднорідність як властивість об'єкта має якісний і кількісний характер, а, отже, може бути виміряна придатними для цього показниками. При вивченні фонові неоднорідності такий показник повинен мати інтегральний характер і відображати конкретні екологічні умови, що визначають родючість ґрунту. Відповідним показником є твердість ґрунту [9, 12, 13]. Її абсолютні величини, і характер їх зміни являють собою важливий екологічний фактор, що впливає на багатство рослинності в біогеоценозі і видовий склад і розподіл ґрунтових тварин [12-15]. Мета дослідження – встановлення характеру просторової і тимчасової неоднорідності педозему за показниками твердості ґрунту.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Збір матеріалу проводився в червні 2012 р. і в червні 2013 р. на ділянці рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну в м. Орджонікідзе. Назву ґрунту надано за Л.В. Єстеревською із співавт. [4]. Дослідний полігон являє собою регулярну сітку з розміром осередків – 3 м і складається з 7 трансект по 15 проб. Відповідно розмір полігону становить 42 м×18 м.

Вимірювання твердості ґрунтів проводиться в польових умовах за допомогою ручного пенетрометра Eijkelkamp на глибину до 50 см з інтервалом 5 см. Основною робочою частиною твердоміра є плунжер, що нагвинчений на нижній кінець штока. За допомогою рукоятки він заштовхується в досліджений ґрунт крізь пружину, що вимірює показник. При цьому пружина стискається пропорційно величині опору деформації ґрунту [16]. Середня похибка результатів вимірювань приладу складає  $\pm 8\%$ . Вимірювання твердості ґрунту зроблені конусом поперечного перерізу  $2 \text{ см}^2$  в кожному осередку полігону.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

У результаті дослідження твердості педозему отримані такі дані: середні значення твердості збільшуються з глибиною і досягають значень  $6,95 \pm 0,31 \text{ МПа}$  у 2012 році і  $6,34 \pm 0,24 \text{ МПа}$  в 2013 році на рівні 50 см углиб від поверхні (табл. 1). Загалом, середні показники твердості ґрунту у 2012 році вищі, ніж в 2013 році, що, найімовірніше можна пояснити різницею в кількості опадів: твердість ґрунту, насамперед, залежить від вологості. Коефіцієнти варіації коливаються в межах 28,77-34,65% у даних 2012 року і 28,70 – 36,98% у даних 2013 року. Варіація зумовлена дією різних факторів на розвиток окремих одиниць сукупності. Чим різноманітніші умови, тим більша його варіація. Найбільшу варіативність у дослідженні мають показники твердості педозему, отримані в поверхневому шарі (0-5 см) і шарах, нижчих від поверхні (30-50 см) в обидва експериментальні роки.

Таблиця 1 – Описові статистики твердості ґрунту

Твердість на глибині, см	2012 р.				2013 р.			
	Середнє ± ст. похибка (відхилення)	Довірчий інтервал		CV,%	Середнє ± ст. похибка (відхилення)	Довірчий інтервал		CV,%
		-95%	+95%			-95%	+95%	
0–5	3,01±0,12	2,78	3,25	31,86	2,20±0,09	2,02	2,37	33,96
5–10	4,16±0,13	3,86	4,46	28,77	3,55±0,13	3,28	3,81	29,80
10–15	4,95±0,18	4,59	5,32	30,64	4,27±0,16	3,95	4,58	29,88
15–20	5,17±0,21	4,77	5,58	32,79	4,68±0,18	4,32	5,02	31,12
20–25	5,52±0,22	5,07	5,96	34,13	4,74±0,17	4,41	5,07	28,70
25–30	5,69±0,23	5,22	6,15	34,12	5,17±0,21	4,75	5,57	32,22
30–35	5,95±0,25	5,46	6,44	33,42	5,69±0,25	5,20	6,17	37,50
35–40	6,24±0,27	5,70	6,77	33,73	5,92±0,25	5,43	6,41	36,55
40–45	6,60±0,29	6,01	7,18	34,65	6,07±0,25	5,56	6,57	36,98
45–50	6,95±0,31	6,33	7,58	34,09	6,34±0,24	5,85	6,81	33,83

Для визначення взаєморозташування показників твердості ґрунту застосований геостатистичний аналіз. Він пропонує ряд механізмів, що враховують просторові закони розподілу отриманих даних, описує просторові моделі і дає можливість інтерполювати значення для місць, у яких не проводилися вимірювання. Допоміжні дані, такі як наггет-ефект, поріг, радіус впливу, доповнюють основні змінні і дозволяють створювати моделі інтерполяції (табл. 2).

Таблиця 2 – Геостатистичні параметри твердості ґрунту

Твердість на глибині, см	2012 р					2013 р				
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	SDL, %	Радіус впливу, м	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub>	SDL, %	Радіус впливу, м
0–5	0,01	1,45	1,46	0,68	3,00	0,01	0,81	0,82	1,22	4,67
5–10	0,01	2,40	2,41	0,41	4,00	1,00	0,75	1,75	57,14	4,85
10–15	0,01	3,80	3,81	0,26	3,51	1,44	1,12	2,56	56,25	3,88
15–20	0,01	4,80	4,81	0,21	4,30	1,00	2,30	3,30	30,30	3,80
20–25	3,00	2,60	5,60	53,57	4,50	1,20	1,70	2,90	41,38	5,78
25–30	3,15	1,15	4,30	73,26	5,60	2,00	2,65	4,65	43,01	4,66
30–35	3,50	3,40	6,90	50,72	4,12	2,88	4,20	7,08	40,68	7,88
35–40	3,60	4,45	8,05	44,72	5,00	2,81	3,89	6,70	41,94	7,85
40–45	3,40	5,89	9,29	36,60	4,56	3,00	3,80	6,80	44,12	8,30
45–50	5,60	5,23	10,83	51,71	5,86	1,98	4,30	6,28	31,53	7,50

Примітка: C<sub>0</sub> – наггет-ефект, C<sub>1</sub> – поріг, C<sub>0</sub> + C<sub>1</sub> – частковий поріг, SDL – рівень просторової залежності (spatial dependence level) (100 \* C<sub>0</sub> / (C<sub>0</sub> + C<sub>1</sub>))

Наггет-ефект відображає просторову компоненту мінливості ознаки. Його співвідношення з показником «поріг» дозволяє оцінити рівень просторової залежності за просторовим відношенням SDL. Чим нижче значення SDL, тим вище оцінюється просторова залежність [17]. Згідно з результатами наших досліджень, показники твердості педозему, що зібрані у 2012 році, мають високий ступінь просторової залежності в шарах 0-20 см від поверхні; нижче 20 см ступінь просторової залежності даних зменшується і характеризується як помірна. Аналіз даних, зібраних у 2013 році, показав, що високим ступенем просторової залежності характеризуються показники твердості поверхневого шару (0-5 см) педозему; ці твердості ґрунту в нижчерозташованих шарах, мають помірну просторову залежність. Отже, твердість верхнього шару ґрунту володіє найбільшим ступенем просторової залежності і високою варіативністю. Найімовірніше, це пояснюється найбільш інтенсивним впливом факторів ґрунтоутворення на поверхневий шар. Серед них можна назвати фактори біогенної (рослинність, тваринний світ), і абіогенної природи (клімат, антропогенний вплив), які перетворюють літогенні маси в ґрунт. Високі значення коефіцієнта варіації в нижніх вивчених шарах на тлі помірної просторової залежності даних, найімовірніше, зумовлені випадками потрапляння конуса твердоміра на великі тверді агрегати.

Достовірна просторова залежність отриманих змінних припускає наявність неоднорідності ґрунтового покриву вивченої ділянки за ознакою твердості. Це означає, що навколо будь-якої довільної вертикальної осі може бути окреслена область, у межах якої спостерігається взаємний вплив ґрунтових мас, що веде до диференціації процесів перетворення і переміщення речовин і виникнення неоднорідності її властивостей. Чим ближче одна від одної знаходяться досліджувані ґрунтові маси, тим сильнішим повинен бути їх взаємний вплив. Із віддаленням взаємодія слабшає, оскільки її заглушає вплив мас, розташованих ближче. Геостатистичний аналіз дозволяє визначити відстані, у межах яких відбувається така взаємодія. Цей показник називається радіусом впливу. Його величина варіює по шарах і показує середні лінійні розміри морфологічних структур, які є елементами неоднорідності. Дані 2012 р. демонструють варіацію цього показника від 3,00 до 5,86 м, дані 2013 року – від 3,88 до 8,30 м. Із поглибленням простежується тенденція збільшення радіуса впливу. Картографування дає можливість наочно уявити неоднорідність ґрунту за допомогою збільшення інтенсивності кольору відповідно до зміни досліджуваної ознаки (рис. 1).

На картах, представлених на рис. 1, дані твердості педозему розподілені не випадково: темні області, що позначають місця підвищеної твердості, зливаючись, утворюють позагоризонтні структури овальної і довгастої форми. Вони розташовуються в ґрунтовому матеріалі меншої твердості, який на рисунку позначений більш світлим кольором. У тривимірному просторі кожна з них являє собою пов'язану область всередині ґрунтового простору, що розширюється донизу (це підтверджують зміни радіуса впливу з глибиною), обмежену з усіх боків градієнтною межею. За типологією ґрунтових меж градієнтна межа – це поверхня (лінія, точка), при переході через яку градієнт властивості робиться відмінним від нуля або набуває найбільшого значення (максимально градієнтна межа) [11]. У другому випадку – це поверхня, на якій ознака найбільш швидко змінюється при переході від одного рівня до іншого. Обговорювані межі були встановлені на підставі поведінки в цьому просторі властивості ґрунту по твердості, а це означає, що за своєю суттю ця ґрунтова межа є межею субстантивною. Незмінність критеріїв проведення кордонів дає можливість вважати, що вони пов'язані з організацією ґрунтового тіла і об'єктивно відображають особливості цієї межі. Останнє підкреслює реальність існування виявлених ґрунтових морфоелементів.

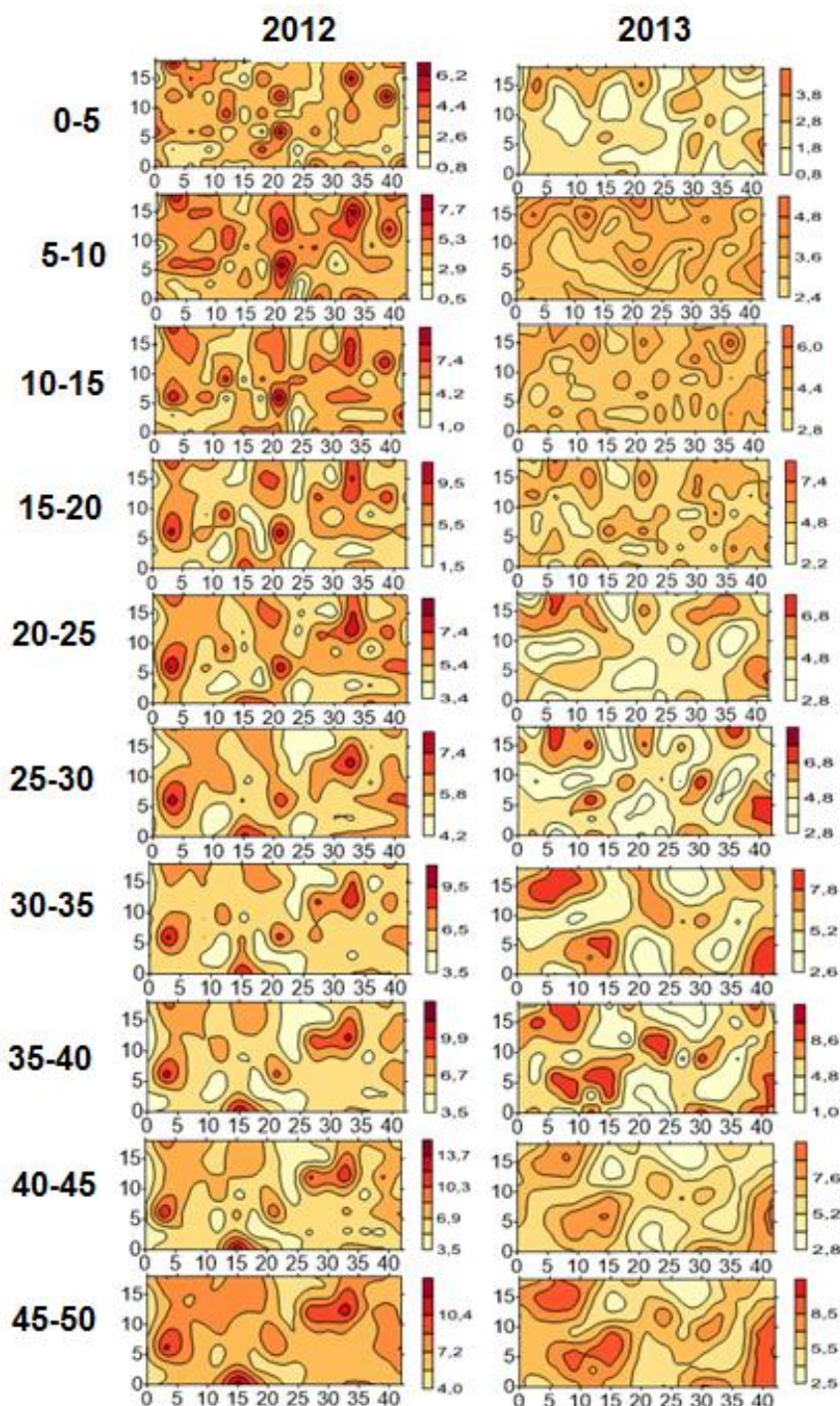


Рис. 1. Карти просторового розподілу показників твердості по шарах у 2012 і 2013 рр.

Примітка. 0-5, ..., 45-50 см – відстань від поверхні вглиб ґрунту

Аналізуючи тимчасові зміни будови педозему, можна зазначити, що стійкими є міра варіації властивості і загальні закономірності їх просторової поведінки, але не топографія розміщення елементів неоднорідності, яка в часі більшою чи меншою мірою змінюється. На рис. 1 видно, що зображення одних і тих самих шарів у різні роки не повторюють один одного, а в деяких випадках навіть протилежні: місця, у яких спостерігалася підвищена твердість ґрунту, наступного року стають більш м'якими, ніж ґрунт простору, що їх оточує.

Для кількісного опису міри схожості - відмінності нами був проведений кореляційний аналіз розподілу показників твердості ґрунтових шарів за два роки дослідження (табл. 3).

Таблиця 3 – Коефіцієнти кореляції Пірсона твердості педозему у 2012 і 2013 рр.

Роки		2013									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	1	0,04	0,02	0,00	0,08	-0,05	-0,09	-0,03	0,05	0,01	-0,03
	2	0,19	0,13	0,05	0,17	0,09	0,02	0,11	0,13	0,01	0,00
	3	<b>0,24</b>	<b>0,20</b>	0,07	0,18	0,06	0,09	0,15	0,11	0,05	0,02
	4	<b>0,24</b>	0,17	0,00	0,09	-0,06	0,00	0,12	0,06	0,01	-0,02
	5	<b>0,33</b>	<b>0,25</b>	0,04	0,10	-0,05	0,01	0,10	0,08	0,06	0,02
	6	<b>0,25</b>	0,14	-0,04	0,05	-0,09	-0,02	0,10	0,12	0,07	0,06
	7	<b>0,33</b>	0,16	0,00	0,10	-0,03	-0,01	0,11	0,10	0,07	0,06
	8	<b>0,34</b>	0,16	0,02	0,08	-0,02	-0,02	0,09	0,06	0,05	0,05
	9	<b>0,32</b>	0,16	0,04	0,10	0,01	0,01	0,12	0,07	0,05	0,04
	10	<b>0,35</b>	0,18	0,05	0,10	0,01	0,02	0,10	0,06	0,05	0,04

Примітка: 1, ..., 10 – твердість ґрунту на глибині 0-5, ..., 45-50 см. Напівжирним виділені значущі коефіцієнти  $p < 0,05$ .

Дані, наведені в таблиці 3, демонструють певний порядок. Достовірний позитивний кореляційний зв'язок спостерігається між розподілом досліджуваної ознаки даних твердості шару 0-5 см, отриманих у 2013 р., з розподілом твердості шарів 10-50 см від поверхні, виміряної у 2012 р. ( $p < 0,05$ ). Розподіл значень твердості шару 5-10 см 2013 р. виявляє позитивний зв'язок з розподілом значень в шарах 10-15 см і 20-25 см 2012 р. Достовірності зв'язку між розподілом досліджуваних значень у шарі 5-10 см від поверхні у 2013 р. з даними інших шарів за 2012 р. не спостерігається, проте коефіцієнти кореляції досить високі, що підкреслює тенденцію до позитивної залежності. Інакше кажучи, будова верхніх шарів ґрунту у 2013 р. детерміновано будовою ґрунтового профілю на рівні 10-50 см попереднього року. Ми вважаємо, що посередником цієї залежності виступає жива компонента біогеоценозу. Структуруючи ґрунт і створюючи його будову в поточному році, кореневі системи рослин і педотурбаційна активність ґрунтових тварин зумовлює морфологічну організацію поверхневого шару наступного року. Також логічно припустити, що будова поверхневих шарів ґрунту (їх тріщинуватість, розташування більш пухких місць, які визначають напрямки потоків вологи всередину ґрунту і місця вкорінення рослин), впливає на морфологічну організацію нижче лежачого ґрунту в поточному році. Слідуючи цій логіці, виявлені морфологічні елементи організації ґрунту мають екологічний характер і можуть називатися ґрунтовими екоморфами. Ґрунтові екоморфи виявлені при вивченні твердості дерново-літогенних ґрунтів на лесах, червоно-бурих і сіро-зелених глинах, а також на чорноземі типовому, слабо еродованому. Вони мають розміри, форму, характер взаємозв'язку. При вивченні ролі позагоризонтних ґрунтових морфоструктур в організації рослинності дерново-літогенних ґрунтів на лесовидних суглинках встановлений складний характер взаємодії рослинного покриву та морфологічної організації ґрунту. Він виражається як результат «довгих» взаємодій просторових патернів, які кількісно відображаються в термінах геостатистики або кореляції з матрицею географічних відстаней. Генератором цих взаємодій є рослинний покрив, який упорядкує ґрунтове тіло. Своєю чергою, структурованість ґрунтового тіла створює різноманітність екологічної ніші рослинного співтовариства, в рамках якої протікають динамічні перебудови рослинного покриву [20, 19].



Надалі дослідженні ми плануємо провести уточнення ролі екоморфічної будови ґрунту як невід'ємного компонента природного біогеоценозу і його антропогенних аналогів, з'ясування функціональної сутності ґрунтових екоморф у формуванні рослинного покриву і угруповань педобіонтів.

### ВИСНОВКИ

1. Середні значення твердості збільшуються з глибиною і досягають значень  $6,95 \pm 0,31 - 6,34 \pm 0,24$  МПа на рівні 50 см углиб від поверхні. Найбільшою варіативністю володіють показники твердості педозему, отримані в поверхневому шарі і шарах 30-50 см нижче поверхні.
2. За допомогою геостатистичного аналізу встановлено, що найбільшу просторову залежність має розподіл даних твердості поверхневих шарів.
3. На основі пошарового картографування виявлені елементи неоднорідності, які становлять пов'язані області всередині ґрунтового простору, обмежені з усіх боків субстантивною межею. У тривимірному зображенні вони являють собою позагоризонтні морфологічні елементи будови ґрунту, що володіють певним розміром і конфігурацією. Топографія розміщення елементів неоднорідності в більшою чи меншою мірою змінюється в часі.
4. Будова верхніх шарів педозему детермінована будовою ґрунтового профілю на рівні 10-50 см попереднього року.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Етеревская Л. В. Почвообразование и рекультивация земель в техногенных ландшафтах Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: 06.01.03. / Л. В. Етеревская. – Х., 1989. – 42 с.
2. Андроханов В. А. Техноземы и изменение их свойств на биологическом этапе рекультивации (на примере КАТЭКа): автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук / В. А. Андроханов. – Новосибирск, 1998. – 21 с.
3. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / [Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В.]. – Смоленск : Ойкумена, 2003. – 268 с.
4. Єтеревська Л. В. Рекультивовані ґрунти: підходи до класифікації і систематики / Л. В. Єтеревська, Г. Ф. Момот, Л. В. Лехцієр // Ґрунтознавство: науковий журнал. – 2008. – Т. 9, № 3. – С. 147-150.
5. Пространственная экология и рекультивация земель / [Демидов А.А., Кобец А. С., Грицан Ю. И., Жуков А. В.]. – Днепропетровск: Свидлер А.Л., 2013. – 560 с.
6. Гаджиев И. М. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель / Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В. А. – Новосибирск : ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
7. Stein A. Statistical sensing of the environment : space, time, scale : combining remote sensing and spatial statistics for ecology and the environment : editorial / A. Stein, van der F. D. Meer // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation : JAG, 2001. – Vol. 3 (2). – P. 111-113.
8. Kariuki P. C. The role of remote sensing in mapping swelling soils / P. C. Kariuki, T. Woldai, van der F.D. Meer // Asian journal of geoinformatics, 2004. – Vol. 1. – P. – 43-54.

