

**Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет**

**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**

**№ 2, 2016**

**Запоріжжя 2016**

Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2016. – № 2. – 208 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 № 5 від 29.11.16 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** – Задорожня В.Ю., кандидат біологічних наук, доцент  
Лебедєва Н.І., 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

**ЗУБЦОВА І.В., СКЛЯР В.Г.**

ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *SANGUISORBA OFFICINALIS* L. .... 7

**ЛЕВЧУК А.Н.**

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕКТИНОВ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК АНДРОЦЕЯ И  
ГИНЕЦЕЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РОДА *LINUM* L..... 16

**СОКОЛ О.В.**

ОНТОГЕНЕЗ *ARCTIUM LAPPА* L. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.... 27

### РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

**БЕЛЬСЬКИЙ В.В., ЛЕБЕДЄВА Н.І., МАСЛОВА О.В.**

ВПЛИВ СКЛАДОВИХ МАКРОКЛІМАТУ НА ДИНАМІКУ ЧИСЕЛЬНОСТІ  
ЗАЙЦЯ-РУСАКА (*LEPUS EUROPAEUS PALLAS*, 1778) ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 35

**МАРКОВА А.О.**

ПОВЕДІНКОВІ АКТИ ТА ПРОЯВ АГРЕСІЇ МУХОЛОВКИ БІЛОШИЙОЇ (*FICEDULA  
ALBICOLLIS*) ТА МУХОЛОВКИ СІРОЇ (*MUSCISAPA STRIATA*) НА МІСЦЯХ ВОДОПОЮ .... 40

**РЗАЕВ Н.М., НАСИРОВ А.М.**

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЯЙЦЕПРОДУКЦИИ *PARAMPHISTOMUM CERVI*  
В ОРГАНИЗМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ ..... 47

**ТОМАХ О.О., ЛЕБЕДЄВА Н.І.**

ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ЛИСИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ (*VULPES VULPES* L., 1758)  
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ФАКТОРИ, ЩО ЇЇ ЗУМОВЛЮЮТЬ..... 52

**ХОМИЧ В.В.**

ВИДОВИЙ СКЛАД ГІДРОБІОНТІВ КУРАХІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА..... 58

### РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

**АПОНЧУК Л.С.**

ВПЛИВ ТЮТЮНОПАЛІННЯ НА ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ  
ЖІНОК..... 66

**БОВТ В.Д., РОМАНОВА М.Д.**

ОСОБЛИВОСТІ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТА ІМУННИХ ПОКАЗНИКІВ  
У СПЕРМІ І СИРОВАТЦІ КРОВІ ПРИ БЕЗПЛІДДІ..... 75

**ГУТНІКОВА П.О., ЗАДОРЖНЯ В.Ю.**

ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В СТУДЕНТОК  
ЗАЛЕЖНО ВІД ХРОНОБІОЛОГІЧНИХ ТИПІВ ..... 84

**ШАТИНСЬКА О.А.**

АКТИВНІСТЬ ЕНЗИМІВ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ТКАНИНАХ ЩУРІВ З АЛОКСАН-  
ІНДУКОВАНИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ЗА ДОДАВАННЯ МАГНІЙ ЦИТРАТУ ..... 96

## **РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ**

**КОЗОДАВОВ С.В., МУЛЕНКО М.А.**

РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ФАУНИ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА «ХОРТИЦЯ» ... 102

**МАЛЄЄВА Г.Ю., ПРИХОДЬКО О.Б.**

ДИНАМІКА ПАЛІНАЦІЇ АМБРОЗІЇ В ЗАПОРІЖЖІ В ПЕРІОД ІЗ 2012 ПО 2016 РІК ..... 121

**МАСЛОВСЬКА Н.С., ЛІМАНСЬКА Н.В.**

ВПЛИВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* OHU 12 І *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* C58  
НА ПРОРОСТАННЯ І ДЕЯКІ РОСТОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОСТКІВ ТОМАТА ..... 129

**ОХРИМЕНКО С.Г., ВАСИЛЕНКО С.В., ШЕЛЕГЕДА О.Р.**

РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ПРИРОДНОЇ ФЛОРИ ВИЩИХ СУДИННИХ  
РОСЛИН о. ХОРТИЦЯ ..... 135

**ШЕЛЮК Ю.С., ЩЕРБАК В.І., РУДЮК Т.М.**

ВПЛИВ ГЕОГРАФІЧНОЇ ЗОНАЛЬНОСТІ НА РІЗНОМАНІТТЯ РІЧКОВОГО  
ФІТОПЛАНКТОНУ ..... 148

## **РОЗДІЛ V. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БАР**

**КАРПЕНКО Ю.В., ОМЕЛЬЯНЧИК Л.О., БЛИЗНЮК Ю.Е., ОМЕЛЬЯНЧИК В.М.**

СИНТЕЗ ТА БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ПОХІДНИХ N-ЗАМІЩЕНИХ  
АКРИДИН-9-ОНУ ТА 2,5-ЗАМІЩЕНИХ 1,3,4-ОКСАДІАЗОЛІВ ..... 156

**ЛАБЕНСЬКА І.Б., ВЕРЕС Г.М.**

ГОСТРА ТОКСИЧНІСТЬ N-АЦИЛЬНИХ ПОХІДНИХ  
S-(2-МЕТИЛХІНОЛІН-4-ІЛ)-L-ЦИСТЕЇНУ ..... 168

**ЛАШКО Н.П., УРБАНСЬКА Д.Ю.**

СОРБЦІЯ ВАНІЛІНУ ТА ТИМОЛУ КРІОТЕКСТУРАТАМИ КУКУРУДЗЯНОГО  
КРОХМАЛЮ ..... 175

## **РОЗДІЛ VI. МІКРОБІОЛОГІЯ**

**КАМЄНОВА О.П., РИЛЬСЬКИЙ О.Ф., ВОЛОШИНА О.М.**

МІКРОБІОТА ЛІКАРСЬКИХ ТРАВ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ  
АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ..... 185

**ЮРЧУК І.Е., ФИЛИПОВА Е.Н., ЛИЩЕНКО Т.Н., ЕГОРОВА С.В.**

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ДОМИНИРУЮЩИХ МИКРООРГАНІЗМОВ  
В ЗАПОРОЖСЬКОЇ БОЛЬНИЦЕ СКОРОЇ ПОМОЦІ ..... 194

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У “ВІСНИК ЗАПОРІЗЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ” ЗА ФАХОМ “БІОЛОГІЧНІ НАУКИ” ..... 205

## CONTENCE

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

**ZUBTSOVA I.V., SKLIAR V.G.**

*ONTOGENETIC STRUCTURE OF CENOPOPULATIONS SANGUISORBA OFFICINALIS L. ....7*

**LEVCHUK H.M.**

*BIOLOGICAL ACTIVITY OF ANDROECIUM AND GYNOECIUM CELL WALL LECTINS  
OF DIFFERENT SPECIES OF GENUS LINUM .....16*

**SOKOL O.V.**

*ONTOGENESIS SPECIES OF THE GENUS ARCTIUM L. IN THE RIGHTBANK FOREST  
STEPPE UKRAINE .....27*

### **SECTION II. ZOOLOGY AND ANIMAL ECOLOGY**

**BELSKY V.V., LEBEDEVA N.I., MASLOVA O.V.**

*MACROCLIMATE COMPONENTS INFLUENCE ON BROWN HARE (LEPUS EUROPAEUS  
PALLAS, 1778) NUMBER DYNAMICS IN ZAPOROZHYE REGION .....35*

**MARKOVA A.A.**

*BEHAVIOR ACTS AND DISPLAYS OF AGGRESSION OF COLLARED FLYCATCHER  
(FICEDULA ALBICOLLIS) AND SPOTTED FLYCATCHERS (MUSCICAPA STRIATA)  
ON THE LOCAL WATERING PLACE .....40*

**RZAYEV N.M., NASIROV A.M.**

*SEASONAL DYNAMICS OF PARAMPHISTOMUM CERVI EGG PRODUCTS  
IN THE BODY OF CATTLE IN AZERBAIJAN .....47*

**TOMAH A.A., LEBEDEVA N.I.**

*RED FOX (VULPES VULPES L., 1758) NUMBER DYNAMICS AND ITS PREDETERMINING  
FACTORS IN ZAPOROZHYE REGION .....52*

**KHOMYCH V.V.**

*SPECIES COMPOSITION OF HYDROBIONTS IN KURAKHOVE RESERVOIR .....58*

### **SECTION III. HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY**

**APONCHUK L.S.**

*THE IMPACT OF SMOKING ON PERIPHERAL HEMODYNAMICS OF WOMEN.....66*

**BOVT V.D., ROMANOVA M.D.**

*MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES AND IMMUNOLOGICAL PARAMETERS  
SEMEN AND BLOOD INFERTILITY MAN .....75*

**GUTNIKOVA P.A, ZADOROZHNYA V.Ju.**

*CARDIOVASCULAR SYSTEM INDICES FEATURES ON STUDENTS DEPENDING  
ON THEIR CHRONOBIOLOGICAL.....84*

**SHATYNSKA O.A.**

*ACTIVITY OF THE ENZYMES OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE RATS' TISSUES  
WITH ALLOXAN-INDUCED DIABETES BY ADDING MAGNESIUM CITRATE.....96*

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

**KOVODAVOV S.V., MULENKO M.A.**

*THE RARE WILD FAUNA COMPONENT OF KHORTYTSIA NATIONAL RESERVE.....102*

**MALEEVA A.Y., PRIKHODKO A.B.**

*DYNAMICS OF AMBROSIA POLLINATION IN ZAPOROZHYE CITY DURING PERIOD  
FROM 2012 TO 2016 YEAR .....121*

**MASLOVSKA N.S., LIMANSKA N.V.**

*EFFECT OF LACTOBACILLUS PLANTARUM ONU 12 AND AGROBACTERIUM  
TUMEFACIENS C58 ON GERMINATION AND SOME GROWTH CHARACTERISTICS  
OF TOMATO SEEDLINGS.....129*