9. Медведев В. В. Временная и пространственная гетерогенизация распахиваемых земель / Медведев В. В. // Грунтознавство. – 2013. – Т. 14, № 1-2. – С. 5-22.
10. The effects of organic matter application and intensive tillage and traffic on soil structure formation and stability / Abdollahi L, Schjonning P, Elmholt S, Munkholm L. J. // Soil Till Res, 2014. – Vol. 136. P. 28-37.
11. Дмитриев Е.А. Теоретические и методологические проблемы почвоведения / Е.А. Дмитриев. – М. : ГЕОС, 2001. – 374 с.
12. Жуков А.В. Влияние эдафических факторов на обилие популяции моллюсков *Vallonia pulchella* в дерново-литогенных почвах на красно-бурых глинах / А. В. Жуков, К. В. Андрусевич // Zoocenosis–2013. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: VII Міжнар. наук. конф., Україна, Дніпропетровськ, ДНУ, 22–25.10.2013 р. – С. 139-138.
13. Иерархическая организация экологического разнообразия растительности техноземов / А. В. Жуков, О. Н. Кунах, Г. А. Задорожная, Е. В. Андрусевич // Біологічний вісник Мелітопольського держ. пед. ун-ту ім. Богдана Хмельницького – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 48-69.
14. Андрусевич Е. В. Экологическое пространство животного населения дерново-литогенных почв на красно-бурых глинах / Е.В. Андрусевич // Грунтознавство. – Днепропетровск, 2014. – Т. 15, № 1-2. – С. 120-134.
15. Жуков А. В. Пространственная изменчивость электропроводности почвы под воздействием роющей активности слепышей на различных масштабных уровнях / А. В. Жуков, Т.М. Коновалова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. – 2011. – Вип. 2, Т. 2. – С. 34-41.
16. Сорокина Н. П. Оценка постагрогенной трансформации дерново-подзолистых почв: картографическое и аналитическое обоснование / Н. П. Сорокина, Д. Н. Козлов, И.В. Кузнецова // Почвоведение. – 2013, – № 10. – С. 1193-1205.
17. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils / C. A. Cambardella, T. V. Moorman, J. M. Novak et al. // Soil Science Soc. Am. – 1994. – Vol. 58. – P. 1501-1511.
18. Дмитриев Е. А. К проблеме неоднородности почв и почвенного покрова / Е. А. Дмитриев // Биологические науки. – 1988. – № 12. – С. 23-33.
19. Жуков А. В. Пространственная изменчивость твердости техноземов / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование: сб. материалов междунар. науч. конф. (10-15 июня 2013 г.) – Новосибирск: Изд-во Окарина, 2013. – С. 104-107.
20. Задорожна Г. О. Просторова організація дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах / Г. О. Задорожна // Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького. – 2012. – № 4. – С. 48-57.

#### REFERENCES

1. Eterevskaia L. V. Pochvoobrazovanie i rekul'tivacija zemel' v tehnogennyh landshaftah Ukrainy: avtref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra s.-h. nauk: 06.01.03. / L.V. Eterevskaia. – H., 1989. – 42 s.
2. Androhanov V. A. Tehnozemy i izmenenie ih svojstv na biologicheskom jetape rekul'tivacii (na primere KATJeKa): avtoref. dis. na soiskanie uchennoj stepeni kanv. biol. nauk / V. A. Androhanov. – Novosibirsk, 1998. – 21 s.

3. Antropogennyye pochvy: genezis, geografija, rekul'tivacija / [Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V.]. – Smolensk : Ojkumena, 2003. – 268 s.
4. Yeterevs'ka L. V. Rekul'tivovani rrunti: pidhodi do klasifikacii i sistematiki / L. V. Yeterevs'ka, G.F. Momot, L.V. Lehciyer // Gruntoznavstvo: naukovij zhurnal. – 2008. – T. 9, № 3. – S. 147-150.
5. Prostranstvennaja jekologija i rekul'tivacija zemel' / [Demidov A.A., Kobec A.S., Grican Ju.I., Zhukov A.V.]. – Dnepropetrovsk: Svidler A.L., 2013. – 560 s.
6. Gadzhiev I.M. Strategija i perspektivy reshenija problem rekul'tivacii narushennyh zemel' / Gadzhiev I.M., Kurachev V.M., Androhanov V.A. – Novosibirsk : CJERIS, 2001. – 37 s.
7. Stein A. Statistical sensing of the environment : space, time, scale : combining remote sensing and spatial statistics for ecology and the environment : editorial / A. Stein, van der F.D. Meer // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation : JAG, 2001. – Vol. 3 (2). – P. 111-113.
8. Kariuki P.C. The role of remote sensing in mapping swelling soils / P.C. Kariuki, T. Woldai, van der F.D. Meer // Asian journal of geoinformatics, 2004. – Vol. 1. P. 43-54.
9. Medvedev V.V. Vremennaja i prostranstvennaja geterogenizacija raspahivaemyh zemel' / Medvedev V.V. // Gruntoznavstvo. – 2013. – T. 14, № 1-2. – S. 5-22.
10. The effects of organic matter application and intensive tillage and traffic on soil structure formation and stability / Abdollahi L, Schjonning P, Elmholt S, Munkholm L. J. // Soil Till Res, 2014. – Vol. 136. P. 28-37.
11. Dmitriev E.A. Teoreticheskie i metodologicheskie problemy pochvovedenija / E.A. Dmitriev. – M. : GEOS, 2001. – 374 s.
12. Zhukov A.V. Vlijanie jedaficheskikh faktorov na obilie populjacii molljuskov Vallonia pulchella v derno-litogennyh pochvah na krasno-buryh glinah / A.V. Zhukov, K.V. Andrusevich // Zoocenosis – 2013. Bioriznomanittja ta rol' tvarin v ekosistemah: VII Mizhnar. nauk. konf. Ukraina, Dnipropetrovs'k, DNU, 22–25.10.2013 r. – S. 139–138.
13. Ierarhicheskaja organizacija jekologicheskogo raznoobrazija rastitel'nosti tehnozemov / A.V. Zhukov, O.N. Kunah, G.A. Zadorozhnaja, E.V. Andrusevich // Biologichnij visnik Melitopol's'kogo derzh. ped. un-tu im. Bogdana Hmel'nic'kogo – 2013. – T. 3, № 3. – S. 48-69.
14. Andrusevich E.V. Jekologicheskoe prostranstvo zhivotnogo naselenija derno-litogennyh pochv na krasno-buryh glinah / E.V. Andrusevich // Gruntoznavstvo. – Dnepropetrovsk, 2014. – T. 15, № 1-2. – S. 120-134.
15. Zhukov A.V. Prostranstvennaja izmenchivost' jelektroprovodnosti pochvy pod vozdejsvиеm rojushhej aktivnosti slepyshej na razlichnyh masshtabnyh urovnjah / A.V. Zhukov, T.M. Konovalova // Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Biologija. Medicina. – 2011. – Vip. 2, T. 2. – S. 34-41.
16. Sorokina N.P. Ocenka postagrogennoj transformacii derno-podzolistyh pochv: kartograficheskoe i analiticheskoe obosnovanie / N.P. Sorokina, D.N. Kozlov, I.V. Kuznecova // Pochvovedenie, – 2013, – № 10. – C. 1193-1205.
17. Cambardella C.A. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils / C.A. Cambardella, T.B. Moorman, J.M. Novak et al. // Soil Science Soc. Am. – 1994. – Vol. 58. – P. 1501-1511.
18. Dmitriev E. A. K probleme neodnorodnosti pochv i pochvennogo pokrova / E. A. Dmitriev // Biologicheskie nauki. – 1988. – № 12. – S. 23-33.
19. Zhukov A.V. Prostranstvennaja izmenchivost' tverdosti tehnozemov / A.V. Zhukov, G.A. Zadorozhnaja // Prirodno-tehnogennyye komplekсы: rekul'tivacija i ustojchivoe funkcionirovanie: Sb. materialov mezhdunar. nauch. konf. (10-15 iyunja 2013 g.) / – Novosibirsk : Izd-vo Okarina, 2013. – S. 104-107.
20. Zadorozhna G.O. Prostorova organizacija derno-litogennyh rruntiv na siro-zelenih glinah / G.O. Zadorozhna // Biologichnij visnik MDPU im. B. Hmel'nic'kogo – 2012. – № 4. – S. 48-57.

## ПІГМЕНТОСИНТЕЗУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІАЛЬНИХ ТА ДРІЖДЖОВИХ КЛІТИН ЗА ДІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Крупей К.С.

Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

krupeyznu@gmail.com

Концентраційні інтервали між втратою пігменту та блокуванням росту в дріжджових клітинах коливалися в межах від 25 до 90%. Для бактерій *Serratia marcescens* MP-141 концентраційні інтервали були лише для хлориду та сульфату цинку – 16,7 та 20%, відповідно. Дріжджові клітини виявилися чутливішими за бактеріальні щодо дії на них більшої частини важких металів і реагували втратою пігменту з менших концентрацій металів, ніж прокаріотичні клітини, тому їх можна рекомендувати для біоіндикації важких металів у довкіллі. Проте індикацію нітрату срібла та сульфату міді доцільніше проводити за допомогою бактерій *S. marcescens* MP-141 і *Pseudomonas fluorescens var. pseudo-iodinum* MP-11, а хлориду кадмію та цинку – з використанням *Ps. fluorescens var. pseudo-iodinum* MP-11.

*Ключові слова:* бактерії, дріжджі, пігменти, важкі метали, біоіндикація.

Крупей К.С. ПИГМЕНТСИНТЕЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ И ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66

Концентрационные интервалы между потерей пигмента и блокированием роста у дрожжевых клеток колебались в пределах от 25 до 90%. Для бактерий *Serratia marcescens* MP-141 концентрационные интервалы были только для хлорида и сульфата цинка – 16,7 и 20%, соответственно. Дрожжевые клетки оказались чувствительнее, чем бактериальные, к воздействию большей части исследуемых тяжелых металлов и реагировали потерей пигмента из меньших концентраций металлов, чем прокариотические клетки, поэтому их можно рекомендовать для биоиндикации тяжелых металлов в окружающей среде. Индикацию нитрата серебра и сульфата меди целесообразнее проводить с помощью бактерий *S. marcescens* MP-141 и *Pseudomonas fluorescens var. pseudo-iodinum* MP-11, а хлорида кадмия и цинка – с использованием *Ps. fluorescens var. pseudo-iodinum* MP-11.

*Ключевые слова:* бактерии, дрожжи, пигменты, тяжелые металлы, биоиндикация.

Krupey K.S. PIGMENT-SYNTHESIZING ACTIVITY OF BACTERIAL AND YEASTS CELLS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS / Zaporizhzhya National University, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str. 66

The usage of the pigment-synthesizing bacteria as bioindicators is a new and promising tendency. Visual observation of the change of the pigment brightness under the influence of heavy metals (HM) and other xenobiotics may serve as objective bioindicator of the environment pollution. Thus, researches of the bacteria that we carried out aroused our interest to the research of the xenobiotics influence on the pigment-synthesizing ability of the yeast. In the literature accessible for us is mentioned only the fact that yeast have the ability to sorb HM, and there is little information about the ability to change the pigment color in HM and other xenobiotics presence in the medium. As is known, exceeding of the HM concentrations in nature has an adverse effect on the ecological state of the environment, which may lead to the malfunction of physiological and biochemical processes taking place in living organisms. And the surest and the most available methods of the anthropogenic violations diagnosis are based on a number of microbiological characteristics, because among all the representatives of the biota, microorganisms are the most sensitive to change of the medium.

Carotenoids, and especially  $\beta$ -carotene, act as antioxidants by reacting with active oxygen species and as anti-carcinogenic agents. For effective carotenogenesis, of vital importance is the use of: inexpensive alternative carbohydrate sources found in natural substrates, which typically are by-products from various industries and tend to contaminate the environment; and strain-producers of high carotenoid-synthesizing activity.

Thus, the aim of our study was to investigate the influence of HM on the carotenoid synthesis of the yeasts *Rhodotorula* genus and to do a comparative analysis of influence of metals on prokaryotes and yeasts cells.

The object of the research was pigment-synthesizing yeast *Rhodotorula* genus and bacteria *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*. Solid nutrient medium was prepared on the base of the water with certain metals concentrations. Nutrient medium without substances was used as a control. When nutrient medium set congeal, 18-days cultures was seeded by solid lawn on it (0,2 ml per one Petri dish). Suspension density was 107/ml. Yeasts and bacteria incubated in the thermostat. Results were calculated on the 3d days of the cultivation. Visual observation and comparison of the experimental samples with the control was carried out. For the calculation of the color intensity difference between experimental and control samples, the Petri dishes with yeasts and bacteria colonies were photographed, photos were loaded in the program Adobe Photoshop, indexes of the color model channels (Lab), and then the difference of the pigment color intensity was calculated in the program CIEDE 2000.

The results of the research showed that the yeasts *Rhodotorula* genus and bacteria react on certain metal concentrations' presence in the medium by the loss of pigment and by the growth delay. Comparative analysis of influence of metals on prokaryotes and yeasts showed that yeasts cells more expedient to use in bioindication researches, than prokaryotes (yeasts have almost for every metal a concentration interval between the loss of pigment and blocking of growth and able to react the loss of pigment from the less concentrations of metals).

The ability of microorganisms to loss the pigment in different concentrations of metals can be used in bioindication researches.

*Key words: bacteria, yeasts, pigments, heavy metals, bioindication.*

## ВСТУП

Здатність до утворення пігментів у мікроорганізмів детермінована генетично і тому може використовуватися як ідентифікаційна ознака.

Продигіозин – один із кількох вторинних бактеріальних метаболітів, що мають незвичайну структуру, у якій метоксибіпірольний фрагмент включений у дипірометиленову структуру. Результати багатьох експериментів показують, що продигіозин діє як аутоокиснений акцептор, тим самим підтверджується його можлива участь у диханні мікроорганізмів. В утворенні продигіозину беруть участь амінокислоти. Припускають, що накопичення амінокислот у середовищі в період стаціонарної фази призводить до більш швидкої появи літичних процесів. Це припущення підтверджує спостереження, що пігментований штам має більш пізній автолітичний процес, ніж безпігментний. Утворення пігменту в цьому випадку можна розглядати як адаптивний процес, викликаний зміною фізіологічного стану клітини. Інша точка зору відносно біологічного значення пірилдіпірилметенових пігментів заснована на їх здатності пригнічувати в лабораторних умовах ріст мікроорганізмів. Великий інтерес становить спостереження, що екзогенний продигіозин є потужним сенсibilізатором для деяких мікроорганізмів [1, 2].

Піоціанін, який входить до класу феназинових пігментів, являє собою антибіотик бактерій виду *Pseudomonas aeruginosa*; активний проти всіх грампозитивних бактерій. Механізм утворення феназинового кільця піоціаніну все ще не з'ясований, хоча це питання вивчали кілька груп учених. Ранні досліді Blackwood і Naish [3] на зростаючих культурах *Pseudomonas aeruginosa* показали, що гліцерин або діоксиацетон є кращими попередниками, ніж глюкоза, ацетат або фенілаланін. Ці дані дозволяють припустити, що піоціанін синтезується з проміжної сполуки, яка містить три вуглецеві атоми. Феназини, що синтезуються одним видом, можуть впливати на інші види та їхні тканини, причому цей вплив здійснюється різними шляхами. Вони одні з найперших бактеріальних продуктів, для яких була показана антибіотична активність проти інших мікроорганізмів. Бактеріостатичні властивості іодиніну та піоціаніну сьогодні вивчені детально. Є дані, що феназини володіють канцеростатичною активністю [4].

Іншою групою пігментів мікроорганізмів є каротиноїди, які належать до групи природних пігментів, забарвлених у жовтий, помаранчевий та червоний кольори. Специфічною ознакою каротиноїдів є наявність хромофора, що складається із низки кон'югованих

подвійних зв'язків, кількість яких визначає характер забарвлення пігменту. Вони синтезуються рослинами, найпростішими, грибами та бактеріями.

Каротиноїдам притаманна антиоксидантна, протипухлинна та імуностимулювальна активності, а  $\beta$ -каротин є провітамінном жиророзчинного вітаміну групи А. З огляду на це, каротиноїди зазвичай використовуються у виробництві кормів для тваринництва, харчовій та фармацевтичній промисловості, косметології як природні барвники або харчові добавки [5-9].

Відомо, що каротиноїди, які входять до складу вегетативних клітин *Bacillus*, мають жовте забарвлення, а пігменти спор – помаранчеве. Така здатність бактерій роду *Bacillus* може бути використана для створення біосенсорів [7, 10]. Проте слід зазначити, що прокаріоти та одноклітинні еукаріоти є найменш вивченими з точки зору організмів-сигналізаторів забруднень. На сьогодні новим напрямком досліджень у біоіндикації є використання пігментосинтезувальних бактерій як біоіндикаторів [11]. Мікроорганізми найбільш чутливо реагують на зміни складу середовища та здатні швидко оновлювати біомасу, цим пояснюються переваги їх застосування в біоіндикаційних дослідженнях. Однак клітина прокаріот відрізняється від еукаріотичної клітини не тільки відсутністю ядра і багатьох органел, але й спрощенням розмноження та особливостями дихання і харчування.

Тому метою нашої роботи було здійснити порівняльний аналіз олігодинамічної дії важких металів (ВМ), як одних із найпріоритетніших ксенобіотиків довкілля, на синтез пігменту прокаріотичних і одноклітинних еукаріотичних організмів.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дріжджі роду *Rhodotorula* культивували на твердому поживному середовищі Сабуро (бактерії – на МПА). У розплавлені середовища попередньо вносили солі ВМ (у перерахунку на катіон). Засівали мікроорганізми суцільним газоном методом Дригальського. Щільність суспензії становила  $10^7$  кл/см<sup>3</sup>. Культивування проводили в термостаті. Дріжджі та бактерії *Serratia marcescens* культивували за температури 28-29 °С, *Pseudomonas aeruginosa* – за 37 °С.

Облік результатів засівання бактерій на МПА з металами проводили візуально на 2 добу культивування ( $Ag^+$  – на 5 добу), дріжджів (та бактерій на середовищі МПА з сульфатом і хлоридом міді) – на 3 добу культивування, порівнюючи дослідні зразки з контролем. Для розрахунку різниці в інтенсивності кольору пігменту (dE) між дослідними чашками та контролем дріжджові колонії фотографували, розміщали фотографії в комп'ютерну програму Adobe Photoshop. Потім визначали показники каналів кольорової моделі (Lab) і в програмі CIEDE 2000 розраховували різницю в інтенсивності кольору пігменту [12]. Статистичну обробку проводили за допомогою комп'ютерних програм «Microsoft Office Excel 2007» і «Statistica 10».

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Серед пігментів можуть зустрічатися представники різних класів речовин: каротиноїди, феназинові барвники, піроли, азахінони, антоціани тощо, які здатні виконувати певні функції в клітині (табл. 1).

Дослідження показали, що концентраційні інтервали (КІ) між втратою пігменту та блокуванням росту простежувалися в дріжджових клітин і були в межах від 25 до 90% . Для бактерій *S. marcescens* КІ були лише для хлориду та сульфату цинку – 16,7 та 20%, відповідно (табл. 2). Дріжджові клітини виявилися дещо чутливішими за бактеріальні щодо дії на них більшої частини важких металів (табл. 3). Концентрації, з яких починалося блокування синтезу пігменту в *Rh. aurantiaca* Y-1193, були набагато меншими, ніж у бактерій *S. marcescens* MP-141 (для біхромату калію, нітрату нікелю,

хлориду кадмію, хлориду міді, хлориду та сульфату цинку в 3,5, 3, 2, 1,3, 1,25, 4 рази меншими, відповідно). Проте для сульфату міді та нітрату срібла, навпаки, концентрації, з яких блокувався синтез пігментів, були нижчими у *S. marcescens* MP-141, ніж у дріжджів (у 2 та 3 рази, відповідно).

Таблиця 1 – Характеристика деяких груп пігментів мікроорганізмів

Ознака		Піролові похідні (продигіозин)	Феназинові пігменти (піоціанін, іодинін)	Каротиноїди
Попередники синтезу		Амінокислота пролін	Феназин-1,6-дикарбонова кислота	Фітоїн, фітофлюїн, лікопін
Смуги поглинання, нм		530-535 (у кислих розчинах), 460-470 (у лужних умовах)	400-600	280-550
Оптимальні умови утворення пігментів	Т, °С	28-30	37	28-30
	рН	6,0-6,5	7,2	2-6
	Речовини, необхідні для синтезу пігментів	Вітаміни (тіамін), аніони $SO_4^{2-}$ , мікроелементи (Mg, Zn, Mn, Rb, Ca, Fe), амінокислоти (гліцин, аланін тощо)	Глюкоза, азот, фосфор; поживне середовище на основі бурякового відвару	Для дріжджів роду <i>Rhodotorula</i> : глюкоза; вуглець та азот (у співвідношенні 40:1)
Розчинність у воді		Не розчинні	Розчинні	Нерозчинні
Представники продуцентів-мікроорганізмів		<i>Serratia marcescens</i> , <i>Actinomyces coelicolor</i> , <i>Act. longisporum</i> , <i>Act. Longispororu-ber</i>	Види <i>Pseudomonas</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Brevibacte-rium</i> , <i>Nocardia</i>	Гриби ( <i>Mucoraceae</i> ), дріжджі ( <i>Sporobolomycetacea</i> ), актиноміцети ( <i>Actinoplanaceae</i> ), найпростіші ( <i>Dunaliellaceae</i> ), бактерії ( <i>Micrococcaceae</i> )
Біологічне значення		Беруть участь у диханні	Створюють окислювально-відновну пару, здатну до передачі електронів	Беруть участь у фотосинтезі, фототропізмі, фото-рецепції; володіють антиоксидантною активністю

Таблиця 2 – Значення концентраційного інтервалу між втратою пігменту та інгібуванням росту в мікроорганізмів під впливом важких металів

Соли важких металів	Культури пігментосинтезувальних мікроорганізмів			
	<i>Serratia marcescens</i> MP-141	<i>Rhodotorula aurantiaca</i> Y-1193	<i>Pseudomonas fluorescens</i> var. <i>pseudo-iodinum</i> MP-11	<i>Rhodotorula glutinis</i> Y-1335
Концентраційні інтервали між втратою пігменту та блокуванням росту, %				
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	- *	-	-	75
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	-	50	-	-
CdCl <sub>2</sub>	-	90	-	62,5
AgNO <sub>3</sub>	-	25	-	-
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	-	50	Не досліджували	58,3
CuSO <sub>4</sub>	-	50	-	-
ZnCl <sub>2</sub>	16,7	20	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	20	33,3	-	37,5

Примітка: -\* – не спостерігалось концентраційного інтервалу.