**OKHRIMENKO S.G., VASILENKO S.V., SHELEGEDA O.R.**

*KHORTYTSIA ISLAND RARE COMPONENT OF WILD FLORA OF VASCULAR PLANTS.....135*

**SHELYUK Yu.S., SHCHERBAK V.I., ZAKHARCHUK T.M.**

*EFFECT OF GEOGRAPHIC ZONALITY UPON THE RIVER PHYTOPLANKTON DIVERSITY....148*

## **SECTION V. BIOLOGICAL CHEMISTRY AND BIOACTIVE SUBSTANCES (BAS)**

**KARPENKO Y.V., OMELYANCHYK L.A., BLYZNIUK Y.E., OMELYANCHYK V.M.**

*SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF N-SUBSTITUTED ACRIDIN-9-ONE  
AND 2,5-SUBSTITUTED 1,3,4-OXADIAZOLE (REVIEW).....156*

**LABENSKA I.B., VERES A.M.**

*ACUTE TOXICITY OF N-ACETYL DERIVATIVES  
OF S-(2-METHYLQUINOLINE-4-YL)- L-CYSTEINE.....168*

**LASHKO N.P., URBANSKAYA D.Y.**

*SORPTION OF VANILLIN AND THYMOL BY CRIOGENIC STRUCTURES  
OF CORNSTARCH.....175*

## **SECTION VI. MICROBIOLOGY**

**KAMIENOVA O.P., RYLSKY O.F., VOLOSHYNA O.M.**

*THE MICROBIOTA OF MEDICINAL HERBS UKRAINE IN AREAS WITH DIFFERENT LEVELS  
OF ANTHROPOGENIC LOAD.....185*

**YURCHUK I.E., FILIPPOVA E.N., LISCHENKO T.N., EGOROVA S.V.**

*RESISTANCE TO ANTIBIOTICS AND DOMINANT MICROORGANISMS IN ZAPOROZHYE  
CLINICAL HOSPITAL OF EMERGENCY AND CRITICAL CARE MEDICINE.....194*

*REQUIREMENTS FOR THE ARTICLES TO THE “VISNYK OF ZAPORIZHZHYA  
NATIONAL UNIVERSITY” ON SPECIALITY BIOLOGICAL SCIENCES .....205*

# РОЗДІЛ І. ГЕНЕТИКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН ТА ПРИКЛАДНА БОТАНІКА

УДК 581.526.45

## ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *SANGUISORBA OFFICINALIS* L.

Зубцова І.В., Скляр В.Г.

Сумський національний аграрний університет  
40021, Україна, Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160

innazybtsova@mail.ru;  
skvig@mail.ru

У статті наводиться онтогенетична характеристика ценопопуляцій *Sanguisorba officinalis* L. у різних еколого-ценотичних умовах Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. Розраховано індекс віковості за А.А. Урановим ( $\Delta$ ) та індекс ефективності за Л.В. Животовським ( $\omega$ ). Визначено належність кожної з досліджених ценопопуляцій до певної категорії, згідно із класифікаціями Т.О. Работнова та Л.В. Животовського. Побудовано та проаналізовано онтогенетичні спектри *S. officinalis* ценопопуляцій в аспекті їх належності до одного з типів: лівобічні, центровані, правобічні. На основі отриманих результатів зроблено висновки про онтогенетичну структуру ценопопуляцій *S. officinalis* в умовах досліджуваного району.

*Ключові слова:* *Sanguisorba officinalis*, онтогенетична структура, онтогенетичний спектр, ценопопуляція, онтогенез.

Зубцова И. В., Скляр В. Г. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *SANGUISORBA OFFICINALIS* L. / Сумской национальной аграрный университет; 40021, Украина, Сумы, ул. Г. Кондратьева, 160.

В статье приводятся онтогенетическая характеристика ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* L. в различных эколого-ценологических условиях Кролевецко-Глуховского геоботанического района. Рассчитан индекс возрастности по А.А. Уранову ( $\Delta$ ) и индекс эффективности по Л.В. Животовскому ( $\omega$ ). Определена принадлежность каждой из исследованных ценопопуляций к определенной категории, согласно с классификациями Т.А. Работнова и Л.В. Животовского. Построены и проанализированы онтогенетические спектры *S. officinalis* ценопопуляций. На основе полученных результатов сделаны выводы об онтогенетической структуре ценопопуляций *S. officinalis* в условиях исследуемого района.

*Ключевые слова:* *Sanguisorba officinalis*, онтогенетическая структура, онтогенетический спектр, ценопопуляция, онтогенез.