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика впливу важких металів на пігментоутворення бактерій та дріжджів

1 Соли важких металів	2 Концентрація металу, мг/дм <sup>3</sup>	3		4	
		<i>S. marcescens</i> MP-141	<i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193	P	П
Контроль		++++	++++	++++	++++
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10	++++	++++	+++	±
	20	++++	+++	+	-
	30	+++	++	-	-
	50	++	±	-	-
	70	+	-	-	-
	80	-	-	-	-
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	20	++++	++++	+++	++
	50	+++	+++	++	-
	70	+++	+++	+	-
	150	+	-	-	-
CdCl <sub>2</sub>	4	++++	+++	++++	+++
	7	+++	++	+++	+++
	10	+++	+	++	++
	20	++	±	++	-
	40	+	-	++	-
	60	-	-	++	-
	100	-	-	+	-
	200	-	-	+	-
	250	-	-	-	-



Продовження табл. 3

AgNO <sub>3</sub>	1	++++	+++	++++	++++
	5	+	+	++++	++++
	7	+	±	++++	++++
	10	+	-	++++	+++
	15	-	-	++++	++
	25	-	-	+++	±
	30	-	-	+++	-
	40	-	-	+	-
	50	-	-	-	-
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	50	++++	++++	++	++
	100	++++	+++	++	-
	130	+	-	++	-
	150	-	-	++	-
	200	-	-	+	-
	250	-	-	-	-
CuSO <sub>4</sub>	80	+++	++	++++	++++
	100	+	-	++++	++++
	150	-	-	+++	±
	200	-	-	+++	-
	300	-	-	++	-
	400	-	-	+	-
ZnCl <sub>2</sub>	50	++++	+++	++++	±
	100	+++	+++	++	±
	200	+++	++	+	-
	250	+++	-	+	-
	300	+++	-	-	-
	400	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	50	++++	++++	++++	±
	100	++++	++++	+	-
	150	++++	++++	+	-
	250	++++	+++	-	-
	300	+++	++	-	-
	400	+++	-	-	-
	500	+++	-	-	-

Примітка:

- \*Ріст: ++++ – суцільний, +++ – добрий, ++ – помірний, + – слабкий, - – відсутній.
- \*\*Пігментоутворення: ++++ – інтенсивне, +++ – добре, ++ – помірне, + – слабе, - – відсутнє, ± – наявність пігментних та безпігментних колоній.

Розрахунок різниці в інтенсивності кольору пігменту показав, що з підвищенням концентрації металів в середовищі значення dE збільшувалося (табл. 4). Так, наприклад, за концентрації хрому 10 мг/дм<sup>3</sup> спостерігався суцільний ріст рожево забарвлених колоній *S. marcescens* MP-141, dE дорівнювала 4,0 ум. од. Повністю синтез пігменту блокувався за концентрації Cr<sup>6+</sup> 70 мг/дм<sup>3</sup>, тому dE складала 18,6 ум. од. Дріжджі *Rh. aurantiaca* Y-1193 виявилися в 3,5 разу чутливішими відносно дії хрому на синтез пігменту, ніж *S. marcescens* MP-14, і втрачали здатність його синтезувати за концентрації металу 20 мг/дм<sup>3</sup>, dE була 19,1 ум. од.

Таблиця 4 – Вплив концентраційного ряду іонів металів на інтенсивність кольору пігменту в мікроорганізмі

1	2	3				4			
Солі важких металів	Концентрація металу, мг/дм <sup>3</sup>	<i>S. marcescens</i> MP-141				<i>Rh. aurantiaca</i> Y-1193			
		L	a	b	dE	L	a	b	dE
Контроль		44	24	23	-	38	22	34	-
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10	40	21	23	4,0±0,02	21	12	22	14,6±0,05
	20	35	18	20	8,5±0,06	14	12	20	19,1±0,03
	30	33	14	21	11,3±0,9	-	-	-	-
	50	28	13	22	15, ±0,2	-	-	-	-
	70	24	10	19	18,6±1,1	-	-	-	-
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	20	39	20	22	5,0±0,001	25	13	20	12,3±0,6
	50	33	19	19	8,8±0,05	18	11	17	17,4±0,02
	70	33	20	20	9,7±0,8	16	10	18	18,5±0,7
	100	31	17	18	18,8±0,3	14	10	16	20,0±0,04
	150	21	14	18	19,2±1,0	-	-	-	-
CdCl <sub>2</sub>	4	35	15	20	9,5±0,05	35	15	16	9,0±0,03
	7	30	13	20	13,6±1,2	33	14	14	10,7±0,7
	10	28	11	18	15,6±0,07	31	12	11	13,1±0,001
	20	26	10	16	17,2±0,2	22	11	11	17,1±0,2
	40	23	9	14	19,5±0,05	20	10	12	17,8±0,9
	60	-	-	-	-	19	10	10	19,1±0,04
	100	-	-	-	-	19	9	8	20,0±0,3
200	-	-	-	-	17	6	9	21,1 ±0,7	
AgNO <sub>3</sub>	1	33	23	21	9,5±0,06	35	20	30	3,0±0,006
	5	28	14	20	14,6±0,05	33	18	25	5,7±0,001
	7	25	12	17	17,1±1,0	32	18	23	7,0±0,005
	10	22	9	16	20,1±0,4	30	16	23	8,2±0,007
	15	-	-	-	-	26	13	19	11,9±0,9
	25	-	-	-	-	18	9	17	17,8±0,3
	30	-	-	-	-	16	8	16	19,3±0,005
	40	-	-	-	-	15	8	14	20,3±0,02

Примітка:

1. L, a, b – показники каналів кольорової моделі CIE Lab.
2. dE – різниця в інтенсивності кольору між контролем і дослідом, розрахована за допомогою комп'ютерної програми CIEDE 2000.

Щодо дії ВМ на *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* MP-11 та *Rh. glutinis* Y-1335, найбільш чутливими виявилися бактеріальні клітини (табл. 5).

Таблиця 5 – Порівняльна характеристика впливу важких металів на пігментоутворення бактерій *Pseudomonas fluorescens var. pseudo-iodinum* MP-11 та дріжджів *Rhodotorula glutinis* Y-1335

1	2	3		4	
Соли важких металів	Концентрація металу, мг/дм <sup>3</sup>	<i>Ps. fluorescens var. pseudo-iodinum</i> MP-11		<i>Rh. glutinis</i> Y-1335	
		Р	П	Р	П
Контроль		++++	++++	++++	++++
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10	+++	+++	+++	-
	20	+++	++	+	-
	40	++	±	+	-
	60	+	-	-	-
	70	-	-	-	-
Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	40	+++	++	+++	±
	50	++	++	+++	±
	75	++	++	+	-
	100	++	+	-	-
	150	+	±	-	-
	200	+	-	-	-
CdCl <sub>2</sub>	10	+++	+	++++	++++
	20	++	±	++++	++++
	40	+	-	+++	+++
	50	-	-	+++	+++
	100	-	-	+++	±
	300	-	-	++	-
	500	-	-	+	-
	800	-	-	+	-
AgNO <sub>3</sub>	5	+++	++	++++	++++
	10	+	±	++++	+++
	15	-	-	+++	+++
	25	-	-	+++	±
	35	-	-	++	±
	45	-	-	+	±
	55	-	-	-	-
CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	50	Не досліджували		++++	++++
	100			++++	+++
	200			+++	±
	250			+++	-
	600			+	-
	700			-	-

1	2	3		4	
CuSO <sub>4</sub>	50	+++	++	++++	++++
	80	+	±	++++	++++
	100	+	-	++++	++++
	400	-	-	+++	++
	500	-	-	+++	±
	700	-	-	++	±
	1000	-	-	+	±
	1200	-	-	+	-
	1500	-	-	-	-
ZnCl <sub>2</sub>	100	+++	++	++++	++++
	250	+++	+	++++	+++
	400	++	-	+++	±
	600	-	-	+	-
	700	-	-	-	-
ZnSO <sub>4</sub>	100	+++	+++	+++	±
	150	+++	+++	+	±
	250	++	+	+	-
	400	-	-	+	-
	500	-	-	-	-

Примітка. Умовні позначення такі ж, як у табл. 3.

Концентрації ВМ, з яких починалося інгібування синтезу пігментів, були нижчими у *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* МР-11 (у 7,5, 12 та 1,5 разу для хлориду кадмію, сульфату міді та хлориду цинку, відповідно), ніж у *Rh. glutinis* Y-1335. Остання культура проявила найбільшу чутливість за дії іонів хрому, аргентуму та нікелю (за концентрацій 10, 55 та 75 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно, синтез каротиноїдів повністю блокувався). Стійкими дріжджі *Rh. glutinis* Y-1335 виявилися під впливом купруму (сульфату), за концентрації іонів міді 1200 мг/дм<sup>3</sup> на чашках спостерігався слабкий ріст безбарвних колоній.

*Rh. glutinis* Y-1335 реагували втратою каротиноїдів із менших концентрацій (порівняно з втратою феназинових пігментів *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* МР-11) біхромату калію та нітрату нікелю (у 10 і 2,6 разу, відповідно). Щодо сульфату цинку, то дріжджі виявилися також чутливішими за бактерії, але нітрат срібла спричинив більш токсичну дію на *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* МР-11. Олігодинамічна дія купруму (хлориду) на дріжджі *Rh. aurantiaca* Y-1193 (А) та *Rh. glutinis* Y-1335 (Б) представлена на рис. 1. Іони міді спричинили більш токсичний вплив на дріжджі *Rh. aurantiaca*, можливо, це пов'язано з тим, що вони синтезують менший спектр каротиноїдних пігментів, які виконують в клітині захисну функцію.

Із проведеного порівняльного аналізу щодо впливу різних концентрацій металів на синтез пігментів прокаріот та одноклітинних еукаріот можна зробити висновки, що дріжджові клітини доцільніше використовувати в біоіндикаційних дослідженнях.

По-перше, це пов'язано з тим, що дріжджі майже для кожного металу мали КІ між втратою пігменту та блокуванням росту. По-друге, дріжджі здатні реагувати втратою пігменту з менших концентрацій металів, ніж прокаріотичні клітини.

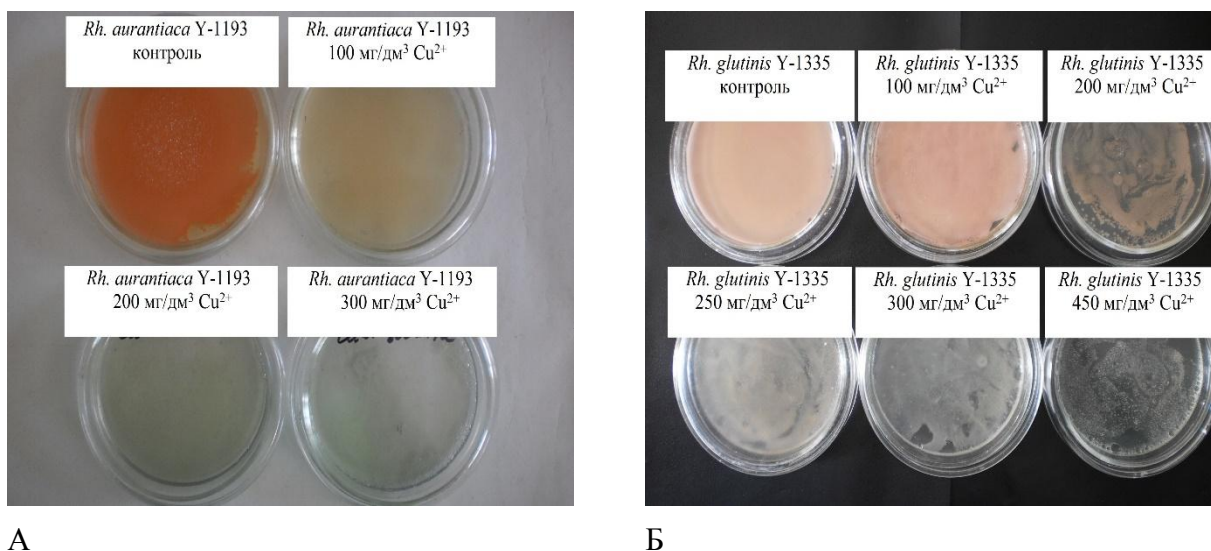


Рис. 1. Вплив купруму (хлориду) на синтез каротиноїдів дріжджових клітин

Проте індикацію нітрату срібла та сульфату міді доцільніше проводити за допомогою бактерій обох видів, а хлориду кадмію та цинку – з використанням *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* MP-11.

Отже, отримані результати спонукають нас продовжити дослідження щодо вивчення впливу ксенобіотиків на синтез пігменту мікроорганізмів із метою їх застосування в біоіндикаційних дослідженнях.

## ВИСНОВКИ

1. Концентраційні інтервали між втратою пігменту та блокуванням росту простежувалися в дріжджових клітин і коливалися в межах від 25 до 90% . Для бактерій *S. marcescens* MP-141 концентраційні інтервали були лише для хлориду та сульфату цинку – 16,7 та 20% , відповідно.
2. Розрахунок різниці в інтенсивності кольору пігменту показав, що з підвищенням концентрації металів в середовищі значення dE збільшувалося. Так, за концентрації хрому в середовищі Сабуро 10 мг/дм<sup>3</sup> спостерігався суцільний ріст рожево забарвлених колоній *S. marcescens* MP-141, dE дорівнювала 4,0 ум. од. Повністю синтез пігменту блокувався за концентрації Cr<sup>6+</sup> 70 мг/дм<sup>3</sup>, тому dE складала 18,6 ум. од.
3. Дріжджові клітини виявилися чутливішими за бактеріальні щодо дії на них більшої частини важких металів і реагували втратою пігменту з менших концентрацій металів, ніж прокаріотичні клітини, тому їх можна рекомендувати для біоіндикації важких металів у довкіллі. Проте індикацію нітрату срібла та сульфату міді доцільніше проводити за допомогою бактерій обох видів, а хлориду кадмію та цинку – з використанням *Ps. fluorescens* var. *pseudo-iodinum* MP-11.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Феофилова Е. П. Пигменты микроорганизмов / Е. П. Феофилова. – М. : Наука, 1974. – 242 с.
2. Joshi V K. Microbial Pigments / Joshi V K, Devender Attri, Anju Bala [et al.] // Indian Journal of Biotechnology. – 2003. – Vol. 2. – P. 362-369.
3. Blackwood L. L. Influence of mucoid coating on clearance of *Pseudomonas aeruginosa* from lungs / L. L. Blackwood J. E. Pennington // Infect Immun. – 1981. – Vol. 32(2). – P. 443-448.

4. Антибиотикорезистентность штаммов *Pseudomonas aeruginosa* с разной способностью к синтезу пиоцианина / [О. С. Жданова, Е. П. Красноженов, Э. А. Соснин и др.] // Альманах клинической медицины. – 2013. – № 28. – С. 13-17.
5. Carotenoids present in halotolerant *Bacillus* sporeformers / [L. H. Duc, P. D. Fraser, N. K. Tam et al.] // FEMS Microbiol Lett. – 2006. – № 255. – P. 215-224.
6. Identification and the developmental formation of carotenoid pigments in the yellow/orange *Bacillus* spore-formers / [L. Perez-Fons, S. Steiger, R. Khaneja et al.] // Biochimica et Biophysica Acta. – 2011. – № 1811. – P. 177-185.
7. Carotenoids found in *Bacillus* / [R. Khaneja, L. Perez-Fons, S. Fakhry et al. // Journal of Applied Microbiology]. – 2010. – № 108. – P. 1889-1902.
8. Godinho A. Carotenes produced by alkaliphilic orangepigmented strains of *Microbacterium arborescence* – AGSB isolated from coastal sand dunes / [A. Godinho, S. Bhosle] // Indian journal of marine science. – 2008. – Vol. 37. – P. 307-312.
9. Cheng Q. Recent patents on carotenoid production in microbes / Q. Cheng // Recent patent biotechnology. – 2007. – Vol. 1. – P. 202-211.
10. Perez-Fons L. Analysis of diapocarotenoids found in pigmented *Bacillus* species / L. Perez-Fons, P. D. Fraser // Methods in Molecular Biology. – 2012. – Vol. 892. – P. 335-345.
11. Рильський О. Ф. Наукове обґрунтування прокаріотичної біоіндикації забруднення важкими металами природного середовища : дис. ... доктора біол. наук : 03.00.16 / Рильський Олександр Федорович. – К., 2011. – 351 с.
12. Пат. на корисну модель 49812 Україна, МПК (2009), С12Q 1/00, С12М 1/00, С12М 1/34. Спосіб визначення інтенсивності пігментоутворення у бактерій / Рильський О. Ф., Домбровський К. О., Гороховський Є. Ю., Жиленко А. В.; заявник і патентовласник ЗНУ. – № u200912311; заявл. 30.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9, 2010 р.

## REFERENCES

1. Feofilova E. P. Pigmenty mikroorganizmov / E.P. Feofilova. – М. : Nauka, 1974. – 242 s.
2. Joshi V K. Microbial Pigments / Joshi V K, Devender Attri, Anju Bala [et al.] // Indian Journal of Biotechnology. – 2003. – Vol. 2. – P. 362-369.
3. Blackwood L. L. Influence of mucoid coating on clearance of *Pseudomonas aeruginosa* from lungs / L. L. Blackwood J.E. Pennington // Infect Immun. – 1981. – Vol. 32(2). – P. 443-448.
4. Antibiotikorezistentnost' shtammov *Pseudomonas aeruginosa* s raznoj sposobnost'ju k sintezu piocianina / [O. S. Zhdanova, E. P. Krasnozhenov, Je. A. Sosnin i dr.] // Al'manah klinicheskoy mediciny. – 2013. – № 28. – S. 13-17.
5. Carotenoids present in halotolerant *Bacillus* sporeformers / [L. H. Duc, P. D. Fraser, N. K. Tam et al.] // FEMS Microbiol Lett. – 2006. – № 255. – P. 215-224.
6. Identification and the developmental formation of carotenoid pigments in the yellow/orange *Bacillus* spore-formers / [L. Perez-Fons, S. Steiger, R. Khaneja et al.] // Biochimica et Biophysica Acta. – 2011. – № 1811. – P. 177-185.
7. Carotenoids found in *Bacillus* / [R. Khaneja, L. Perez-Fons, S. Fakhry et al. // Journal of Applied Microbiology]. – 2010. – № 108. – P. 1889-1902.
8. Godinho A. Carotenes produced by alkaliphilic orangepigmented strains of *Microbacterium arborescence* – AGSB isolated from coastal sand dunes / [A. Godinho, S. Bhosle] // Indian journal of marine science. – 2008. – Vol. 37. – P. 307-312.
9. Cheng Q. Recent patents on carotenoid production in microbes / Q. Cheng // Recent patent biotechnology. – 2007. – Vol. 1. – P. 202-211.
10. Perez-Fons L. Analysis of diapocarotenoids found in pigmented *Bacillus* species / L. Perez-Fons, P. D. Fraser // Methods in Molecular Biology. – 2012. – Vol. 892. – P. 335-345.

11. Ril's'kij O.F. Naukove obruntuvannja prokariotichnoi bioindikacii zabrudnennja vazhkimi metalami prirodnoho seredovishha : dis. ... doktora biol. nauk : 03.00.16 / Ril's'kij Oleksandr Fedorovich. – K., 2011. – 351 s.
12. Pat. na korisnu model' 49812 Ukraina, MPK (2009), C12Q 1/00, C12M 1/00, C12M 1/34. Sposib viznachennja intensivnosti pigmentoutvorenja u bakterij / Ril's'kij O.F., Dombrovs'kij K.O., Gorohovs'kij S. Ju., Zhilenko A.V.; zajavnik i patentovlasnik ZNU. – № u200912311; zajavl. 30.11.2009; opubl. 11.05.2010, Bjul. № 9, 2010 r.

УДК 502.3(477.64)

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПОКАЗНИКИ ДИНАМІКИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Лебедева Н.І., Петриченко В.В., <sup>1</sup>Компанієць А.В.