Zubtsova I. V., Skliar V. G. ONTOGENETIC STRUCTURE OF CENOPOPULATIONS *SANGUISORBA OFFICINALIS* L. / Sumy National Agrarian University; 40021, Ukraine, Sumy, G. Kondratieva str., 160

For today the population method of research in botany and ecology is winning greater recognition, as it is not based only on visual methods, but it also takes into account a variety of indicators that characterize the development of species under conditions of a particular community. At the bottom of the direction there is the concept of discrete description of the ontogenesis of model plant species. At the same time multicenter studies of ontogenetic structure of populations have been becoming increasingly popular.

Analysis of the literature showed that the problem of ontogenetic structure of cenopopulations of species *S. officinalis* for quite a long time takes not the last place in research, of both domestic and foreign scientists. However, some aspects of the ontogenetic structure of this species under conditions of Krolevetsky-Hlukhivsky geobotanic region require more detailed study. That is why the purpose of our study is to investigate in details and analyze ontogenetic structure of cenopopulations of species *S. officinalis* in different ecological and cenotic conditions.

This article describes the ontogenetic structure of cenopopulations *Sanguisorba officinalis* in different ecological and cenotic conditions.

In the process of study of the ontogenetic structure of cenopopulations there were fixed all ontogenetic states except seedlings and juvenile specimens. All cenopopulations are normal, not full-membered. Lack of seedlings and specimens of juvenile ontogenetic state, is probably connected with the high humidity, which prevents seed germination. We can assume that cenopopulations *S. officinalis* are supported by seed and vegetative propagation, though seed propagation is irregular, it depends on weather conditions of specific year. In some years most of the seedlings and specimens of juvenile ontogenetic condition die in the wild. The presence in cenopopulations of seed species and species of vegetative origin is one of the reasons that lead to the diversity of dynamics of the species' development. Ontogenetic spectrum is centered, indicating the stability of cenopopulations, as it corresponds to typical ontogenetic spectrum. The spatial structure of populations of species, germinating in different habitats, will be different from one another in details, but peculiarities of biomorpe will determine the specifics of the total distribution of species in space. In general, the spatial structure of cenopopulations *S. officinalis* with consideration of ontogenetic states has a contagious location, it is connected with heterogeneity of abiotic conditions of environment.

The prospect of our further research is appliance of complex population analysis for study of *S. officinalis*, which will let us better understand the features and patterns of functioning, life strategies and mechanisms of sustainability of cenopopulations of this species, as well as assess its resource potential in order to protect biodiversity of medicinal plants.

*Key words: Sanguisorba officinalis, ontogenetic structure, ontogenetic spectrum, cenopopulation, ontogenesis.*

## ВСТУП

Сьогодні популяційний метод дослідження здобуває визнання в ботаніці та екології. Його перевагою є те, що він базується не тільки на візуальних оцінках рослин, але й враховує велику кількість об'єктивних кількісних показників, що характеризують стан особин певного виду в умовах конкретного угруповання [1]. У популяційному аналізі важливе місце посідає онтогенетичний напрям, сформований на основі досліджень Т. А. Работнова [2], А. А. Уранова [3] та багатьох їхніх послідовників та учнів, зокрема О. В. Смирнової [4], Л. А. Жукової [5] та ін.

Ключовим моментом у вивченні онтогенетичних параметрів популяцій є поділ єдиного онтогенезу рослини на окремі онтогенетичні стани [6]. Останні є мірою біологічного віку, який визначається певними ознаками, тому в багатьох працях поняття вікового стану використовують як синонім онтогенетичного [7].

Дослідження онтогенетичних параметрів ценопопуляцій надає можливість не тільки глибше зрозуміти особливості та закономірності онтогенетичного розвитку рослин, а й оцінити їхню здатність до стійкого і довготривалого існування в складі різних рослинних угруповань [8]. Отже, вивчення онтогенетичної структури ценопопуляцій виступає актуальною науковою проблемою і має суттєве теоретичне й практичне значення. При цьому об'єктами наукового дослідження часто стають види рослин, яким притаманні лікарські властивості. До числа таких видів належить *Sanguisorba officinalis* L. (родовик лікарський) – трав'яниста короткокореневищна полікарпічна рослина. Вона досить поширена в Україні: росте в лісах, степах, на луках [9]. У наземній частині *S. officinalis* містить мікроелементи, ефірну олію та аскорбінову кислоту. Корені та кореневища багаті на дубильні речовини, кислоти, вітаміни А і С, стерини, антоціани і т. ін. Із коренів і кореневищ виготовляють галенові форми ліків, які використовують як в'язучі, кровоспинні та протимікробні засоби [10-13].

Аналіз літератури показав, що питання періодизації онтогенезу *S. officinalis* та оцінки структури її ценопопуляцій посідають чільне місце в дослідженнях вітчизняних і зарубіжних науковців. Онтогенез цієї рослини детально описаний у працях Л.В. Петухової [14] за даними описів степів та заплавних лук; Н.Д. Орищенко [15] – за результатами дослідження сухих степів; І.М. Єрмакової [16], Л.А. Жукової [17], Н.В. Хозяїнової [18] – за даними вивчення заплавних лук. Результати наукових досліджень цих авторів засвідчують, що зростання *S. officinalis* в різних



еколого-ценотичних умовах має наслідком поліваріантність розвитку особин. Окрім того, на її ценопопуляції суттєво впливають еколого-ценотичні умови і характер антропогенного навантаження. Так, при погіршенні умов зростання *S. officinalis* змінюється хід морфогенезу, зменшується тривалість повного онтогенезу і онтогенетичних станів, відбувається випадання окремих станів і скорочення онтогенезу [19].

Літературні дані вказують на доцільність та актуальність вивчення онтогенетичних ознак ценопопуляцій *S. officinalis* у різних місцезростаннях та різних регіонах. Однак на теренах Північно-Східної України такі дослідження раніше не проводилися. У тому числі ними не охоплені Кролевецько-Глухівський геоботанічний район, який у цьому регіоні є важливим осередком зростання багатьох лікарських рослин, зокрема й *S. officinalis*.

Метою нашого дослідження є визначення характерних ознак онтогенетичної структури ценопопуляцій *S. officinalis* в різних еколого-ценотичних умовах Кролевецько-Глухівського геоботанічного району.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріал для вивчення онтогенетичної структури ценопопуляцій *S. officinalis* зібраний у вегетаційний період 2015-2016 рр. Досліджено чотири ценопопуляції *S. officinalis*. Дві з них – № 1 та № 2 – (далі лучні популяції) розташовані на заплавному різнотравному лузі біля м. Путивль. Інші дві популяції – № 3 та № 4 – (далі узлісні популяції) розташовані біля с. Білокопитове Глухівського району на освітленій узлісній ділянці березово-різнотравного лісу. Під час досліджень для угруповань, у яких виявлено *S. officinalis*, було виконано повні геоботанічні описи з опорою на загальноприйняті методичні підходи [20].

Онтогенетичну структуру ценопопуляцій також визначали з використанням загальноприйнятих методик [21]. При цьому в межах досліджуваних популяцій були закладені ділянки 10x10 м, які розбивалися на облікові майданчики по 1 м<sup>2</sup>. На кожному майданчику підраховували кількість особин досліджуваного виду і визначали їхню відповідність певному онтогенетичному стану: р – проростки, j – ювенільні рослини, ім – імагурні, v – віргінільні, g<sub>1</sub> – молоді генеративні, g<sub>2</sub> – середні генеративні, g<sub>3</sub> – старі генеративні, ss – субсенільні, s – сенільні особини [17]. Онтогенетичні стани в рослин *S. officinalis* визначалися з урахуванням наукових напрацювань Л. А. Жукової (рис. 1).

На основі врахування у відповідній ценопопуляції *S. officinalis* кількості рослин кожного онтогенетичного стану розраховували її онтогенетичну структуру. У процесі досліджень для ценопопуляції *S. officinalis* визначали індекс віковості ( $\Delta$ ) О. О. Уранова, індекс ефективності ( $\omega$ ) Л. А. Животовського. За співвідношенням величин  $\Delta/\omega$  встановили належність ценопопуляцій до певної категорії, при цьому спиралися на таку градацію величин:

- молоді ценопопуляції:  $\Delta < 0,35$ ,  $\omega < 0,60$ ;
- перехідні:  $\Delta > 0,35$ , але  $< 0,55$ ,  $\omega < 0,70$ ;
- зріючі:  $\Delta < 0,35$ ,  $\omega > 0,60$ ;
- зрілі:  $\Delta > 0,35$ , але  $< 0,55$ ,  $\omega > 0,70$ ;
- старіючі:  $\Delta > 0,55$ ,  $\omega > 0,60$ ;
- старі:  $\Delta > 0,55$ ,  $\omega < 0,60$  [22].

Усі розрахунки щодо онтогенетичної структури здійснювалися за допомогою спеціалізованого, некомерційного програмного комплексу ANONS 6, розробленого Ю. А. Злобіним [23].