*Запорізький національний університет  
69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

<sup>1</sup> *Департамент екології та природних ресурсів  
Запорізької обласної державної адміністрації  
69035, Запоріжжя, вул. Незалежної України, 72а*

lebnatalya@yandex.ru

До складу природно-заповідного фонду Запорізької області входять 342 об'єкти (площею понад 150 тис. га), що належать до 9 категорій ПЗФ. На території області розташовано 23 об'єкти загальнодержавного значення, площею майже 134 тис. га (87,9% від загальної площі ПЗФ області). Щодо структури ПЗФ найбільш кількісно представлені категорії заказники та пам'ятки природи (і серед об'єктів загальнодержавного, і місцевого значення); за площею найбільшу частку мають національні парки (62,08% площі ПЗФ області) та заказники (36,15% площі ПЗФ області). Показник заповідності для Запорізької області складає 4,63%, він майже в 3 рази менший за науково-обґрунтований. По окремих її районах цей показник коливається від 0,02% до 20,31%. Індекс інсуляризованості по районах Запорізької області коливається в межах 0,15-1, а для області складає 0,37. Встановлено, що значна частка в структурі ПЗФ області припадає на екологічно нестійкі, невеликі за площею території. Природоохоронний індекс Запорізької області складає 3,72. Причинами недостатньо раціональної взаємодії об'єктів екомережі області між собою є високий рівень господарського освоєння території, значна фрагментарність та нерівномірний розподіл об'єктів ПЗФ територією області.

*Ключові слова: природно-заповідний фонд (ПЗФ), категорії територій та об'єктів ПЗФ, показник заповідності, індекс інсуляризованості, природоохоронний індекс.*

Лебедева Н.И., Петриченко В.В., <sup>1</sup>Компанієць А.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66; <sup>1</sup>Департамент экологии и природных ресурсов Запорожской областной государственной администрации, 69035, Запорожье, ул. Независимой Украины, 72а

В состав природно-заповедного фонда Запорожской области входят 342 объекта (площадью более 150 тыс. га), принадлежащих к 9 категориям ПЗФ. На территории области расположено 23 объекта общегосударственного значения площадью около 134 тыс. га (87,9% от общей площади ПЗФ). В структуре ПЗФ наибольшим количеством представлены категории заказники и памятники природы (как среди объектов общегосударственного, так и местного значения); по площади наибольшую долю имеют национальные парки (62,08% площади ПЗФ области) и заказники (36,15% площади ПЗФ области). Показатель заповедности для Запорожской области составляет 4,63%, что почти в 3 раза меньше научно-обоснованного. По отдельным ее районам этот показатель колеблется от 0,02% до 20,31%. Индекс инсуляризованости по районам Запорожской области колеблется в пределах 0,15-1, а для области составляет 0,37. Установлено, что значительная доля в структуре ПЗФ области приходится на экологически неустойчивые, небольшие по площади территории. Природоохранный индекс Запорожской области составляет 3,72. Причинами недостаточно рационального взаимодействия объектов экосети области между

собой является высокий уровень хозяйственного освоения территории, значительная фрагментарность и неравномерное распределение объектов ПЗФ территории области.

*Ключевые слова:* природно-заповедный фонд (ПЗФ), категории территорий и объектов ПЗФ, показатель заповедности, индекс инсультризованности, природоохранный индекс.

Lededeva N.I., Petrichenko V.V., <sup>1</sup>Kompaniyets' A.V. MODERN CONDITION AND DYNAMICS INDICES OF ZAPOROZHYYE REGION NATURE RESERVE FUND / Zaporizhzhya National University, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str. 66; <sup>1</sup>Department of ecology and natural resources of Zaporozhye regional state administration, 69035, Zaporizhzhya, Nezalezhnoi Ukraine str., 72a

Every year the mankind survival problem more and more aggravates in the conditions of growing natural resources deficiency, biological and landscape variety decrease. The increase of man unsystematic technogenic influence at environment has led to natural-anthropogenic landscapes formation, natural biocenoses replacement by agrocoenoses and urbanized ecosystems, to natural landscapes structure simplification and holocoenotic variety reduction.

The environmental protection present stage is based on the integrated approach of biosphere preservation and all its ecotones in which frameworks the nature protection territories global network is created. This network is original "barometer" of natural systems condition. To supervise changed and continuously changing ecosystems condition and to define changes coverage, separate groupings condition, degrees and orientations of their transformations is probable only under condition of etalons-ecosystems preservation, being in condition close to natural.

The Zaporozhye region is the most anthropogenically-changed regions of the country. Despite the constant nature reserve fund area increase, its part in a total area of region territory mismatches the international standards and strategy of territory planning. The powerful industrial and agricultural potential, on the one hand, promoted economic activities development in the region, and with another – has started regress processes and even natural ecosystems degradation.

In the work materials of Department of ecology and natural resources of Zaporozhye regional state administration were used. Comparative geographical mathematical and graphic methods of researches were applied during the data analysis performance.

Now the natural reserve fund of Zaporozhye region structure includes objects of 9 categories: nature reserve, national nature park, regional landscape park, preserves, natural monuments, reserved natural boundaries, dendrology and zoological parks, parks-monuments of landscape gardening art. For the last 20 years the territories area and objects NRF of investigated region has increased almost in 3 times, and an reservation index in 2 times and on 01.01.2016 forms 4,63% , that almost in 3 times less scientifically proved (15%). On its separate region areas this indicator fluctuates from 0,02% to 20,31%.

On the territory of Zaporozhye region 342 objects are located with the total area more than 150 thousand hectares. For today on the territory of Zaporozhye region there are 23 objects of nation-wide value with the area 134424,02 hectares that forms 87,9% from the total NRF area. Preserves and natural monuments categories are presented with the greatest quantity among the objects of nation-wide value. In NRF region structure national parks have the greatest share by the area. Preserves are prevailing among territories and NRF objects of local value, both by quantity, and by the area. Their area fluctuates from 0,5 hectares to 1237,5 hectares (on the average – 72,9 hectares).

The density index of NRF objects for Zaporozhye region forms 1,26 objects on 100 km<sup>2</sup>. This index is the highest in Zaporozhye and Berdyansk districts (2,33 and 2,04 objects on 100 km<sup>2</sup> accordingly). In Velikobelozerskiy, Volnjanskiy, Guljajpolskiy, Kamensko-Dneprovskiy, Kuibyshevskiy, Melitopolskiy, Novonikolaevskiy, Orehovskiy and Tokmatskiy districts it fluctuates from 1 to 2, and in Vasilevskiy, Veselovskiy, Mihajlovskiy, Pologovskiy, Priazovskiy, Primorskiy, Rozovskiy, Chernigovskiy, Akimovskiy districts – from 0 to 1 objects on 100 km<sup>2</sup>.

The Zaporozhye region insularization index forms 0,37 (fluctuates on districts within 0,15-1). For 11 areas this index fluctuates from 0,15 to 0,47, and for 9 – from 0,5 to 1. It testifies, that the most part of objects is ecologically astable small territories by the area which do not carry out the nature protection functions. Considerable territories and NRF objects ruggedness can provoke certain sites area reduction, communications loss between them and kinds dissemination ways loss, and eventually to lead to biodiversity reduction.

The nature-conservative index (NCI) of the territories is a cumulative estimation of various categories representation in the nature protection network structure of certain territory. For Zaporozhye region NCI is equal 3,72, and this index is the highest in Priazovskiy (1,21) and Akimovskiy (0,57) districts.



The carried out analysis testifies that objects of Zaporozhye region ecological network insufficiently rationally co-operate among themselves. The reasons of it can be:

high level of territory economic development: virgin steppes are almost completely replaced by agrocoenoses with a wide network of afforestation belts; insecticides and herbicides are intensively used in agrocoenoses; meadow and water ecosystems have undergone transformation as a result of uncontrolled land improvement, river control and pollution; excessive cattle pasture and annual dry vegetation burning out in beams, high-water beds and so forth;

considerable nature reserve objects fragmentarity;

non-uniform distribution of NRF objects on region territory.

*Key words: natural reserve fund (NRF), categories of territories and objects ПЗФ, reservation index, insularization index, nature-conservative index.*

## ВСТУП

Із кожним роком загострюється проблема виживання людства в умовах зростаючого дефіциту природних ресурсів, зниження біологічного та ландшафтного різноманіття. Збільшення безсистемного техногенного впливу людини на довкілля призвело до утворення природно-антропогенних ландшафтів, заміни природних біоценозів агорозенозами та урбанізованими екосистемами, спрощення структури природних ландшафтів та зменшення біогеоценотичного різноманіття [1, 2].

Сучасний етап охорони довкілля базується на інтегральному підході збереження біосфери та всіх її екотонів, у рамках якого створюється глобальна мережа природоохоронних територій. Ця мережа є своєрідним «барометром» стану природних систем. Контролювати стан змінених і безперервно змінюваних біогеоценозів та визначати масштаби змін стану певних угруповань, ступінь і спрямованість їхніх трансформацій можливо лише за умови збереження еталонів – екосистем, що перебувають в близькому до природного стані [3].

Розбудова загальноєвропейської екологічної мережі (екомережі) стала одним із пріоритетів європейської природо-охоронної політики та одним із головних інструментів збереження біорізноманіття [4].

Складові екомережі мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, слугують збереженню природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного та рослинного світу, підтриманню загального екологічного балансу і забезпеченню фоновому моніторингу довкілля. Тому **мета** досліджень полягала у визначенні сучасного стану та геопросторових особливостей природно-заповідного фонду Запорізької області.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запорізька область розташована в зоні помірних широт із достатньо активною атмосферною циркуляцією. Клімат – помірно-континентальний, що відрізняється спекотним і сухим літом та зимою з періодичними відлигами й нестійким сніговим покривом. Однією з особливостей клімату території є значні коливання погодних умов в окремі роки. Вологі роки змінюються різко засушливими, які супроводжуються додатковою дією суховіїв [5, 6].

Уся територія Запорізької області розташована в межах степової зони – Північного, Південного та Сухого степу. У системі фізико-географічного районування територія області займає частину Дністровсько-Дніпровської північно-степової провінції, Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської північно-степової провінції, Причорноморської середньостепової провінції та Причорноморсько-Приазовської сухостепової провінції. За геоботанічним районуванням територія області знаходиться в Чорноморсько-Азовській степовій підпровінції Причорноморської степової провінції Європейсько-Азіатської

степової області. Поряд із степовим типом рослинності тут зустрічаються лісовий, луговий, болотяний та водяний типи рослинності. Наявність на фоні плакорного степу річкових долин та ярів створює ряд місць існування, де формуються лісові ценози. Деревинна рослинність зустрічається переважно на півночі зони. Байрачні ліси зустрічаються переважно серед ярів степу. У заплаві річки Дніпро розвинені невеличкі ліси – зустрічаються збіднені діброви й переважають ділянки з чорної тополі, білої верби; значні простори зайняті верболозом. Також тут поширені колкові ліси – невеликі за площею і достатньо компактні деревинно-чагарникові угруповання [6-9].

Сучасний розподіл і чисельність населення тварин степової зони зумовлені тими змінами, які відбулися під впливом людської діяльності. Запорізька є однією з найбільш трансформованих та сільськогосподарсько освоєних областей України – сільськогосподарські угіддя складають 82,5% від загальної площі області. Слід зазначити, що зменшення чисельності багатьох видів тварин у регіоні відбулося в першу чергу через порушення природних місць існування під впливом антропогенної трансформації ландшафтів [6, 10].

Запорізька область належить до найбільш антропогенно-змінених регіонів держави. Незважаючи на постійне збільшення площі природно-заповідного фонду, його частина в загальній площі території області не повною мірою відповідає міжнародним стандартам та стратегії планування території. Потужний промисловий і сільськогосподарський потенціал, з одного боку, сприяв розвитку господарської діяльності в області, а з іншого – запустив процеси регресу і навіть деградації природних екосистем [10].

У статті використані матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації. Під час аналізу даних застосовували порівняльно-географічний, математичний та графічний методи досліджень.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд України» класифікаційна структура ПЗФ України включає в себе 11 категорій. Категорія природно-заповідного фонду – це форма організації, статусу охорони і виду збереження, відтворення та використання територій та об'єктів, що входять до складу ПЗФ [11]. Сьогодні до складу ПЗФ Запорізької області входять об'єкти 9 категорій: природний заповідник (ПЗ), національний природний парк (НПП), регіональний ландшафтний парк (РЛП), заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, дендрологічний та зоологічний парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва (табл. 1). За останні 20 років площа територій та об'єктів ПЗФ досліджуваного регіону збільшилася майже в 3 рази, а показник заповідності (ПЗ) – більше ніж у 2 рази (табл. 1) і станом на 01.01.2016 році складає 4,63%. У різних регіонах України ПЗ коливався від 2,25% до 15,71% [12]. Запорізька область належить до 13 адміністративних одиниць, у яких ПЗ не перевищує 5%.

По районах Запорізької області показник заповідності (ПЗ) коливається від 0,02% до 20,31%. ПЗ одинадцяти районів області (Куйбишевський, Новомиколаївський, Токмацький, Пологівський, Гуляйпільський, Чернігівський, Веселівський, Михайлівський, Розівський, Вільнянський, Великобілозерський р-ни) не перевищує 1%, чотирьох (Бердянський, Кам'яно-Дніпровський, Запорізький та Оріхівський р-ни) коливається від 1% до 5%, двох (Мелітопольський, Приморський р-ни) – від 5,1% до 10%. Найвищі показники заповідності мають Василівський (10,99%), Якимівський (15,01%) та Приазовський (20,31%) р-ни Запорізької області.

Таблиця 1 – Динаміка структури природно-заповідного фонду Запорізької області

Категорії території та об'єктів ПЗФ	1995			2000			2010			2015		
	кількість, шт.	площа, тис. га	% від загальної площі ПЗФ	кількість, шт.	площа, тис. га	% від загальної площі ПЗФ	кількість, шт.	площа, тис. га	% від загальної площі ПЗФ	кількість, шт.	площа, тис. га	% від загальної площі ПЗФ
Природні заповідники	1	0,1	0,19	1	0,1	0,19	1	0,1	0,14	1	0,1	0,07
Національні природні парки	-	-	-	-	-	-	1	16,756	23,28	2	94,882	62,25
Регіональні ландшафтні парки	-	-	-	-	-	-	1	1,025	1,42	1	1,025	0,67
Заказники	197	52,2	97,60	205	52,3	97,62	210	52,615	73,11	230	54,884	36,01
Пам'ятки природи	85	0,924	1,73	85	0,924	1,72	79	0,923	1,28	84	0,984	0,65
Заповідні урочища	2	0,095	0,18	2	0,095	0,05	2	0,095	0,13	2	0,095	0,06
Дендрологічні парки	-	-	-	-	-	-	1	0,007	0,01	1	0,007	0,01
Зоологічні парки	-	-	-	-	-	-	1	0,29	0,40	1	0,29	0,19
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	16	0,165	0,31	16	0,156	0,29	15	0,154	0,21	15	0,154	0,10
Усього	301	53,484	100	309	53,575	100	311	71,966	100	337	152,423	100
Показник заповідності	1,96 %			1,97 %			2,65 %			4,57 %		

На території Запорізької області розташовано 342 об'єкти загальною площею понад 150 тис. га (табл. 2). Найбільші за кількістю об'єкти ПЗФ, площа яких не перевищує 50 га (247 об'єктів, що складає 1,9% від загальної площі ПЗФ області).

Таблиця 2 – Структура територій та об'єктів ПЗФ Запорізької області станом на 01.01.2016 р.

Категорії територій та об'єктів ПЗФ області	Кількість, шт.	Площа, га	% від загальної площі ПЗФ області	Кількість територій та об'єктів ПЗФ площею		
				< 50 га	50-100 га	> 100 га
Природні заповідники	1	100	0,07	-	-	1
Національні природні парки	2	94882,92	62,08	-	-	2
Регіональні ландшафтні парки	1	1025	0,67	-	-	1
Заказники	233	55254,38	36,15	148	37	48
Пам'ятки природи	84	983,59	0,64	81	2	1
Заповідні урочища	2	95	0,06	1	1	-
Дендрологічні парки	1	7,5	0,01	1	-	-
Зоологічні парки	1	290	0,19	-	-	1
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва	17	198,73	0,13	16	1	-
Усього	342	152837,12	100	247	41	54

Сьогодні на території Запорізької області розташовано 23 об'єкти загальнодержавного значення площею 134424,02 га, що складає 87,9% від загальної площі ПЗФ. Серед об'єктів загальнодержавного значення найбільшою кількістю представлені категорії заказники та пам'ятки природи (рис. 1). Щодо структури ПЗФ області за площею найбільшу частку мають національні парки (70,58% від площі територій та об'єктів ПЗФ загальнодержавного значення).

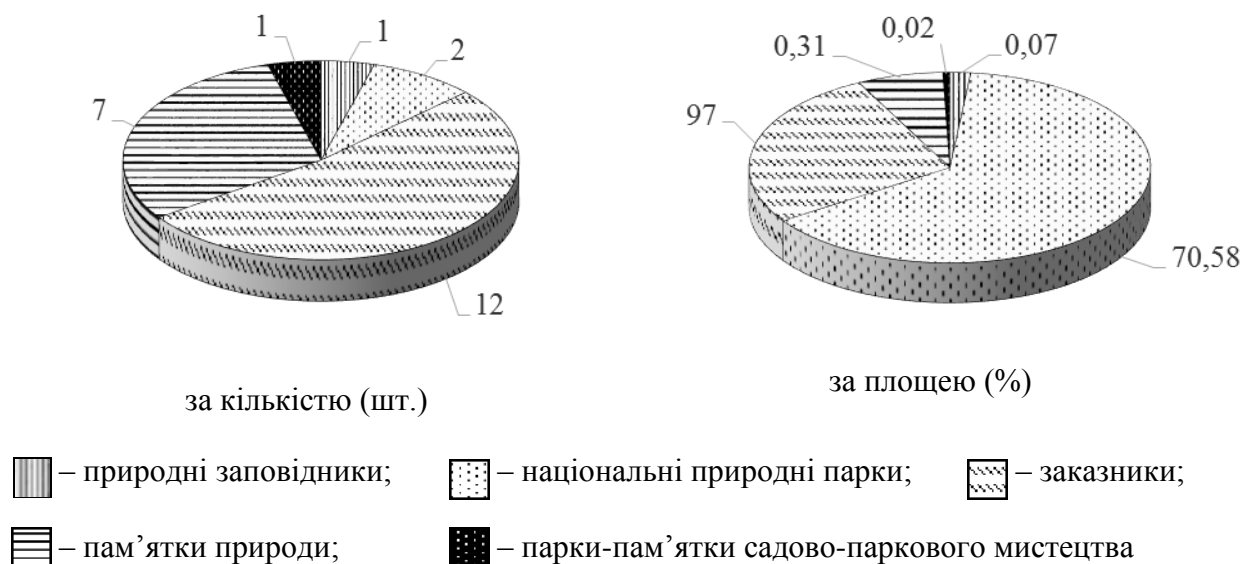


Рис. 1. Структура територій та об'єктів ПЗФ Запорізької області загальнодержавного значення (станом на 01.01.2016 р.)

Серед територій та об'єктів ПЗФ місцевого значення і за кількістю, і за площею переважають заказники. Їхня площа коливається від 0,5 га до 1237,5 га (у середньому – 72,9 га).

Показник щільності об'єктів ПЗФ для України складає 1,34 об'єкта/100 км<sup>2</sup>, а для Запорізької області становить 1,26 об'єкта/100 км<sup>2</sup>. Найвищим він є в Запорізькому та Бердянському районах (2,33 та 2,04 об'єкта/100 км<sup>2</sup> відповідно). У Великобілозерському, Вільнянському, Гуляйпільському, Кам'янсько-Дніпровському, Куйбишевському, Мелітопольському, Новомиколаївському, Орхівському та Токмацькому районах цей показник коливається від 1 до 2, а у Василівському, Веселівському, Михайлівському, Полігівському, Приазовському, Приморському, Розівському, Чернігівському, Якимівському районах – від 0 до 1 об'єкта/100 км<sup>2</sup>.

Одним із показників якості ПЗФ певного регіону також є індекс інсуляризованості (розчленованості) території (П), значення якого коливається в межах від 0 до 1. Чим вищим є значення цього індексу, тим більшу частку в територіальній структурі ПЗФ мають дрібні ділянки площею до 50 га [13].

Індекс інсуляризованості Запорізької області складає 0,37 (коливається по районах у межах 0,15-1). Для 11 районів цей показник коливається від 0,15 до 0,47, а для 9 – від 0,5 до 1. Це свідчить, що більша частина об'єктів є екологічно нестабільними незначними за площею територіями, які не виконують своїх природоохоронних функцій. Значна розчленованість територій та об'єктів ПЗФ може спровокувати скорочення площі певних ділянок, втрату зв'язків між ними та шляхів розселення видів, а в решті-решт призвести до зменшення біорізноманіття.

Природоохоронний індекс (ПІ) території є сукупною оцінкою представленості різних категорій у структурі природоохоронної мережі певної території. Для Запорізької області ПІ дорівнює 3,72, а найвищим він є в Приазовському (1,21) та Якимівському (0,57) районах.

Проведений аналіз вказує на те, що об'єкти екологічної мережі Запорізької області недостатньо раціонально взаємодіють між собою. Серед можливих причин можна визначити:

- високий рівень господарського освоєння території: цілинні степи майже повністю замінені на агроценози з широкою мережею полезахисних лісосмуг, у результаті безконтрольної меліорації, зарегулювання та забруднення річок трансформації зазнали

лучні та водні екосистеми); інтенсивне застосування в агроценозах інсектицидів і гербіцидів; надмірний випас худоби та щорічне випалювання сухої рослинності в балках, заплавах річок тощо;

- значна фрагментарність природно-заповідних об'єктів;
- нерівномірний розподіл об'єктів ПЗФ територією області.