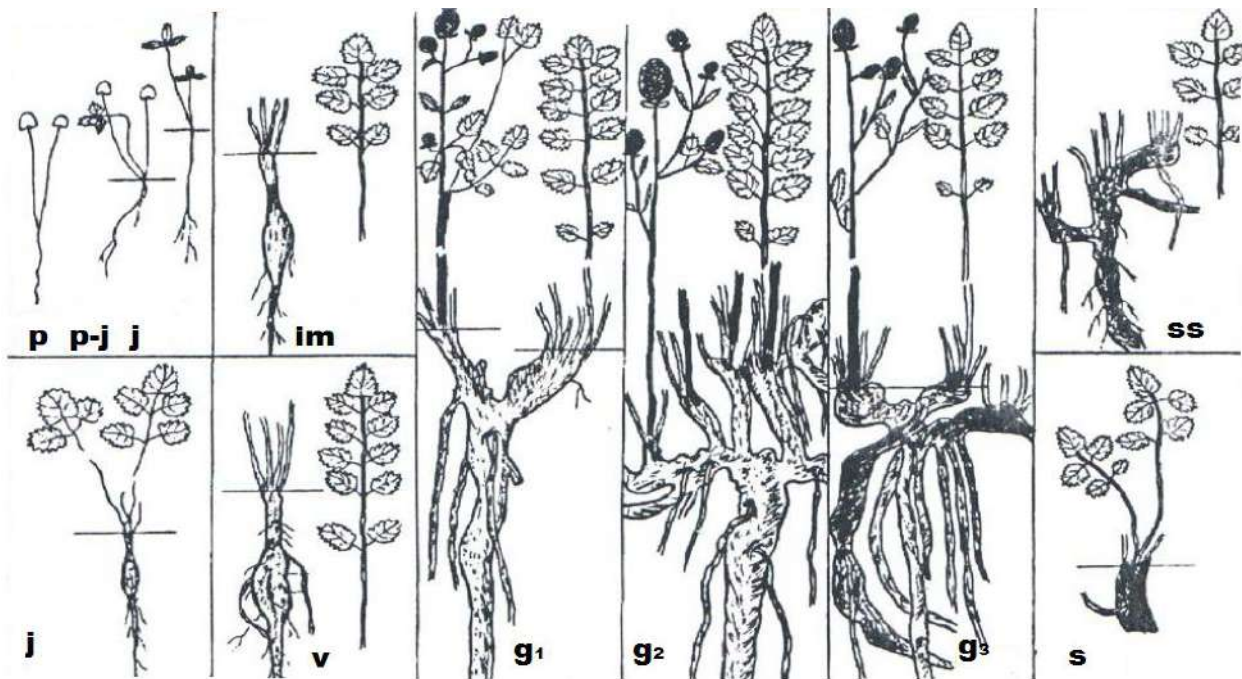


Рис. 1. Рослини *Sanguisorba officinalis* різних онтогенетичних станів (за Л.А. Жуковою [17]).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті досліджень встановлено, що в умовах Кролевецько-Глухівського геоботанічного району *S. officinalis* здебільшого тяжіє до лучних фітоценозів, у яких домінує *Festuca valesiaca* Gaud., з проєктивним покриттям 30%. Тут асектаторами зазвичай є *Poa angustifolia* L. (покриття 15%) та *Alopecurus pratensis* L. (20%). У цих фітоценозах покриття *S. officinalis* становило 7-10%. Зазначеним угрупованням притаманне значне видове різноманіття: у їхньому складі зареєстровано 36 видів рослин. Загальне проєктивне покриття травостою досягає 90-95%. За комплексом ценотичних ознак умови кожного із досліджуваних лучних фітоценозів відповідають угрупованню *Festucetum (valesiacaе) variaherbosum*.

Порівняно із лучними угрупованнями, узлісні ділянки, на яких виявлено ценопопуляції *S. officinalis*, вирізняються меншим видовим різноманіттям. Тут зростає лише 18 видів рослин. Ярус деревостану сформований із *Betula pendula* Roth. та має незначну зімкнутість (0,35-0,40). У підліску представлені поодинокі особини *Salix caprea* L. Загальне проєктивне покриття ярусу трав не перевищує 60%. У його формуванні бере участь 16 видів рослин (*Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L., та ін.). Проєктивне покриття більшості із цих видів варіює від 3-5%. У тому числі покриття *S. officinalis* становить 5-7%. За комплексом ценотичних ознак умови кожного із досліджуваних узлісних фітоценозів відповідають угрупованню *Betuletum (pendulaе) variaherbosum*.

При дослідженні онтогенетичної структури ценопопуляції *S. officinalis* встановлено, що вони є неповними за представленістю рослин різних онтогенетичних станів: у всіх відсутні проростки та ювенільні особини (рис. 2, 3). Зазвичай такі факти є наслідком суттєвого коливання за роками кількості та якості насіння, яке продукують рослини цього виду, а також результатом дуже високої смертності особин наймолодших (р, j) онтогенетичних станів. Вважаємо, що основною причиною ускладненості виживання проростків та ювенільних особин у лучних фітоценозах є значна задернованість ґрунту та наявність суттєвих антропогенних навантажень, а саме нерегульованого

та понаднормованого випасу великої рогатої худоби. В узлісних угрупованнях основною причиною прояву цього негативного факту є низька вологість ґрунту.

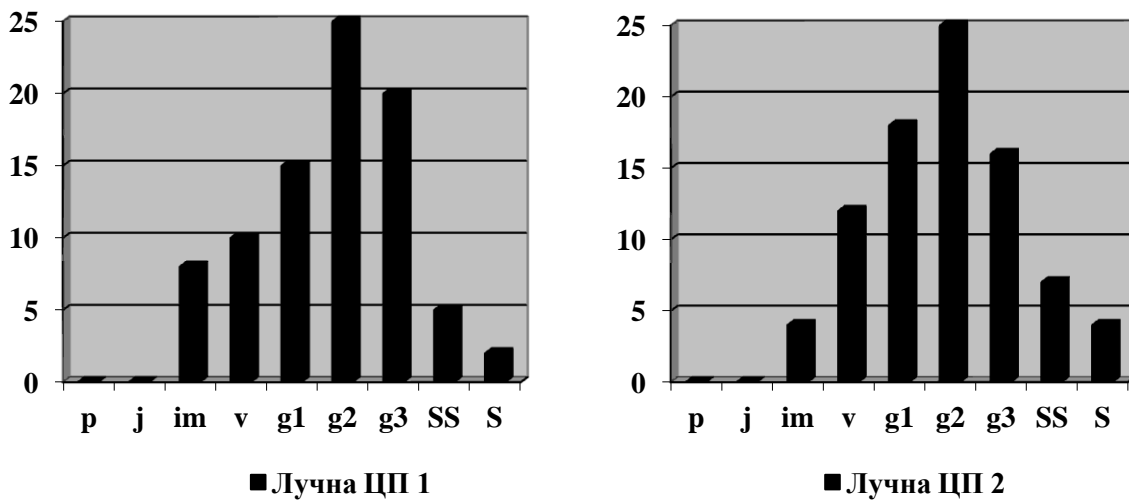


Рис. 2. Онтогенетична структура ценопопуляцій *Sanguisorba officinalis* L. на заплавному лузі (по осі X – онтогенетичний стан, по осі Y – частка (%) особин у складі відповідної ценопопуляції)

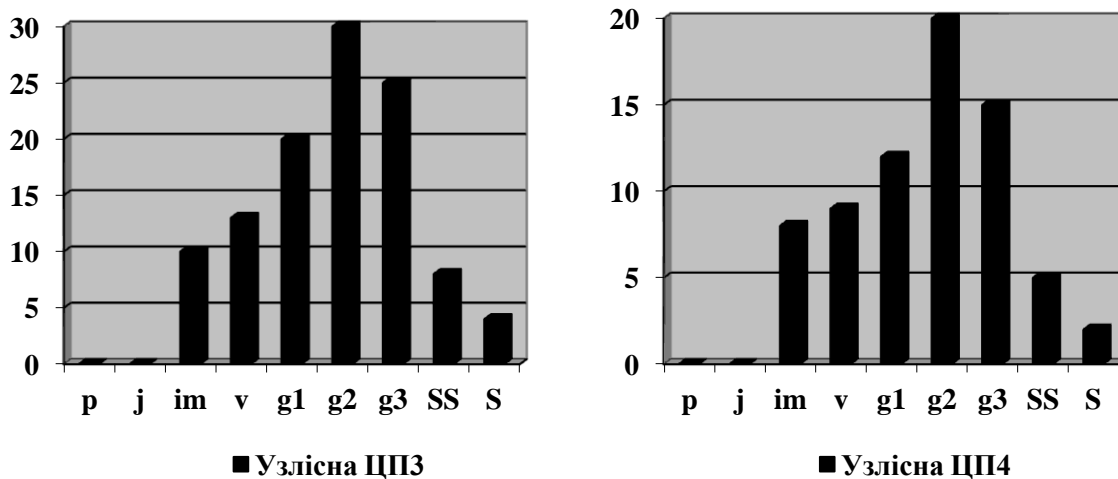


Рис. 3. Онтогенетична структура ценопопуляцій *Sanguisorba officinalis* L. на узліссі (по осі X – онтогенетичний стан, по осі Y – частка (%) особин у складі відповідної ценопопуляції)

Окрім того, як доводять дослідження Л. М. Бондаревої [24], характер онтогенетичних спектрів суттєво залежить від реальної тривалості знаходження особин у певному онтогенетичному стані. З урахуванням цього за літературними даними [17] нами була розроблена узагальнена модель онтогенетичної структури ценопопуляцій *S. officinalis* (рис. 4), побудована з опорою на фактичні часові показники перебування рослин цього виду у тій чи іншій фазі онтогенезу. Вона показує, що навіть за умови відсутності негативних зовнішніх впливів, внаслідок незначної тривалості фази «проростків» (від 6-7 днів до 2 місяців) частка особин цього онтогенетичного стану в спектрі є несуттєвою (близько 0,3%). Тоді як за таких умов представленість ювенільних рослин може досягати 6,04%.

Порівняння фактичних онтогенетичних спектрів (рис. 2, 3) та узагальненої моделі онтогенетичної структури ценопопуляцій *S. officinalis* (рис. 4) об'єктивно доводить, що і в

лучних, і в узлісних фітоценозах фази проростків та ювенільних рослин є критичними етапами в аспекті формування безперервного потоку поколінь та ценопопуляцій із збалансованою онтогенетичною структурою. У кінцевому разі успішність зазначених процесів буде визначатися ступенем сприятливості еколого-ценотичних умов щодо реалізації рослинами цих двох онтогенетичних станів здатності досягти максимально можливої представленості в складі онтогенетичних спектрів.