### ВИСНОВКИ

До складу природно-заповідного фонду Запорізької області входять 342 об'єкти (площею понад 150 тис. га), що належать до 9 категорій ПЗФ. На території області розташовано 23 об'єкти загальнодержавного значення, площею близько 134 тис. га (87,9% від загальної площі ПЗФ області). Щодо структури ПЗФ найбільшою кількістю представлені категорії заказники та пам'ятки природи (і серед об'єктів загальнодержавного, і місцевого значення); за площею найбільшу частку мають національні парки (62,08% площі ПЗФ області) та заказники (36,15% площі ПЗФ області).

Показник заповідності для Запорізької області складає 4,63%, який майже у 3 рази менший за науково-обґрунтований (15%). По окремих її районах цей показник коливається від 0,02% до 20,31%.

Індекс інсуляризованості по районах Запорізької області коливається в межах 0,15-1, а для області складає 0,37. Встановлено, що значна частка в структурі ПЗФ Запорізької області припадає на екологічно нестійкі, невеликі за площею території та об'єкти.

Природоохоронний індекс Запорізької області складає 3,72.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Мальчикова Д. С. Заповідання природних територій в структурі заходів з оптимізації навколишнього середовища Херсонщини / Д. С. Мальчикова, Ю. О. Білик, Г. І. Козара // Теорія і практика заповідної справи в Україні: зб. наук. праць. – К., 2005. – С. 72-77.
2. Олейниченко В. Д. Екологічна мережа як шлях до відтворення екологічної стабільності [Електронний ресурс] / Олейниченко В. Д. // Збірник наукових статей «III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». – Вінниця, 2011. – Т. 1. – С. 233-236. – Режим доступу: <http://eco.com.ua/>
3. Природно-заповідна мережа Волинської області: параметри сучасного стану, показники динаміки, картографічні моделі [Електронний ресурс] / І. П. Ковальчук, В. О. Фесюк, Т. С. Павловська, О. В. Рудик // Часопис картографії. – 2013. – Вип. 8. – С. 64-78. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh\\_2013\\_8\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh_2013_8_7)
4. Костюшин В. А. Індикативна схема екологічної мережі басейну р. Південний Буг та методичні підходи до створення національної екомережі України / Костюшин В. А., Василюк О.В., Коломицев Г. О. – К. : Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАНУ, Національний екологічний центр України, 2011. – 28 с.
5. Географічна енциклопедія України: Т. 2 / Відпов. ред. О. М. Маринич. – К. : Українська Радянська Енциклопедія ім. М. Л. Бажана, 1990. – С. 27-32.
6. Пашенко В. М. Степная зона / А. М. Маринич, В. М. Пашенко, П.Г. Шищенко // Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование – К. : Наукова думка, 1985. – С. 122-217.
7. Чибилев А. А. Лик степи / А. А. Чибилев. – Л. : Гидрометеоздат, 1990. – 192 с.
8. Географічна енциклопедія України: Т. 3 / Відпов. ред. О. М. Маринич. – К. : Українська Радянська Енциклопедія ім. М. Л. Бажана, 1993. – С. 75-343.

9. Геоботаничне районування Української РСР / Відп. ред. А. І. Барбарич. – К. : Наук. думка, 1977. – 304 с.
10. Твоє майбутнє – земля за порогами. – Запоріжжя : Дніпровський металург, 2015. – 276 с.
11. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» / Відомості Верховної Ради України від 25.08.1992 – 1992 р. – № 34. – С. 502.
12. Аналіз стану природно-заповідного фонду України. Інформаційно-аналітичні матеріали та пропозиції Міністерства екології та природних ресурсів України до рекомендацій слухань комітету Верховної ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи [Електронний ресурс]. – К., 2015. – 48 с. – Режим доступу: <http://pryroda.in.ua/lystopad/files/2015/02/analizpzf022015.pdf>
13. Пилипенко Г. П. Оцінка природно-заповідного фонду території Задністров'я для обґрунтування регіональної екологічної мережі / Г. П. Пилипенко, С. П. Тодорова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – № 2 (10). – С. 714-718.

#### REFERENCE

1. Mal'chikova D.S. Zapovidannya prirodnih teritorij v strukturі zahodiv z optimizacii navkolishn'ogo seredovishha Hersonshhini / D.S. Mal'chikova, Ju.O. Bilik, G.I. Kozara // Teorija i praktika zapovidnoi spravi v Ukraini: zb. nauk. prac'. – K., 2005. – S. 72-77.
2. Olejnichenko V.D. Ekologichna merezha jak shljah do vidtvorennja ekologichnoi stabil'nosti [Elektronnij resurs] / Olejnichenko V.D. // Zbirnik naukovih statej «III-go Vseukrains'kogo z'izdu ekologiv z mizhnarodnoju uchastju». – Vinnicja, 2011. – T.1. – S. 233-236. – Rezhim dostupu: <http://eco.com.ua/>
3. Prirodno-zapovidna merezha Volins'koi oblasti: parametri suchasnogo stanu, pokazniki dinamiki, kartografichni modeli [Elektronnij resurs] / I.P. Koval'chuk, V.O. Fesjuk, T.S. Pavlovs'ka, O.V. Rudik // Chasopis kartografii. – 2013. – Vip. 8. – S. 64-78. – Rezhim dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh\\_2013\\_8\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh_2013_8_7)
4. Kostjushin V.A. Indikativna shema ekologichnoi merezhi basejnu r. Pivdennij Bug ta metodichni pidhodi do stvorenja nacional'noi ekomerezhi Ukraini / Kostjushin V.A., Vasiljuk O.V., Kolomicev G.O. – K. : Institut zoologii im. I.I. Shmal'gauzenu NANU, Nacional'nij ekologichnij centr Ukraini, 2011. – 28 s.
5. Geografichna enciklopedija Ukraini: T.2 / Vidpov. ked. O.M. Marinich. – K. : Ukrains'ka Radjans'ka Enciklopedija im. M.L. Bazhana, 1990. – S. 27-32.
6. Pashhenko V.M. Stepnaja zona / A.M. Marinich, V.M. Pashhenko, P.G. Shishhenko // Priroda Ukrainskoj SSR. Landshafti i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie– K. : Naukova dumka, 1985. – S. 122-217.
7. Chibilev A.A. Lik stepi / A.A. Chibilev. – L. : Gidrometeoizdat, 1990. – 192 s.
8. Geografichna enciklopedija Ukraini: T.3 / Vidpov. ked. O.M. Marinich. – K. : Ukrains'ka Radjans'ka Enciklopedija im. M.L. Bazhana, 1993. – S. 75-343.
9. Geobotanichne rajonuvannja Ukrains'koi RSR / Vidp. red. A.I. Barbarich. – K. : Nauk. dumka, 1977. – 304 s.
10. Tvoje majbutnye – zemlja za porogami. – Zaporizhzhja : Dniprovskij metalurg, 2015. – 276 с.
11. Zakon Ukraini «Pro prirodno-zapovidnij fond Ukraini» / Vidomosti Verhovnoi Radi Ukraini vid 25.08.1992 – 1992 r. – № 34. – S. 502.
12. Analiz stanu prirodno-zapovidnogo fondu Ukraini. Informacijno-analitichni materiali ta propozicii Ministerstva ekologii ta prirodnih resursiv Ukraini do rekomendacij sluhan' komitetu Verhovnoi radi Ukraini z pitan' ekologichnoi politiki, prirodokoristuvannja ta likvidacii naslidkiv Chornobil's'koi katastrofi [Elektronnij resurs]. – K., 2015. – 48 s. – Rezhim dostupu: <http://pryroda.in.ua/lystopad/files/2015/02/analizpzf022015.pdf>
13. Pilipenko G.P. Ocinka prirodno-zapovidnogo fondu teritorii Zadnistrov'ja dlja obruntuvannja regional'noi ekologichnoi merezhi / G.P. Pilipenko, S.P. Todorova // Geopolitika i jekogeodinamika regionov. – 2014. – № 2 (10). – S. 714-718.

## КАЛЕНДАР ПИЛЕННЯ ОСНОВНИХ АЛЕРГЕННИХ РОСЛИН У м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК (2015 р.)

Мельниченко Г.М.

*Інститут природничих наук Прикарпатського національного університету*

*ім. Василя Стефаника*

*77008, Україна, Івано-Франківськ, вул. Галицька, 201*

gdutchak@mail.ru

У статті представлено результати аеропалінологічного дослідження в м. Івано-Франківськ упродовж 2015 року. Встановлено аеропалінологічний спектр міста. Наведено дані стосовно пилення представників таких таксонів: *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Urticaceae*, *Artemisia*, *Ambrosia*. Подано початок і кінець палинації цих рослин із внутрішньодобовими флуктуаціями концентрації пилку, їхні максимальні концентрації. На основі одержаних результатів складено календар пилення представників зазначених таксонів для м. Івано-Франківськ.

*Ключові слова: пилкові зерна, аеропаліносектор, період палинації, календар пилення, Івано-Франківськ.*

Мельниченко Г.М. КАЛЕНДАРЬ ПЫЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ В г. ИВАНО-ФРАНКОВСК (2015 г.) / Институт естественных наук национального университета Прикарпатья им. Василия Стефаника, 77008, Украина, Ивано-Франковск, ул. Галицкая, 201

В статье представлены результаты аеропалінологического исследования в г. Ивано-Франковск в течение 2015 года. Описан аеропалінологический спектр города. Приведены данные о пылении представителей следующих таксонов: *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Urticaceae*, *Artemisia*, *Ambrosia*. Приведены начало и конец палинации этих растений, их максимальные концентрации. На основе полученных результатов составлен календарь пыления представителей указанных таксонов для г. Ивано-Франковск.

*Ключевые слова: пыльцевые зерна, аэропаліносектор, период палинации, календарь пыления, Ивано-Франковск.*

Melnichenko G. M. POLLINATION CALENDAR OF MAIN ALLERGENIC PLANTS FOR IVANO-FRANKIVSK CITY (2015) / Institute of Natural Sciences of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 77008, Ukraine, Ivano-Frankivsk, Galytsca str., 201.

Determination of qualitative composition of pollen rain and creation of the pollination calendar of allergenic plants is a necessary condition for prevention of aggravation of aeroallergic situation in the cities. The aeropalynology monitoring has not been done in Ivano-Frankivsk before. Therefore, the aim of our research was to study the pollen rain of the city, discover the initial, peak and ending points of pollination of the main allergenic plants with pollen concentrations fluctuations during the day time and create the pollination calendar for Ivano-Frankivsk city based on the received results.

Pollen collection was done according to the gravimetric method using Durham pollen collector that was installed on the roof of the Institute of Natural Sciences (24 m from the earth surface).

The results of aeropalynology monitoring in Ivano-Frankivsk city provide evidence of two waves of pollination of allergenic plants. The first, spring wave, is represented by pollination of tree species, and the second, summer-autumn wave, involves herbs pollination. For creation of pollination calendar we have considered the dynamics of pollen concentration of 11 taxons dominant in the aeropalynology spectrum of the city and included to the recommendation list of the International Aerobiology Association, namely: *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Urticaceae*, *Artemisia*, *Ambrosia*.

In the second decade of February, the pollen grains (p.g.) of hazel and alder were the first to appear in the atmospheric air of the city. High concentrations of hazel pollen were observed in the first, and alder – in the second decade of March. Pollen grains were present in the city air till the end of the second (hazel) and third (alder) decade of April. Appearance of ash pollen was registered in the second decade of March. The pollination peak with concentration of 493 p.g./m<sup>3</sup> was registered on April 15. The period of pollination lasted till the beginning of May. Also, in the second decade of March, there appeared the first pollen grains of *Betula* species. The maximum of birch pollen (1710) was observed on April 24. Till the first decade of June, rare pollen grains of the species were recorded in the air. Rare pollen grains of horn-beech have appeared in the air in the third decade of March (23.03). The pollination peak with concentration of 1518 p.g./ m<sup>3</sup> was recorded on April 24. The end of pollination period was observed in



the first decade of May. Appearance of *Quercus* species pollen in the air of Ivano-Frankivsk was recorded in the second decade of April (14.04). The pollination peak with concentration of 471 p.g./ m<sup>3</sup> was recorded on May 06. The end of pollination period was recorded on June 02. The first appearance of *Pinus* species pollen was observed in the end of April (29.04). The maximum quantity of pollen was recorded on May 16 (980 p.g./ m<sup>3</sup>). On June 27, there was recorded the end of pollination period. The first pollen grains of *Piceae* species were recorded in the end of April, and *Abies* species – in the beginning of May. Their maximum concentrations were observed on May 16. The pollination period for *Abies* has terminated in the end of May. The pollen grains of spruce were rarely found in the preparations till the end of the second decade of June. In the end of April (27.04), there appeared the first pollen grains of crop plants in the air. Their content has increased since May 23 (93 p.g./ m<sup>3</sup>). High concentrations of pollen were recorded in the end of May, 29.05 (300 p.g./ m<sup>3</sup>) and in the first decade of June, from the 2nd to 12th (ranging from 54 to 223 p.g./ m<sup>3</sup>). Next increases were observed in the third decade of June and the first and second decades of July (ranging from 54 to 456 p.g./ m<sup>3</sup>). Rare pollen grains were present in the pollen rain of the city till the end of September. The pollination period of urticaceous plants has started on May 13. The days with high concentration were recorded on June 28 (56 p.g./ m<sup>3</sup>) and in the first decade of July (01-02.07, 06.07). The termination of pollination season was recorded on September 10. The first pollen grains of *Artemisia* species were recorded on July 13. From August 01, the quantity of pollen in the air began to increase. The pollination peak was observed on August 04 (45 p.g./ m<sup>3</sup>). The pollination period for *Artemisia* species lasted till September 21. The ambrosia pollen with concentration of 9 p.g./ m<sup>3</sup> has been detected on July 19, and on August 28, there was recorded the maximum quantity of pollen in the air (52 p.g./ m<sup>3</sup>). The pollination period for ambrosia came to its end on October 02.

In 2015, the pollination season of allergenic plants in Ivano-Frankivsk city lasted from the second decade of February till the end of September. The longest pollination period was observed in crop plants, and the shortest – in ash tree. The most dangerous, from the aeroallergenic point of view, were the second and the third decades of April, when there was observed the concomitant appearance of high concentrations of birch, ash and horn-beech pollen. In herbs pollination, there were observed two waves of pollen concentration increase (the first – from the end of May to the end of the first decade of June, and the second one – from the end of June till the middle of July) that may possibly cause the outbreak of seasonal allergy in sensitized population of the city. Based on the results of aeropalynology monitoring there was created the pollination calendar of allergenic plants for Ivano-Frankivsk city.

*Keywords: pollen, aeropalynological spectrum, time of pollination, pollen calendar, Ivano-Frankivsk.*

## ВСТУП

Визначення якісного складу пилкового опадку та складання календаря пилення алергенних рослин є необхідною умовою для попередження загострення aeroалергенної ситуації в містах. Особливої актуальності такі дослідження набувають там, де вони раніше не проводилися, оскільки результати аеропалінологічного моніторингу не можливо пасивно екстраполювати з огляду на відмінності фізико-географічних, кліматичних умов та фітоценотичного складу алергенної флори конкретної місцевості [1, 2].

В Україні багаторічні аеропалінологічні спостереження проводяться у Вінниці, Запоріжжі, Львові та Києві, два перші міста включені до Європейської aeroалергенної мережі. Пункти моніторингу Вінниці, Запоріжжя та Києва обладнані сучасним пилокловлювачем типу Буркард. У Львові дослідження здійснювалися гравіметричним методом за допомогою пилокловлювача Дюрама. Окрім постійних аеропалінологічних досліджень, проводилися односезонні пилкові спостереження в Полтаві, Одесі, Донецьку, Дніпропетровську та Сімферополі для визначення та порівняння аеропаліноспектрів густонаселених міст Центру, Півдня та Сходу України [2, 19].

У Івано-Франківську аеропалінологічні дослідження раніше не проводилися. Пилковий моніторинг було започатковано 2013 року М. М. Миленюкою на базі Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника. Мета нашої роботи – дослідження пилкового опадку міста, виявлення початку, піку й кінця пилення основних алергенних рослин з внутрішньодобовими флуктуаціями концентрації пилку та складання календаря пилення для м. Івано-Франківськ на основі отриманих результатів.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Спостереження за якісним складом та кількісною динамікою пилоквих зерен рослин різних таксонів в атмосферному повітрі м. Івано-Франківськ здійснювали щоденно, з початку лютого і до середини жовтня 2015 року. Збір пилку здійснювали гравіметричним методом з використанням пилокловлювача Дюрама, який встановили на даху Інституту природничих наук (близько 24 м від поверхні землі). Предметні скельця, змащені гліцерином, замінювали щодоби. Для виготовлення постійних препаратів використовували гліцерин-желатинову суміш із барвником – сафраніном [3]. Підрахунок пилоквих зерен проводили за допомогою світлового мікроскопа Olympus CX-300 (збільшення  $\times 400$ ) неперервними вертикальними трансектами. Ідентифікацію пилку здійснювали з використанням визначників [3, 4, 5] та еталонних препаратів. Дані щодо кількості пилоквих зерен на  $1 \text{ см}^2$  предметного скельця трансформували в кількість пилоквих зерен у  $1 \text{ м}^3$  повітря (п.з./ $\text{м}^3$ ) [6]. Для побудови календаря пилення дані пилкового спостереження усереднювалися за декаду. Низьким вважали середньодекадний вміст пилку  $1-11 \text{ п.з./м}^3$ , середнім –  $11-50 \text{ п.з./м}^3$ , високим –  $50-100 \text{ п.з./м}^3$ , уже високим –  $>100 \text{ п.з./м}^3$  [3].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати аеропалінологічного моніторингу в місті Івано-Франківську свідчать про наявність двох виражених хвиль палінації алергенних рослин. Перша, весняна хвиля, представлена пиленням деревних видів, а друга, літньо-осіння – пиленням трав. Весняна палінаційна хвиля є інтенсивнішою і, відповідно, внесок пилку дерев в аеропаліноспектр міста кількісно є значно більшим, ніж трав (за палінаційний сезон 2015 року на препаратах ідентифіковано 80888 пилоквих зерен деревних та 24983 трав). За період спостереження в складі пилкового опаду виявлено пилок 24-х таксонів (17 деревних, 7 трав'яних таксонів). У аеропалінологічному спектрі домінували пилкові зерна Poaceae (15,1%), *Betula* (14,5%), *Pinus* (12,1%), *Carpinus* (10,8%), *Quercus* (7,4%), *Piceae* (6,7%), *Alnus* (5,9%) (рис.1).

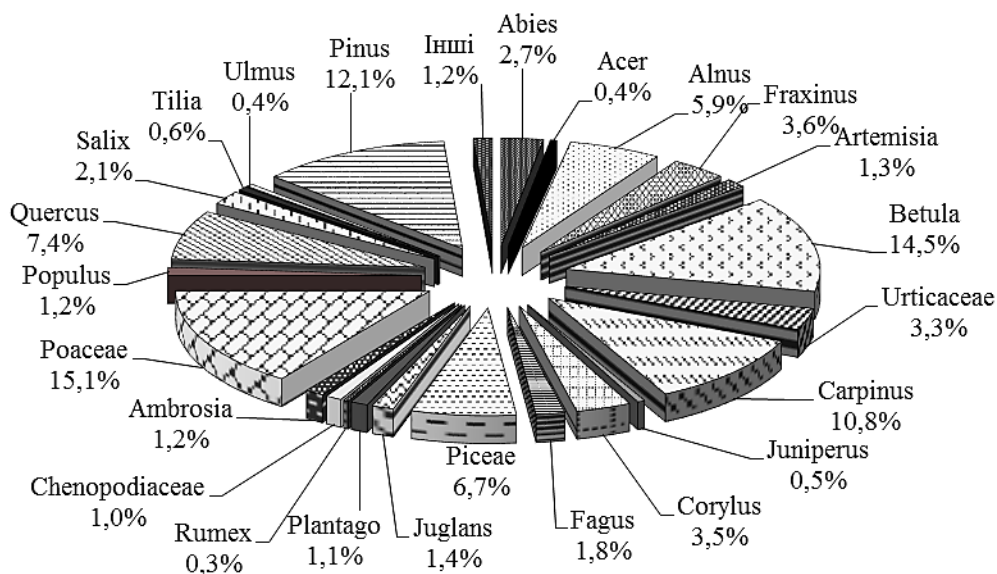


Рис. 1. Якісний склад річного пилкового опаду в м. Івано-Франківську (2015 рік)

Для побудови календаря пилення до уваги було взято динаміку концентрації пилку 11 таксонів, які домінували в аеропаліноспектрі міста та/або характеризуються вираженими алергенними властивостями і включені до рекомендаційного переліку представників Інтернаціональної асоціації аеробіології, а саме: *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Urticaceae*, *Artemisia*, *Ambrosia* [3].

Першими в повітрі м. Івано-Франківськ (16.02) з'явилися пилкові зерна ліщини та вільхи. Значні підвищення концентрації пилку видів роду *Corylus* в атмосфері були зареєстровані в першій та третій декадах березня, а саме: 02-04.03 (554, 33, 47 п.з./м<sup>3</sup>, відповідно), 09.03 (83 п.з./м<sup>3</sup>) та 24.03 (221 п.з./м<sup>3</sup>). Із 25.03 вміст пилку поступово знижувався і не перевищував 18 п.з./м<sup>3</sup>. Поодинокі пилкові зерна фіксували на препаратах до кінця другої декади квітня.

Зростання вмісту пилкових зерен вільхи від 33 до 209 п.з./м<sup>3</sup> спостерігали в першій (02-04.03, 08-09.03) та другій (12.03, 14-19.03) декадах березня. Пік пилення рослин цього таксону виявили 16.03 (369 п.з./м<sup>3</sup>). Одноденну високу концентрацію фіксували 24.03 (80 п.з./м<sup>3</sup>). Із 25.03 кількість пилку в кубічному метрі повітря знизилася. Незначні концентрації реєстрували в повітрі міста до 27.04.

Також у другій декаді березня з'явилися перші пилкові зерна видів роду *Betula*. Упродовж місяця, до 13.04, їхня концентрація була низькою і не перевищувала 9 п.з./м<sup>3</sup>. Із 14.04 вона зростає і становила 31 п.з./м<sup>3</sup>, а 15.04 – 655 п.з./м<sup>3</sup>. Наступне стрімке підвищення фіксували 22-23.04 (308, 941 п.з./м<sup>3</sup>, відповідно). Максимум пилку берези (1710 п.з./м<sup>3</sup>) у повітрі м. Івано-Франківськ спостерігали 24.04. До кінця квітня вміст пилкових зерен коливався від 31 до 206 п.з./м<sup>3</sup>, а з початку травня різко знизився (1-15 п.з./м<sup>3</sup>), за винятком 05-06.05 (80, 147 п.з./м<sup>3</sup>, відповідно). До першої декади червня пилкові зерна цієї рослини траплялись у повітрі поодинокі.

Появу пилку ясена реєстрували в другій декаді березня (14.03). Упродовж місяця (до 13.04) вміст пилку був незначним (1-8 п.з./м<sup>3</sup>). Його зростання констатовано з 14.04 (58 п.з./м<sup>3</sup>), а наступного дня було зареєстровано максимум пилку (493 п.з./м<sup>3</sup>). Після піку пилення кількість пилкових зерен знизилася і протягом тижня не перевищувала 30. Високі концентрації були зафіксовані 23-24.04 (233, 171 п.з./м<sup>3</sup>). Період палінації тривав до початку травня.

Поодинокі пилкові зерна граба з'явилися у повітрі в третій декаді березня (23.03). Протягом 23.03–13.04 кількість пилку цієї рослини в атмосфері була незначною (1-4 п.з./м<sup>3</sup>). Проте з 14.04 вона стрімко зростає до 68, а 15.04 становила 765 п.з./м<sup>3</sup>. Упродовж тижня вміст пилку коливався від 33 до 126 п.з./м<sup>3</sup>, а 23.04 спостерігали наступне його зростання (245 п.з./м<sup>3</sup>). Пік палінації із концентрацією 1518 п.з./м<sup>3</sup> констатовано 24.04. 25-26.04 кількість пилкових зерен залишалася дуже високою (143-308 п.з./м<sup>3</sup>), а 27.04 різко знизилася до 17 п.з./м<sup>3</sup>. Кінець періоду пилення спостерігали в першій декаді травня.

Появу пилку видів роду *Quercus* у повітрі Івано-Франківська зареєстрували в другій декаді квітня (14.04). Упродовж тижня його вміст не перевищував 4 п.з./м<sup>3</sup>, а значні підвищення спостерігали наприкінці квітня (45-94 п.з./м<sup>3</sup>). Пік пилення із концентрацією 471 п.з./м<sup>3</sup> констатовано 06.05. Високим (55-324 п.з./м<sup>3</sup>) залишався вміст пилку ще впродовж десяти днів. 17.05 спостерігали різке його зниження до 16 п.з./м<sup>3</sup>. Незначні концентрації фіксували до 02.06.

Уперше появу пилку видів роду *Pinus* спостерігали наприкінці квітня (29.04). До кінця першої декади травня кількість пилкових зерен у кубічному метрі повітря не перевищувала 9. Із 12.05 вона стрімко зростає до 58 і залишалася високою впродовж 10 днів (58-980). Із 22 по 24.05 та 26-27.05 фіксували зниження концентрацій пилку (3-32 п.з./м<sup>3</sup>), а 25.05 одноденне підвищення до 99 п.з./м<sup>3</sup> і дводенне 28-29 (319, 230 п.з./м<sup>3</sup>,

відповідно). Із 30.05 вміст пилок зерен знизився до 3 п.з./м<sup>3</sup>, підвищення до 36-50 фіксували на початку червня. Із другої декади він не перевищував 8 п.з./м<sup>3</sup>. 27.06 зареєстрували кінець пилення.

Перші пилові зерна *Piceae*, як і *Pinus*, були зафіксовані наприкінці квітня. Підвищення концентрацій спостерігали з 10.05 (23 п.з./м<sup>3</sup>). Упродовж восьми днів (12, 15-16, 18-22.05) вміст пилку залишався високим (66-465 п.з./м<sup>3</sup>), а з 23.05 знизився і не перевищував 48, винятком було одноденне зростання 29.05 до 183 п.з./м<sup>3</sup>. Із початку червня і до кінця другої декади пилові зерна ялини траплялися на препаратах поодинокі.

Пилок представників роду *Abies* з'явився в атмосферному повітрі міста на початку травня. 06.05 його концентрація зросла до 21, а наступного дня – до 191 п.з./м<sup>3</sup>. Протягом тижня кількість пилку в кубічному метрі повітря коливалася від 1 до 40. 16.05 спостерігали пік палінації із концентрацією 265 п.з./м<sup>3</sup>. Високим був вміст пилку 19-20.05 (68, 98 п.з./м<sup>3</sup>, відповідно), а з початку третьої декади різко знизився до 7 п.з./м<sup>3</sup>. Період пилення завершився наприкінці травня.

Отже, упродовж весняної палінації можна виділити три хвилі: перша, ранньо-весняна, зумовлена пиленням ліщини та вільхи (з кінця лютого до кінця березня), друга – берези, ясени та граба (з другої декади квітня до початку травня) і третя – дуба та хвойних (з початку травня до початку червня).

Наприкінці квітня (27.04) в повітрі виявили перші пилові зерна злаків. Протягом місяця (до 23.05) в атмосфері не було значних кількостей пилку *Poaceae*. Їхній вміст підвищився з 23.05 (93 п.з./м<sup>3</sup>). Високі концентрації пилку констатовано наприкінці травня, 29.05 (300 п.з./м<sup>3</sup>) та у першій декаді червня, 02-12.06 (54...223 п.з./м<sup>3</sup>). У другій декаді червня кількість пилку знизилася і коливалася від 6 до 35 п.з./м<sup>3</sup>. Наступні зростання спостерігали в третій декаді червня та першій-другій декадах липня (від 54 до 456 п.з./м<sup>3</sup>). Із третьої декади липня концентрація пилку знизилася і до початку серпня не перевищувала 15 п.з./м<sup>3</sup>. Поодинокі пилові зерна були наявні в пиловому опаді міста до кінця вересня.

Період пилення кропивових розпочався 13.05. Збільшення кількості пилку *Urticaceae* до 26 п.з./м<sup>3</sup> спостерігали з другої декади червня. Дні з високим вмістом було зафіксовано 28.06 (56 п.з./м<sup>3</sup>) та в першій декаді липня (01-02.07, 06.07). Упродовж другої та третьої декади липня концентрація пилку кропивових не перевищувала 30 п.з./м<sup>3</sup>. Різке зниження (до 1-6 п.з./м<sup>3</sup>) фіксували з початку серпня. Наприкінці серпня та на початку вересня пилові зерна *Urticaceae* реєстрували в повітрі поодинокі. Завершення палінаційного сезону зерна констатовано 10.09.

Перші пилові зерна *Artemisia* зареєстровано 13.07, а 14-18 та 20-21.07 в атмосферному повітрі міста їх не було виявлено. Із 01.08 кількість пилку в повітрі почала збільшуватись. Пік палінації спостерігали 04.08 (45 п.з./м<sup>3</sup>). Упродовж наступної декади концентрація пилових зерен полину коливалася від 8 до 26 п.з./м<sup>3</sup>, окрім 15 (4 п.з./м<sup>3</sup>) та 19.08 (2 п.з./м<sup>3</sup>). Із третьої декади серпня і до кінця другої декади вересня в повітрі були виявлені тільки поодинокі пилові зерна цієї рослини. Пилення видів роду *Artemisia* тривало до 21.09.

Пилок амброзії із концентрацією 9 п.з./м<sup>3</sup> виявлено 19.07. До середини серпня його вміст коливався від 1 до 5 п.з./м<sup>3</sup>. Із 16.08 констатовано підвищення концентрацій (7-19 п.з./м<sup>3</sup>), а 28.08 максимум пилку в повітрі (52 п.з./м<sup>3</sup>). Після досягнення піку пилення кількість пилових зерен у кубічному метрі повітря знизилася до 1-8. Одноденні підвищення спостерігали 29.08 (15 п.з./м<sup>3</sup>), 01.09 (20 п.з./м<sup>3</sup>), 11.09 (24 п.з./м<sup>3</sup>) та 18.09 (15 п.з./м<sup>3</sup>). Пилення амброзії закінчилося 02.10.

У пиленні трав спостерігали дві хвилі підвищення концентрацій пилку (перша – із кінця травня до кінця першої декади червня і друга – із кінця червня до середини липня).

На основі результатів аеропалінологічного моніторингу побудовано календар пилення алергенних рослин для м. Івано-Франківськ (табл. 1).

Таблиця 1– Календар пилення основних алергенних рослин (2015 р.)

Місяць	Лютий			Березень			Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
Декада	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Назва таксону	Деревні																							
<i>Corylus</i>																								
<i>Alnus</i>																								
<i>Betula</i>																								
<i>Fraxinus</i>																								
<i>Carpinus</i>																								
<i>Quercus</i>																								
Pinaceae																								
	Трав'яні																							
Roaceae																								
Urticaceae																								
<i>Artemisia</i>																								
<i>Ambrosia</i>																								

Примітка : середньодекадний вміст пилку (п. з./ м<sup>3</sup>)

□ – низький 1-10;    □ – середній 11-50;    □ – високий 50-100;    □ – дуже високий >100.

Пилок досліджуваних алергенних рослин спостерігали в повітрі міста з другої декади лютого і до кінця вересня. Поява пилку ліщини та вільхи в повітрі Івано-Франківська в лютому узгоджується з результатами проведених аеропалінологічних досліджень у Польщі (м. Сосновка та Краків), де його появу також фіксували у другій декаді лютого [7, 8], а в м. Львів – у третій декаді лютого [9].

Пилок берези, який вважається основним аероалергеном центральної та Північної Європи [10], з'явився вже в другій декаді березня, проте початок пилкового сезону цієї рослини (за загальноприйнятим методом 95% ) також збігається з початком у деяких містах Польщі (Люблін, Жешув) [11,12], і в містах Львові [9] та Вінниці [13].

На декаду раніше, ніж у Польщі та Львові, вже в третій декаді березня, розпочалося пилення граба [9, 14]. За літературними даними, на декаду раніше ніж в Івано-Франківську у 2013 році розпочалося пилення граба у Вінниці [13]. Цьогоріч річна сума пилку була найвищою і становила 1518 п.з. (для порівняння, у 2014 було зібрано 146 п.з., а у 2013 – 7128).

Поява пилку дуба в повітрі міста зафіксована у другій декаді квітня, але початок пилкового сезону (за 95-ти процентним методом), як і у м. Люблін, спостерігали у третій декаді квітня (25.04) [14]. У Вінниці початок пилення представників зазначеного таксону у 2013 році було зареєстровано на два тижні раніше [13]. Пилкові зерна Pinaceae реєстрували в повітрі міста з початку травня і до кінця червня. Як і в Івано-Франківську,

початок пилення хвойних у першій декаді травня спостерігали в різні роки дослідження в Любліні, Полтаві та Дніпропетровську [14, 15, 16].

Найдовшим був сезон пилення представників родини *Poaceae*. Їхня палінація розпочалася в травні і тривала до вересня. Наявність пилку цих рослин у повітрі міста впродовж тривалого періоду зумовлена їх багатою видовою різноманітністю. Початок і кінець пилення зазначених таксонів в Івано-Франківську збігалися із львівськими, проте концентрації були значно вищими (у Івано-Франківську вміст пилку злаків досягнув значення 456, а у Львові не перевищував 66 п.з./м<sup>3</sup> [9]). Схожу ситуацію спостерігали з амброзією, коли періоди пилення теж збігалися, але концентрації пилку в Івано-Франківську були вищими (максимум 52 п.з./м<sup>3</sup>, а у Львові в різні роки дослідження не перевищував 12 п.з./м<sup>3</sup>) [9, 17]. Натомість у південних та східних містах України внесок пилкових зерен амброзії в аеропаліноспектр становить більше 50%. Зафіксовані максимальні концентрації пилку цієї рослини в Дніпропетровську – 1491 п.з./м<sup>3</sup>, Запоріжжі – 1950 п.з./м<sup>3</sup> [18].

Задля прогнозування аеропалінологічної ситуації у місті, перспективним є подальше проведення пилкового моніторингу із використанням сучасного пилковловлювача типу Буркард.

### ВИСНОВКИ

У 2015 році у м. Івано-Франківськ сезон пилення алергенних рослин тривав з другої декади лютого до кінця вересня. В аеропалінологічному спектрі міста домінували пилкові зерна представників таксонів: *Poaceae* (15,1%), *Betula* (14,5%), *Pinus* (12,1%), *Carpinus* (10,8%), *Quercus* (7,4%), *Piceae* (6,7%), *Alnus* (5,9%). Найдовший період пилення констатовано в злакових (з кінця квітня до кінця вересня), а найкоротший – у ясена (з другої декади березня до початку травня).

Найбільш небезпечними, з аероалергенної точки зору, були друга і третя декада квітня, коли спостерігали одночасну появу високих концентрацій пилку берези, ясена та граба. У пиленні трав спостерігали дві хвилі підвищення концентрацій пилку (перша – з кінця травня до кінця першої декади червня і друга – з кінця червня до середини липня), які також можуть спричинити спалахи сезонної алергії в сенсibiliзованих жителів міста.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Kasprzyk I. Comparative study of seasonal and intradiurnal variation of airborne herbaceous pollen in urban and rural areas / I. Kasprzyk // *Aerobiologia*. – 2006. – Vol. 22. – P. 185-195.
2. Воробець Н. М. Напрямки та перспективи аеропалінологічного моніторингу в Україні / Н. М. Воробець, Н. О. Калинович // *Укр. мед. часопис*. – 2012. – Т. 4, № 90. – С. 26–29.
3. Принципы и методы аэропаллинологических исследований: метод. пособие / Под. ред. Н. Р. Мейер-Меликян, Е. Э. Северовой. – М., 1999. – 148 с.
4. Куприянова Л. А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л. : Наука, 1972. – Т. 1. – 171 с.
5. Куприянова Л. А. Пыльца двудольных растений флоры Европейской части СССР / Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. – Л. : Наука, 1978. – Т. 2. – 184 с.
6. Bassett I. J. An Atlas of Airborne Pollen Grains and Common Fungus Spores of Canada / I. J. Bassett, C. W. Crompton, J.A. Parmele. – Ottawa, 1978. – 322 p.
7. Chłopek K. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Sosnowca, 2001–2005 / K. Chłopek, K. Dąmbrowska // *Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski*. – Lublin, 2006. – S. 59–69.

8. The pollen season dynamics and relationship among some season parameters (start, end, annual total, season phases) in Kraków, Poland, 1991–2008 / D. Myszkowska, B. Jenner, D. Stępańska, E. Czarnobilska // *Aerobiologia*. – 2011. – Vol. 27. – P. 229–238.
9. Волощук К. Календар пилення алергенних рослин у місті Львові (2011 рік) / К. Волощук // *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. – 2014. – № 65. – С. 170–179.
10. Myszkowska D. Birch (*Betula L.*) pollen seasons in Cracow in 1991–2008 in relation to meteorological conditions / D. Myszkowska, K. Piotrowicz // *Acta Agrobotanica*. – 2009. – Vol. 62, № 2. – P. 67–75.
11. Kasprzyk I. Co-occurrence of airborne allergenic pollen grains and fungal spores in Rzeszów, Poland (2000–2002) / I. Kasprzyk // *Acta Agrobotanica*. – 2008. – Vol. 61, № 2. – P. 65–73.
12. Piotrowska K. The influence of meteorological conditions on the start of the hazel (*Corylus L.*) pollen season in Lublin, 2001–2009 / K. Piotrowska, B. M. Kaszewski // *Acta Agrobotanica*. – 2009. – Vol. 62, № 2. – P. 59–66.
13. Родінкова В. В. Особливості палінації дерев, що мають алергенний пилок, у містах лісостепової та степової зон України / В. В. Родінкова // *Одеський медичний журнал*. – 2013. – Т. 138, № 4. – С. 57–62.
14. Piotrowska-Weryszko K. The airborne pollen calendar for Lublin, central-eastern Poland / K. Piotrowska-Weryszko, E. Weryszko-Chmielewska // *Ann Agric Environ Med*. – 2014. – Vol. 21, № 3. – P. 541–545.
15. Родінкова В.В. Аеропалінологічний спектр м. Дніпропетровськ як основа профілактики сезонної алергії / В. В. Родінкова // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина*. – 2013. – Т. 1, № 4. – С. 3–9.
16. Родінкова В.В. Особливості розповсюдження пилку аероалергенної флори у повітрі м. Полтави / В.В. Родінкова // *Вісник проблем біології та медицини*. – 2012. – Т. 2, № 97. – С. 49–53.
17. Свідрак К. Кількісна динаміка пилку *Artemisia* і *Ambrosia* у повітрі Львова та поза його межами / К. Свідрак, Н. Калинович, Н. Воробець // *Біологічні Студії*. – 2010. – Т. 4, № 1. – С. 123–134.
18. Родінкова В. В. Основний аеропалінологічний спектр міст Центральної, Південної та Східної України / В. В. Родінкова // *Досягнення біології та медицини*. – 2013. – Т. 22, № 2. – С. 11–15.
19. Пилковий календар Запоріжжя / О. Б. Приходько, М. В. Стеблюк, Т. І. Ємець [та ін.] // *Запорізький медичний журнал*. — 2010. — Т. 12, № 1. – С. 19–22.

## REFERENCES

1. Kasprzyk I. Comparative study of seasonal and intradiurnal variation of airborne herbaceous pollen in urban and rural areas / I. Kasprzyk // *Aerobiologia*. – 2006. – Vol. 22. – P. 185–195.
  2. Vorobec' N.M. Naprjamki ta perspektivi aeropalinologichnogo monitoringu v Ukraini / N. M. Vorobec', N.O. Kalinovich // *Ukr. med. chasopis*. – 2012. – Т. 4, № 90. – С. 26–29.
  3. Principy i metody ajeropalinologicheskikh issledovanij: metod. posobie / Pod. red. N. R. Mejer-Melikjan, E. Je. Severovoj. – M, 1999. – 148 s.
  4. Kuprijanova L.A. Pyl'ca i spory rastenij flory evropejskoj chasti SSSR / L.A. Kuprijanova, L. A. Aleshina. – L. : Nauka, 1972. – Т. 1. – 171 s.
  5. Kuprijanova L.A. Pyl'ca dvudol'nyh rastenij flory Evropejskoj chasti SSSR / L. A. Kuprijanova, L.A. Aleshina. – L. : Nauka, 1978. – Т. 2. – 184 s.
  6. Bassett I.J. An Atlas of Airborne Pollen Grains and Common Fungus Spores of Canada / I. J Bassett, C.W. Crompton, J.A. Parmele. – Ottawa, 1978. – 322 r.
  7. Chłopek K. Pylek wybranych taksonów roślin w powietrzu Sosnowca, 2001–2005 / K. Chłopek, K. Dąmbrowska // *Pylek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski*. – Lublin, 2006. – С. 59–69.
  8. The pollen season dynamics and relationship among some season parameters (start, end, annual total, season phases) in Kraków, Poland, 1991–2008 / D. Myszkowska, B. Jenner, D. Stępańska, E. Czarnobilska // *Aerobiologia*. – 2011. – Vol. 27. – P. 229–238.
- Voloshchuk K. Kalendar pilennja alergennih roslin u misti

- L'vovi (2011 rik) / K. Voloshhuk // Visnik L'vivs'kogo universitetu. Serija biologichna. – 2014. – № 65. – S. 170–179.
9. Voloshhuk K. Kalendar pylennja alergennyh roslin u misti L'vovi (2011 rik) / K. Voloshhuk // Visnyk L'vivs'kogo universytetu. Serija biologichna. – 2014. – № 65. – S. 170–179.
  10. Myszkowska D. Birch (*Betula L.*) pollen seasons in Cracow in 1991–2008 in relation to meteorological conditions / D. Myszkowska, K. Piotrowicz // *Acta Agrobotanica*. – 2009. – Vol. 62, № 2. – P. 67–75.
  11. Kasprzyk I. Co-occurrence of airborne allergenic pollen grains and fungal spores in Rzeszów, Poland (2000–2002) / I. Kasprzyk // *Acta Agrobotanica*. – 2008. – Vol. 61, № 2. – P. 65–73.
  12. Piotrowska K. The influence of meteorological conditions on the start of the hazel (*Corylus L.*) pollen season in Lublin, 2001–2009 / K. Piotrowska, B. M. Kaszewski // *Acta Agrobotanica*. – 2009. – Vol. 62, № 2. – P. 59–66.
  13. Rodinkova V. V. Osoblivosti palinacii derev, shho majut' alergennij pilok, u mistah lisostepovoi ta stepovoi zon Ukraini / V. V. Rodinkova // *Odes'kij medichnij zhurnal*. – 2013. – T. 138, № 4. – S. 57–62.
  14. Piotrowska-Weryszko K. The airborne pollen calendar for Lublin, central-eastern Poland / K. Piotrowska-Weryszko, E. Weryszko-Chmielewska // *Ann Agric Environ Med*. – 2014. – Vol. 21, № 3. – P. 541–545.
  15. Rodinkova V.V. Aeropalinologichnij spektr m. Dnipropetrovs'k jak osnova profilaktiki sezonnoi alergii / V. V. Rodinkova // *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Biologija. Medicina*. – 2013. – T. 1, № 4. – S. 3–9.
  16. Rodinkova V.V. Osoblivosti rozpovsjudzhenja pilku aeroalergennoi flori u povitri m. Poltavi / V.V. Rodinkova // *Visnik problem biologii ta medicini*. – 2012. – T. 2, №97. – S. 49–53.
  17. Svidrak K. Kil'kiska dinamika pilku *Artemisia* i *Ambrosia* u povitri L'vova ta poza jogo mezhami / K. Svidrak, N. Kalinovich, N. Vorobec' // *Biologichni Studii*. – 2010. – T. 4, № 1. – S. 123–134.
  18. Rodinkova V.V. Osnovnij aeropalinologichnij spektr mist Central'noi, Pivdennoi ta Shidnoi Ukraini / V. V. Rodinkova // *Dosjagnennja biologii ta medicini*. – 2013. – T. 22, №2. – S. 11–15.
  19. Pilkovij kalendar Zaporizhzhja / O.B. Prihod'ko, M.V. Stebljuk, T.I. Emec' [ta in.] // *Zaporiz'kij medichnij zhurnal*. — 2010. — T. 12, № 1. – S. 19 – 22.

УДК 581. 524. 1

## УЗАГАЛЬНЮЮЧІ МОДЕЛІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ДЕРЕВОСТАНІВ ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Скляр В.Г.

*Сумський національний аграрний університет  
40021, Україна, Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160*

skvig@mail.ru

Проаналізовано вертикальну структуру ярусу деревостану в лісових фітоценозах 24 груп асоціацій лісової рослинності, що є типовими для Лівобережного Полісся України. За результатами оцінки когортного складу деревостанів та висоти особин лісоутворювальних видів, що входять до їхнього складу, розроблено низку узагальнюючих моделей. Одна група моделей відображує представленість у складі деревостанів особин когорт молодих та генеративних дерев. Загалом запропоновано три моделі, що відображають особливості організації одноярусних деревостанів, п'ять моделей для двоярусних та вісім – для тріярусних. Показано, що в лісових фітоценозах Лівобережного Полісся реалізується ще кілька моделей (А, В, С), які відображають особливості просторового розташування ярусів деревостану за відношенням один до одного. Зазначено, що в досліджуваному регіоні деревостани здебільшого мають спрощену вертикальну структуру та ярусну організацію, що є одним із наслідків тривалого господарського втручання та створення штучних лісових насаджень.

*Ключові слова: лісові фітоценози, вертикальна структура, ярусність, когорти, Лівобережне Полісся України.*



Скляр В.Г. ОБОБЩАЮЩИЕ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ / Сумской национальный аграрный университет, 40021, Украина, Сумы, ул. Г. Кондратьева, 160

Проанализирована вертикальная структура яруса древостоя в лесных фитоценозах 24 групп ассоциаций лесной растительности, типичных для Левобережного Полесья Украины. По результатам оценки когортного состава древостоев и высоты особей лесообразующих видов, входящих в их состав, разработаны несколько обобщающих моделей. Одна группа моделей отражает представленность в составе древостоев особей когорт молодых и генеративных деревьев. Предложены три модели, отражающие особенности организации одноярусных древостоев, пять моделей для двухъярусных и восемь – для трехъярусных. Показано, что в лесных фитоценозах Левобережного Полесья реализуется еще несколько моделей (А, В, С), отражающих особенности пространственного расположения ярусов древостоя по отношению друг к другу. Отмечено, что исследуемом регионе древостой в основном имеет упрощенную вертикальную структуру и ярусную организацию, что является следствием длительного антропогенного вмешательства и создания искусственных лесных насаждений.

*Ключевые слова: лесные фитоценозы, вертикальная структура, ярусность, когорты, Левобережное Полесье Украины.*

Skliar V.G. GENERALIZING MODELS OF TREE STAND VERTICAL STRUCTURE OF FOREST PHYTOCENOSES OF UKRAINIAN LEFT-BANK POLISSIA / Sumy National Agrarian University, 40021, Ukraine, Sumy, G. Kondratieva str. 160

We analyzed vertical structure of tree stand layer in forest phytocenoses of 24 association groups of forest vegetation, typical for Ukrainian Left-Bank Polissia. According to the results of evaluation of tree stand cohort composition and height of forest forming species individuals, belonging to their composition, a number of generalizing models were designed. One group of models displays representation of individuals of young and generative tree cohorts in tree stand composition. Plants in the condition of «building in» the layer of tree stand of forest aggregation were related to young trees. These are virginal individuals a bit lower than general canopy of tree stand. Plants of g1 – g3 conditions, as well as subsenile individuals that still maintain their reproductive ability, were related to generative trees. Three models displaying organization peculiarities of one-layer tree stands were suggested within this group composition, five models – for two-layer ones, and eight models - for three-layer tree stands. The majority of models appeared to be of theoretical assumption character. Actual layered organization of tree stands fits only 7 models in forest phytocenoses of the region under research. Forest phytocenoses with one-layer tree stands, formed only of individuals of generative tree cohorts, are widely spread in environments of Ukrainian Left-Bank Polissia. Phytocenosis structure of 25% of investigated association groups fits this model. Two-layer tree stands are also widely presented (in almost 30% association groups). They represent model, where only generative individuals are in the first (upper) layer and only young trees are in the second (lower) one.

Three basic models are represented in composition of the second group of models according to peculiarities of spatial allocation of tree stand layers towards one another. Vertical structure of tree stands most often fits the model that proves presence of vivid spatial separation of layers from one another.

Tree stands mostly have simplified vertical structure and layered organization which are the result of long-lasting administrative interference and creation of man-made forests. Vertical structure of tree layer naturally gets complicated with enhancement of species diversity of forest forming species and with growth of cohort variety of trees which is positive for increase of forest stability in its turn. In future vertical structure complication can occur under condition of activation of natural regeneration process, as a result of which there will be uneven-aged and different-sized individuals of various cohorts of young generation under canopy and in the upper layers of such forests, and they will be capable to «react» actively to destruction process of tree stand upper layer and to occupy the position of mother trees.

*Key words: forest phytocenoses, vertical structure, layering, cohorts, Ukrainian Left-Bank Polissia.*

## ВСТУП

Важливою ознакою фітоценозів є наявність структури – горизонтальної та вертикальної. Остання безпосередньо пов'язана з явищем виокремлення ярусів у складі угруповань [1, 2].

Лісові фітоценози вирізняються особливо чітко вираженою ярусною організацією. У кожному угрупованні її ознаки є закономірним «відгуком» на дію комплексу екологічних (погодно-кліматичних, едафічних, орографічних) та біологічних (видового складу лісу, особливостей життєдіяльності деревних порід та ін.) чинників. Своєю чергою,

завдяки особливостям ярусної організації лісові фітоценози здатні чинити потужну середовищеутворюючу та середовищеперетворюючу дію, визначаючи характер перебігу багатьох важливих еколого-біологічних процесів і в самому угрупованні, і на прилеглих територіях. Зараз беззаперечно доведеним є факт впливу особливостей ярусної організації лісів на кількість, режим сонячної радіації та спектральний склад сонячного світла під наметом деревостанів [3-5] на температурні характеристики території [6-9], її водний режим [10, 11] тощо.

Незважаючи на значні наукові напрацювання, вивчення ярусної організації лісів у різних регіонах триває. Це питання висвітлюється і в низці наукових робіт, датованих останнім десятиріччям [12-16]. Зокрема, у роботах О.І. Євстигнєєва, за результатами досліджень, здійснених в Нерусо-Деснянському Поліссі, і в монографії С.М. Панченка, присвяченій рослинності Деснянсько-Старогутського національного природного парку, тобто на територіях, які розташовуються поблизу Лівобережного Полісся України або в його межах, наводяться схеми, що відображають особливості вертикальної структури різних лісових фітоценозів.

Значущість вивчення ярусності зумовлюється й тим, що вона суттєво відбивається на особливостях, закономірностях процесу природного відновлення, який належить до числа найважливіших механізмів забезпечення функціонування лісових фітоценозів. У процесі росту і розвитку особин молодого покоління дерев відбувається суттєва, в десятки і сотні разів, зміна їхніх розмірів: загальної фітомаса, висота та ін. Це призводить до формування в межах однієї популяції лісоутворювальних видів внутрішньопопуляційних груп рослин (когорт), які мають біолого-екологічні особливості та відрізняються розташуванням основних фотосинтезуючих органів у різних ярусах, а коренів – у різних ґрунтових горизонтах [17]. У підсумку ефективність природного відновлення буде визначатися тим, наскільки успішно відбувається лісовідновлювальна імплементація, тобто процес поступового переходу когорт із одного ярусу лісу в наступний та стійкого вбудовування у відповідний ярус. Метою цього дослідження було узагальнення даних для лісових фітоценозів Лівобережного Полісся України щодо когортного складу деревостанів та їхньої ярусної організації.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивченням було охоплено фітоценози, які є типовими для Лівобережного Полісся України. Вони репрезентують двадцять чотири групи асоціацій лісової рослинності: *Pineta (sylvestris) hylocomiosa*, *Pineta (sylvestris) calamagrostidosa (epigeioris)*, *Pineta (sylvestris) nardosa (strictae)*, *Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) asarosa (europaei)*, *Pineta (sylvestris) pteridiosa (aquilini)*, *Pineta (sylvestris) franguloso (alni) – vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) moliniosa (caeruleae)*, *Pineta (sylvestris) sphagnosa*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae) sparsi herbosa*, *Betuleto (penduli) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Querceta (roboris) majanthemosa (bifolii)*, *Querceta (roboris) aegopodiosa (podagrariae)*, *Querceta (roboris) convallariosa (majalis)*, *Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – convallariosa (majalis)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) coryloso (avellanae) – aegopodiosa (podagrariae)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) stellariosa (holosteae)*, *Tilieto (cordatae) – Querceta (roboris) stellariosa (holosteae)*, *Betuleta (pendulae) vacciniosa (myrtilli)*, *Betuleta (pendulae) caricosa (pilosae)*, *Betuleta (pendulae) stellariosa (holosteae)*, *Populeta (tremulae) stellariosa (holosteae)*.

У цих лісах при вивченні ознак деревостанів оцінювали їхній видовий та когортний склад. Відповідно до запропонованого В.Г. Скляр та Ю.А. Злобіним підходу щодо виділення внутрішньопопуляційних груп рослин, у ярусі деревостану зазвичай представлені особини

двох когорт: «молодих дерев верхнього ярусу лісу» та «генеративних дерев верхнього ярусу лісу» [17]. Виходячи із визначеної системи поділу, до першої когорти відносили особини, які перебувають у стані «вбудовування» в ярус деревостану лісового угруповання. Це віргінільні особини, дещо нижчі за основний намет деревостану. До другої когорти відносили рослини  $g_1 - g_3$  станів, а також субсенільні особини, які ще зберігають репродуктивну здатність.

У процесі обстеження фітоценозів за допомогою висотоміра визначали висоту всіх особин кожної когорти. Отриману кількісну інформацію опрацьовували методами математичної статистики із використанням пакета прикладних програм STATISTICA [18]. Ці оцінки висоти дерев та точкового оцінювання статистичних рядів є базовою основою для розробки узагальнюючих моделей вертикальної структури деревостанів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведених досліджень розроблена низка узагальнюючих моделей, які відображають представленість у складі деревостанів Лівобережного Полісся України особин когорти молодих дерев та когорти генеративних дерев.

**Узагальнюючі моделі для одноярусних деревостанів.** Модель № 1.1 – деревостан сформований виключно із генеративних дерев. Цій моделі відповідає розмірна структура фітоценозів у 6 з 24 обстежених груп асоціацій: *Pineta (sylvestris) calamagrostidosa (epigeioris)*, *Pineta (sylvestris) nardosa (strictae)*, *Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae)–vacciniosa (myrtilli)*, *Querceta (roboris) majanthemosa (bifolii)*, *Querceta (roboris) aegopodiosa (podagrariae)*, *Querceta (roboris) coryloso (avellanae)–convallariosa (majalis)*.

Модель № 1.2 – у складі деревостану представлені виключно особини із когорти молодих дерев. Цій моделі відповідає розмірна структура деревостанів низки фітоценозів групи асоціацій *Pineta (sylvestris) pteridiosa (aquilini)*.

Модель № 1.3 – деревостан сформований із генеративних та молодих дерев. Зараз ця модель має характер гіпотетичного припущення. Прикладів її фактичної реалізації в регіоні досліджень поки що не виявлено.

**Узагальнюючі моделі для двоярусних деревостанів.** Модель № 2.1 – кожен із ярусів сформований виключно із генеративних рослин. Цій моделі відповідає структура деревостанів у деяких фітоценозах групи асоціацій *Querceta (roboris) convallariosa (majalis)*.

Модель № 2.2 – перший (верхній) ярус сформований виключно з генеративних рослин, другий (нижній) – із молодих та генеративних дерев. Цій моделі відповідає розмірна структура деревостанів у фітоценозах групи асоціацій *Querceto (roboris)–Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*.

Модель № 2.3 – у складі кожного ярусу наявні і генеративні, і молоді дерева. На цей час модель має характер гіпотетичного припущення. Прикладів її фактичної реалізації в регіоні досліджень на теперішній час не виявлено.

Модель № 2.4 – перший ярус деревостану сформований і з генеративних, і з молодих дерев, а другий – виключно із молодих. Ця модель має характер гіпотетичного припущення. Прикладів її фактичної реалізації не виявлено.

Модель № 2.5 – у першому ярусі наявні лише генеративні особини, а у другому – тільки молоді дерева. Цій моделі відповідає розмірна структура деревостанів у низці фітоценозів таких груп асоціацій: *Pineta (sylvestris) franguloso (alni)–vacciniosa (myrtilli)*, *Pineta (sylvestris) moliniosa (caeruleae)*, *Querceto (roboris)–Pineta (sylvestris) coryloso (avellanae)*

*sparsi herbosa, Acereto (platanoiditis)–Querceta (roboris) coryloso (avellanae)–aegopodiosa (podagrariae), Acereto (platanoiditis) – Querceta (roboris) stellariosa (holosteae), Tilieta (cordatae)–Querceta (roboris) stellariosa (holosteae), Betuleta (pendulae) vacciniosa (myrtilli), Populeta (tremulae) stellariosa (holosteae).*

**Узагальнюючі моделі триярусних деревостанів.** Модель № 3.1 – у складі деревостану всі яруси сформовані виключно із дерев генеративного онтогенетичного стану.

Модель № 3.2 – усі яруси деревостану сформовані виключно із молодих дерев.

Модель № 3.3 – у складі всіх ярусів представлені особини обох когорт.

Модель № 3.4 – перший (верхній) ярус сформований з генеративних дерев, а другий (середній) та третій (нижній) – з молодих.

Модель № 3.5 – у деревостані в першому ярусі наявні лише генеративні дерева, а в другому та третьому ярусах – і молоді, і генеративні.

Модель № 3.6 – у складі деревостану перший та другий яруси сформовані виключно із генеративних дерев, а третій – з молодих та генеративних дерев.

Ці шість моделей мають характер гіпотетичного припущення. Прикладів їхньої фактичної реалізації в регіоні досліджень зараз не виявлено.

Модель № 3.7 – у складі деревостану перший та другий яруси сформовані виключно із дерев генеративного онтогенетичного стану, а третій – із молодих дерев. Цій моделі відповідає структура деревостанів у низці фітоценозів груп асоціацій *Pineta (sylvestris) asarosa (europaei)* та *Betuleto (pendulae) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*.

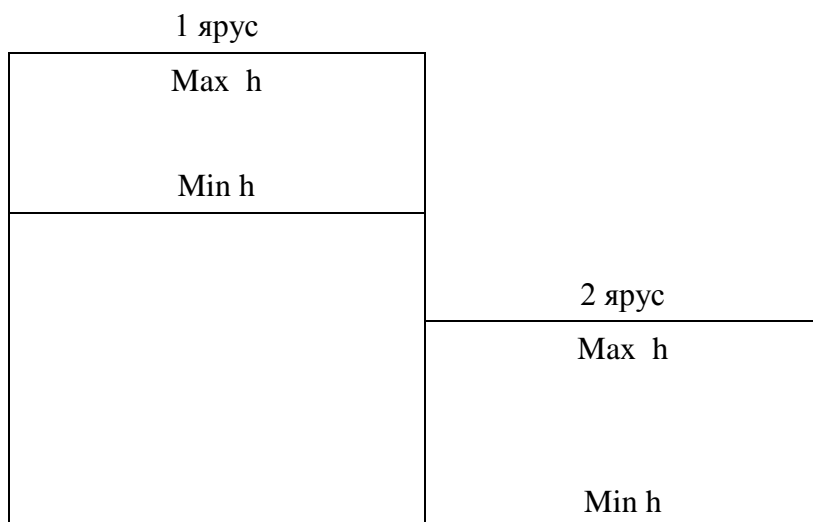
Модель № 3.8 – перший ярус деревостану складається із генеративних дерев, другий – з генеративних та молодих дерев, третій – виключно з молодих. Цій моделі відповідає структура деревостанів у деяких фітоценозах груп асоціацій *Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)* та *Betuleta (pendulae) caricosa (pilosae)*.

Виходячи із отриманих результатів, встановлено, що в умовах Лівобережного Полісся України дуже поширені лісові фітоценози з одноярусними деревостанами, структура яких відповідає моделі № 1.1, що проявила себе в 25% обстежених нами груп асоціацій. Досить широку представленість мають і двоярусні деревостани, що репрезентують модель № 2.5: їй відповідає вертикальна структура фітоценозів близько 30% досліджених груп асоціацій.

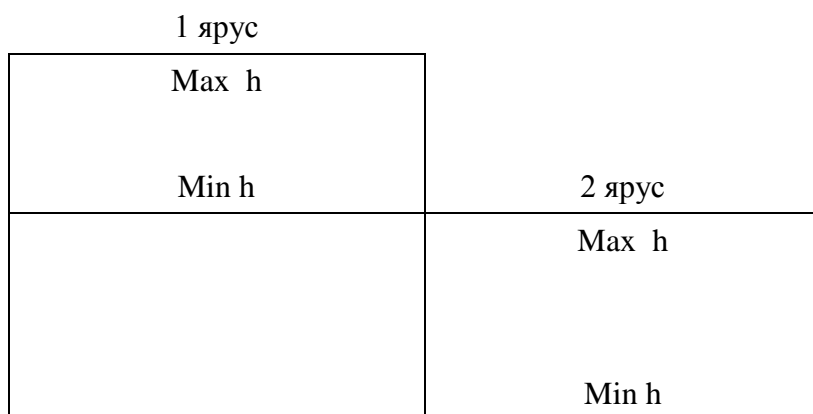
У процесі проведених досліджень також встановлено, що в лісових фітоценозах Лівобережного Полісся реалізується ще кілька моделей, які відображають особливості просторового розташування ярусів деревостану за відношенням один до одного. Двоярусним деревостанам відповідають три моделі: А, В, С (рис. 1).

Для моделі А характерна чітка просторова відокремленість ярусів один від одного. У моделі В фіксується наближення величин мінімальної висоти дерев, які формують перший (верхній) ярус, і максимальної висоти дерев, представлених у другому ярусі. Для моделі С характерне чітко виражене «перекривання» ярусів і, відповідно, поступовий континуальний перехід від одного ярусу до іншого. Це відбувається за рахунок незначного перевищення максимальної висоти дерев, які відграють провідну роль у формуванні другого (нижчого) ярусу, і мінімальної висоти дерев, представлених у першому ярусі. Кожна з цих моделей може бути реалізованою і в триярусних деревостанах. У багатоярусних лісах цілком можливою є одночасна представленість усіх цих моделей у різних комбінаціях.

A.



B.



C.

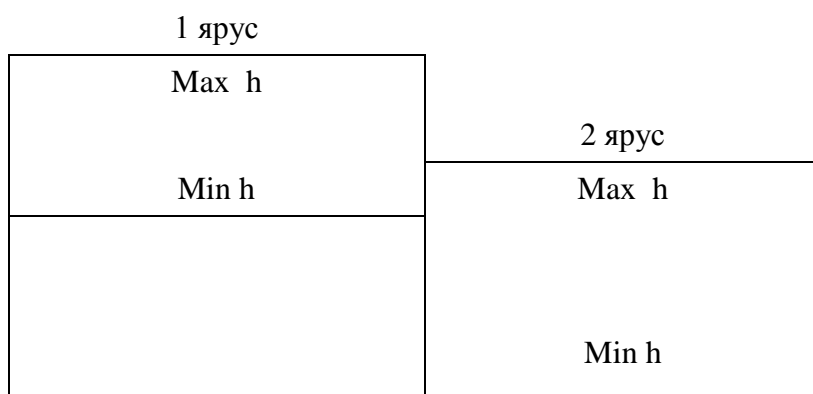


Рис. 1. Моделі (А, В, С) можливого просторового розташування ярусів деревостану (Max h – максимальна висота дерев певного ярусу, Min h – мінімальна висота дерев певного ярусу).

Лісові фітоценози з двоярусним деревостаном найчастіше відповідають моделі А. Вона характерна для деревостанів деяких фітоценозів груп асоціацій *Pineta (sylvestris) moliniosa (caeruleae)*, *Querceto (roboris) – Pineta (sylvestris) vacciniosa (myrtilli)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceto (roboris) coryloso (avellanae) – aegopodiosa (podagrariae)*, *Acereto (platanoiditis) – Querceto (roboris) stellariosa (holosteae)*, *Betuleta (pendulae) vacciniosa (myrtilli)*, *Populeta (tremulae) stellariosa (holosteae)*. Вертикальна структура, яка майже

повністю відповідає параметрам моделі В, характерна для фітоценозів групи асоціацій *Querceta (roboris) convallariosa (majalis)*, а моделі С – фітоценозів групи асоціацій *Pineta (sylvestris) franguloso (alni) – vacciniosa (myrtilli)*.

Унаслідок природних умов і особливостей ведення лісового господарства, довготривалий час орієнтованого в першу чергу «на сосну», на теренах Лівобережного Полісся України досить поширеними є ліси із одноярусними деревостанами, сформованими виключно із дерев однієї когорти. За результатами досліджень, здійснених в іншому регіоні України – Західному Поліссі, В.Д. Шкудор [19] зазначає, що спрощення структури соснових лісів і збіднення різноманіття деревних порід, представлених у їхньому складі, є одним із наслідків переважання тут лісових культур.

Перспективою подальших наукових досліджень є розробка узагальнюючих моделей вертикальної структури лісових фітоценозів з охопленням усіх ярусів (від трав'яно-мохового до деревостану). Такі моделі можуть виявитися корисними при поглибленому дослідженні процесу лісовідновлювальної імплементації.

### ВИСНОВКИ

1. На основі урахування представленості в складі деревостанів лісів Лівобережного Полісся України особин когорт молодих та генеративних дерев запропоновано 16 узагальнюючих моделей вертикальної структури. У лісових фітоценозах досліджуваного регіону фактична ярусна організація деревостанів відповідає тільки сімом із них.
2. За особливостями просторового розташування ярусів деревостану за відношенням один до одного визначено три базові моделі. Найчастіше вертикальна структура деревостанів відповідає тій моделі, яка засвідчує наявність чітко вираженої просторової відокремленості ярусів один від одного.
3. Деревостани здебільшого мають спрощену вертикальну структуру та ярусну організацію, що є одним із наслідків тривалого господарського втручання та створення штучних лісових насаджень.
4. Вертикальна структура деревного ярусу закономірно ускладнюється при збільшенні видового різноманіття лісоутворювальних видів та в міру зростання когортного різноманіття дерев, що своєю чергою, є позитивним для підвищення стійкості лісів.
5. Ускладнення вертикальної структури надалі може відбутися за умови активізації процесу природного відновлення, у результаті якого під наметом і у верхніх ярусах таких лісів будуть наявні різновікові та різні за розміром особини різних когорт молодого покоління, здатні активно «відреагувати» на процес руйнації верхнього ярусу деревостану і зайняти місце материнських дерев.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Чернова Н. М. Общая экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – М. : Дрофа, 2004. – 416 с.
2. Спурр С. Г. Лесная экология / С. Г. Спурр, Б. В. Барнес. – М. : Лесная пром-ть, 1984. – 479 с.
3. Алексеев В. А. Световой режим леса / В. А. Алексеев. – Л. : Наука, 1975. – 277 с.
4. Елагин И. Н. Сезонное развитие сосновых лесов / И. Н. Елагин. – Новосибирск : Наука, 1976. – 227 с.
5. Нестерович Н. Д. Влияние света на древесные растения / Н. Д. Нестерович, Г. И. Маргайлик. – Минск : Наука и техника, 1969. – 175 с.

6. Калнинь А. Я. Микроклимат леса / А. Я. Калнинь // Ученые записки аспиранта. Латв. ун-та. – 1964. – Вып. 3. – С. 17-26.
7. Миронова З. А. Температурный режим ельника-черничника свежего и березняка черничного свежего / З. А. Миронова // Материалы отчетной сессии лаборатории лесоведения за 1968 г. – Архангельск, 1969. – С. 34-42.
8. Buchanan H. Changes in air temperature resulting from forest manipulation / H. Buchanan, H. Biswell // Proc. Utah Acad. Sci. Arts and Lett. – 1968. – Vol. 45, № 1. – P. 257-253.
9. Čabart J. The temperature and moisture regimes in the upper layers of soil and lower layers of air under stands of pine (*Pinus resinosa*) and spruce (*Picea glauca*) / J. Čabart // Sci. agric. bohemosl. – 1970. – Vol. 2, № 2. – P. 34-42.
10. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса / А. А. Молчанов. – М. : АН СССР, 1960. – 488 с.
11. Beall H.W. The penetration of rainfall through hardwood and softwood forest canopy / H.W. Beall // Ecology. – 1934. – Vol. 15, № 4. – P. 247-253.
12. Гордиенко М. И. Лесоводственная оценка липы мелколистной, клена остролистного и граба обыкновенного / М. И. Гордиенко // Лесоведение. – 1979. – № 1. – С. 59-68.
13. Гуц А. К. Модель ярусно-мозаичного леса и моделирование сукцессии / А.К. Гуц, Е.О. Хлызов // Математические структуры и моделирование. – 2011. – Вып. 23. – С. 19-30.
14. Евстигнеев О. И. Механизмы поддержания биологического разнообразия лесных биогеоценозов : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора биол. наук : спец. 03.02.08 «Экология» / О. И. Евстигнеев. – Нижний Новгород, 2010. – 48 с.
15. Панченко С. М. Лесная растительность Деснянско-Старогутского национального природного парка / С. М. Панченко. – Сумы : Университетская книга, 2013. – 312 с.
16. Уткин А. И. Изучение вертикального распределения фитомассы в лесных биогеоценозах / А.И. Уткин, Н.В. Дылис // Бюл. Моск. об-ва. испытателей природы. отд. биол. – 1966. – Т. 71 (6). – С. 79-91.
17. Скляр В. Г. Внутрішньопопуляційна структура та методика її вивчення у деревних лісоутворюючих видів / В.Г. Скляр, Ю.А. Злобін // Чорноморськ. бот. журнал. – 2013. – Т. 9, №3. – С. 316-329.
18. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: [навч. посібник для студ. агроном. спец.] / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. – Сумы : Університетська книга, 2000. – 203 с.
19. Шкудор В. Д. Підвищення стійкості і збереження рослинного біорізноманіття соснових лісів західного Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.03.03. «Лісознавство і лісівництво» / В. Д. Шкудор. – Х., 2006. – 18 с.

#### REFERENCES

1. Chernova N. M. Obshchaya ekologiya / N. M. Chernova, A. M. Bylova. – M. : Drofa, 2004. – 416 s.
2. Spurr S.G. Lesnaya ekologiya / S.G. Spurr, B.V. Barnes. – M. : Lesnaya prom-t', 1984. – 479 s.
3. Alekseev V. A. Svetovoi rezhim lesa / V. A. Alekseev. – L. : Nauka, 1975. – 277 s.
4. Elagin I. N. Sezonnoe razvitie osnovnykh lesov / I. N. Elagin. – Novosibirsk : Nauka, 1976. – 227 s.
5. Nesterovich N.D. Vliyanie sveta na drevesnye rasteniya / N.D. Nesterovich, G.I. Margailik. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1969. – 175 s.
6. Kalnin' A.Ya. Mikroklimat lesa / A.Ya. Kalnin' // Uchenye zapiski aspir. Latv. un-ta. – 1964.

– Vyp. 3. – S. 17-26.

7. Mironova Z.A. Temperaturnyi rezhim el'nika-chernichnika svezhego i bereznyaka chernichnogo svezhego / Z.A. Mironova / Materialy otchetnoi sessii laboratorii lesovedeniya za 1968 g. – Arkhangel'sk, 1969. – S. 34-42.
8. Buchanan H. Changes in air temperature resulting from forest manipulation / H. Buchanan, H. Biswell // Proc. Utah Acad. Sci. Arts and Lett. – 1968. – Vol. 45, № 1. – P. 257-253.
9. Čabart J. The temperature and moisture regimes in the upper layers of soil and lower layers of air under stands of pine (*Pinus resinosa*) and spruce (*Picea glauca*) / J. Čabart // Sci. agric. bohemosl. – 1970. – Vol. 2, № 2. – P. 34-42.
10. Molchanov A.A. Hidrologicheskaya rol' lesa / A.A. Molchanov. – M. : AN SSSR, 1960. – 488 s.
11. Beall H.W. The penetration of rainfall through hardwood and softwood forest canopy / H.W. Beall // Ecology. – 1934. – Vol. 15, № 4. – P. 247-253.
12. Gordienko M.I. Lesovodstvennaya otsenka lipy melkolistnoi, klena ostrolistnogo i graba obyknovennogo / M.I. Gordienko // Lesovedenie. – 1979. – № 1. – S. 59-68.
13. Guts A.K. Model' yarusno-mozaichnogo lesa i modelirovanie suksessii / A.K. Guts, E.O. Khlyzov // Matematicheskie struktury i modelirovanie. – 2011. – Vyp. 23. – S. 19-30.
14. Evstigneev O.I. Mekhanizmy podderzhaniya biologicheskogo raznoobraziya lesnykh biogeotsenozov : avtoref. dis. na soiskanie uch. stepeni doktora biol. nauk : spets. 03.02.08 «Ekologiya» / O.I. Evstigneev. – Nizhnii Novgorod, 2010. – 48 s.
15. Panchenko S. M. Lesnaya rastitel'nost' Desnyansko-Starogut'skogo natsional'nogo prirodnogo parka / S. M. Panchenko. – Sumy : Universitetskaya kniga, 2013. – 312 s.
16. Utkin A.I. Izuchenie vertikal'nogo raspredeleniya fitomassy v lesnykh biogeotsenozakh / A.I. Utkin, N.V. Dylis // Byul. Mosk. ob-va. ispytatelei prirody. otd. biol. – 1966. – T. 71 (6). – S. 79-91.
17. Skliar V.G. Vnutrishn'opopulyatsiina struktura ta metodika ii vivchennya u derevnikh lisoutvoryuyuchikh vidiv / V.G. Skliar, Yu.A. Zlobin // Chornomors'k. bot. zhurnal. – 2013. – T. 9, № 3. – S. 316-329.
18. Komp'yuterni metodi v sil's'komu gospodarstvi ta biologii: [navch. posibnik dlya stud. agronom. spets.] / O.M. Tsarenko, Yu.A. Zlobin, V.G. Sklyar, S.M. Panchenko. – Sumi : Universitets'ka kniga, 2000. – 203 s.
19. Shkudor V.D. Pidvishchennya stiikosti i zberezheniya roslinnogo bioriznomanittya osnovnykh lisiv zakhidnogo Polissya Ukraini : avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-g. nauk : spets. 06.03.03. «Lisoznavstvo i lisivnitstvo» / V.D. Shkudor. – Kh., 2006. – 18 s.



УДК.....

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” (СЕРІЯ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ”)

До друку приймаються статті українською, російською та англійською мовами, що відповідають тематиці серії видання й містять нові наукові результати, не опубліковані раніше.

За структурою стаття має відповідати вимогам, затвердженим постановою президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України», тобто містити такі необхідні елементи:

- **постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- **аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;
- **виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми**, котрим присвячується означена стаття;
- **формулювання цілей статті**;
- **виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- **висновки** з даного дослідження і **перспективи подальших досліджень** у даному напрямку.

Виклад матеріалу статті має бути послідовним, логічно завершеним, із чіткими формулюваннями, що виключають подвійне тлумачення або неправильне розуміння інформації; мова тексту має відповідати літературним нормам, бути професійною і лаконічною. Автор зобов'язаний забезпечити високий науковий рівень викладеного матеріалу, повноту і системність висвітлення питання, достовірність результатів і даних, що наводяться, правильність цитування та посилань на літературні джерела. Статті публікуються мовою оригіналу.

### 1. МАКЕТ СТОРІНКИ

Для оригінал-макета використовується формат А4 з полями з усіх боків - 2 см. Для виділення окремих елементів статті застосовуються такі гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- для УДК: Times New Roman, - 12 пт, нежирний, усі прописні;
- заголовок статті - 14 пт, напівжирний по центру;
- для прізвищ, ініціалів авторів, - Times New Roman 12 пт, усі строчні;
- назв і адрес організацій: Times New Roman, - 12 пт, усі строчні, *курсивом*;
- адреси електронної пошти: Times New Roman, - 12 пт, усі строчні;
- для заголовків анотацій, прізвищ авторів, назв і адрес організацій та тексту анотацій: Times New Roman, - 10 пт, *ключові слова* - *курсивом*, міжрядковий інтервал - одинарний;
- основного тексту, виносков, посилань, підписів до рисунків та надписів над таблицями: Times New Roman, - 14 пт.
- для підзаголовків - 14 пт, напівжирний, усі прописні;

Інтервал між абзацами - 6 пт, міжрядковий інтервал - полуторний.

У разі необхідності для шрифтових виділень у таблицях і рисунках дозволяється застосовувати шрифт Courier New. Для стилістичного виділення фрагментів тексту вживаються начертання: курсив, напівжирний, напівжирний курсив зі збереженням гарнітури, розміру шрифту та інтервалу абзацу.

### 2. ТИПОГРАФСЬКІ ПОГОДЖЕННЯ ТА СТИЛІ

**УДК** вказується в першому рядкові сторінки і вирівнюється за лівим краєм.

**Заголовок статті** набирається в наступному за УДК рядкові і вирівнюється по центру.

У третьому рядку з вирівнюванням по центру зазначаються **прізвища, ініціали авторів**.

У наступному рядку розміщується інформація щодо повної **адреси та назви організації, де працює (навчається) автор**, яка також вирівнюється по центру (*курсивом*).

Четвертий рядок містить *адресу електронної пошти авторів*, розташовану по центру.

Далі розміщуються **анотації** (по 5 речень кожна) **українською та російською мовами**

з ключовими словами. **Першою** слід розміщувати анотацію мовою оригіналу, **перед наступною анотацією** повинна бути вказана назва статті, прізвища та ініціали авторів, повна адреса та назва установи.

Із наступного абзацу послідовно набираються і вирівнюються по ширині заголовки статті **англійською мовою**, транслітеровані прізвища, ініціали авторів, назви і адреси організацій, які повинні бути представлені англійською мовою, у тому числі країна і місто, за винятком назви вулиці, яка подається транслітерацією.

Із наступного рядка розміщується розширена (**1,5 сторінки**) анотація з ключовими словами англійською мовою.

**При поданні статті англійською мовою**, анотації англійською, українською та російською мовами повинні бути однакові та інформативні. Їх обсяг повинен бути не більше п'яти речень.

Після анотацій з абзацу викладається основний текст статті.

Основний текст статті повинен мати такі розділи: **ВСТУП, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ, ВИСНОВКИ, ЛІТЕРАТУРА, REFERENCES.**

**Заголовки наукових статей** повинні бути інформативними та містити тільки загальноприйняті скорочення. У перекладі заголовків статей англійською не повинно бути ніяких транслітерацій, окрім неперекладних назв власних імен, приладів та інших об'єктів, що мають власні назви; також не використовується неперекладний сленг. Це стосується також анотацій і ключових слів.

Наприкінці розділу **ВСТУП** потрібно зазначити **мету дослідження**, а наприкінці розділу **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ** - **перспективи подальших досліджень**.

**Ілюстрації** мають бути оригінальними рисунками або фотографіями. Фотографії скануються у 256 градаціях сірого. Ілюстрації розташовуються у відповідних місцях тексту статті (по можливості угорі сторінки) і повинні бути підписані та послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Рис. 1, Рис. 2. Номер рисунку та підпис розташовуються безпосередньо під рисунком. Кожен рисунок та підписи до нього включаються до тексту публікації. Створення графічних об'єктів може здійснюватися будь-яким графічним редактором у форматі BMP файлів. Виконання рисунків засобами Microsoft Word здійснюється через використання команд панелі «Рисование». Підписи здійснюються командою «Надпись». Усі графічні компоненти рисунка і підписи об'єднуються командою «Группировать» (меню «Действия» на панелі «Рисование») і подаються у вигляді одного графічного об'єкта, прив'язаного до тексту з обтіканням зверху і знизу. Ілюстрації мають бути підготовані та масштабовані таким чином, щоб розміри букв тексту на ілюстраціях не перевищували розмір букв основного тексту статті більш ніж на 50%.

**Таблиці** розташовуються у відповідних місцях тексту статті (по можливості угорі сторінки) і повинні мати назву та бути послідовно пронумеровані арабськими цифрами: Таблиця 1, Таблиця 2. Номер та назва таблиці розташовуються безпосередньо над таблицями.

**Посилання на літературні джерела** послідовно нумеруються арабськими цифрами в порядку появи в тексті статті і зазначаються у квадратних дужках, в яких вказуються порядковий номер джерела. Перелік літературних джерел мовою оригіналу подається в порядку їх нумерації після основного тексту статті з підзаголовком: «**ЛІТЕРАТУРА**», який вирівнюється по центру. Список літератури оформлюється відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання?».

Із наступного абзацу подається перелік літературних джерел латиницею з підзаголовком: «**REFERENCES**», який вирівнюється по центру.

Анотації, ключові слова, основний текст статті, перелік літературних джерел мовою оригіналу та латиницею вирівнюються за лівим та правим краями.

**При оформленні статті не допускається:**

- підкреслювання в заголовках, підписах і надписах;
- початок сторінки незавершеним рядком;
- переноси слів у тексті статті;
- закінчення сторінки одним або декількома порожніми рядками, за винятком кінця статті та випадків, спричинених необхідністю уникнення висячих підзаголовків та початку абзацу в кінці сторінки;

- часте використання виносок, які повинні розглядатися як виняток і вживатися тільки у випадку дійсної необхідності).

**Приєм статей до друку здійснюється редакційною колегією Вісника ЗНУ при наявності таких документів:**

**1) текст статті (електронний, у форматі rtf)** надсилається електронною поштою. Назва файлу повинна містити транслітероване прізвище першого автора: (наприклад: Ivanov\_stattya. rtf);

**2) відомості про автора (авторів)**, що містять таку інформацію: прізвище, ім'я, по батькові; місце роботи або навчання; посада, науковий ступінь, вчене звання; адреса для листування; контактні телефони з кодом міста, або мобільний; (наприклад: Ivanov\_avtor.doc);

**3) витяг із протоколу** засідання кафедри/відділу/лабораторії щодо рекомендації статті до друку.

**Оплата** за публікацію здійснюється після прийняття рішення редакційної колегії про рекомендацію статті до друку. Згідно з вимогами до друку приймаються статті обсягом до 12 сторінок. Якщо стаття має більший обсяг, кожна сторінка (13-та, 14-та тощо) сплачуються додатково.

Статті, рекомендовані до друку редакційними колегами, проходять редагування, коригування та технічну верстку згідно з видавничим форматом і шаблонами видання.

#### **Нагадуємо:**

До публікації приймаються статті, що відзначаються високим науковим рівнем підготовки, містять глибокий самостійний аналіз сучасних проблем розвитку науки.

У статтях і повідомленнях висловлені погляди їхніх авторів, які не завжди збігаються з поглядами редакції.

Автор несе відповідальність за достовірність фактичних даних та інформації, що містяться в статтях, чіткість викладу тексту, цитування, а також за мовностилістичний рівень написання матеріалів.

Редакційна колегія здійснює зовнішнє та внутрішнє рецензування статей та залишає за собою право відмовляти в їх опублікуванні у разі, коли статті не відповідають вимогам.

**Відповідальні редактори:** *Задорожня Вікторія Юліївна – 097-166-25-85; 098-549-01-09*

*Лебедєва Наталія Іванівна – 050-97-00-01*

**Електронна пошта:** zadorovic@gmail.com; zadorovic@rambler.ru; lebnatalya@yandex.ua

**Адреса редакційної ради біологічного факультету:** вул. Гоголя, 62 (III корпус ЗНУ), к. 107, Україна, 69600, м. Запоріжжя.

Збірник наукових праць

*Вісник Запорізького національного університету*  
*Біологічні науки*

*№ 1, 2016*

Технічний редактор *А. І. Юрченко*

Верстка, дизайн-проробка, оригінал-макет і друк виконані  
у редакційно-видавничому відділі  
Запорізького національного університету  
тел. (061) 289-12-98

Підписано до друку 01.07.2016. Формат 60х90/8.  
Папір Data Copy. Гарнітура «Таймс».  
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 23,5.  
Замовлення № 222. Наклад 100 прим.

Запорізький національний університет  
69600, м. Запоріжжя, МСП-41  
вул. Жуковського, 66

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 2952 від 30.08.2007 р.