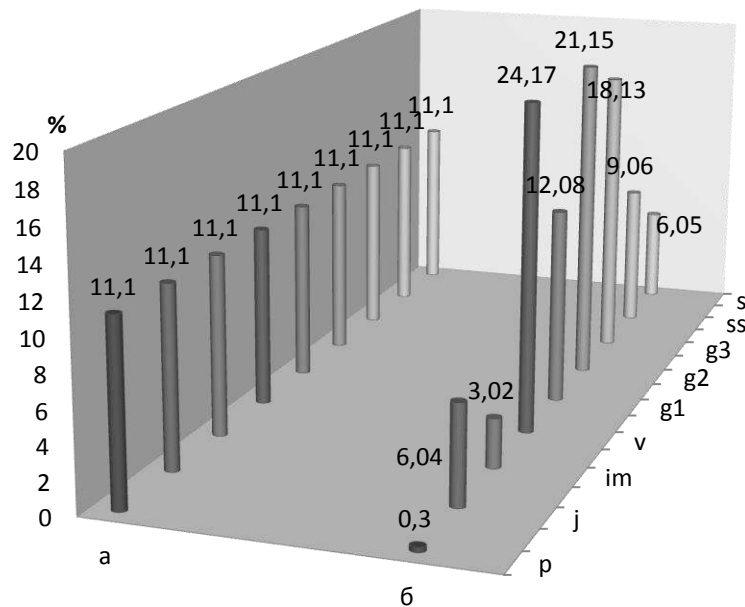


Рис. 4. Узагальнена модель онтогенетичної структури ценопопуляцій *Sanguisorba officinalis* L.: а – частка особин у популяції (%) при однаковій тривалості всіх етапів онтогенезу; б – частка особин у популяції (%) з урахуванням реальної тривалості кожного із етапів онтогенезу.

Встановлено, що онтогенетичний спектр і в ЦП1 та ЦП 2, і в ЦП 3 та ЦП 4 – центрований, з максимумом (на рівні 20-30%) на зрілому генеративному ( $g_2$ ) онтогенетичному стані. Тобто фактичні онтогенетичні спектри усіх чотирьох ценопопуляцій дещо відрізняються від розподілу рослин в розробленій нами узагальненій моделі. Для останньої характерним є переважання (на рівні 24,17%) віргінільних рослин, хоча і частка особин стану  $g_2$  у ній є вагомою і досягає 21,15%. Зазначена відмінність може бути результатом того, що в умовах Кролевецько-Глухівського геоботанічного району тривалість віргінільного онтогенетичного стану є меншою за середньо-статистичні (8,0 років) показники та більше наближеною до показника у 4-6 років, хоча така точка зору є гіпотетичною і потребує подальшого поглибленого вивчення. Загалом у літературних даних вказується, що тривалість цього онтогенетичного стану в *S. officinalis* варіює від 2 місяців до 14 років [17].

Загалом зареєстрований нами факт формування в умовах Кролевець-Глухівського геоботанічного району в *S. officinalis* мономодальних центрованих онтогенетичних спектрів не суперечить результатам досліджень інших науковців, які займалися вивченням онтогенезу різних видів та груп рослин. Так, Л. Б. Заугольнова [25] зазначає, що характерними онтогенетичними спектрами для короткокореневищних рослин є бімодальний та центрований. Бімодальний спектр характерний для видів зі складним онтогенезом і вегетативним розмноженням без омолодження, центрований же

онтогенетичний спектр – для видів зі складним онтогенезом та не повним омолодженням. *S. officinalis* репрезентує саме останню групу рослин.

У результаті досліджень було встановлено, що значення в досліджуваних ценопопуляцій індексу віковості О.О. Уранова ( $\Delta$ ) варіює в межах від 0,36 до 0,54, а індекс ефективності Л.А. Животовського ( $\omega$ ) – від 0,72 до 1,00 (табл. 1). Згідно із класифікацією «дельта-омега» досліджувані ценопопуляції є зрілими.

Таблиця 1 – Основні ознаки ценопопуляцій *Sanguisorba officinalis* L.

| Ценопопуляція  | Ознаки популяції     |                         | Тип ценопопуляції |
|----------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
|                | коефіцієнт віковості | коефіцієнт ефективності |                   |
| ЦП 1 (лучна)   | 0,36                 | 0,72                    | зріла             |
| ЦП 2 (лучна)   | 0,48                 | 0,93                    | зріла             |
| ЦП 3 (узлісна) | 0,40                 | 0,89                    | зріла             |
| ЦП 4 (узлісна) | 0,37                 | 1,00                    | зріла             |

Перспективою наших подальших наукових досліджень є застосування комплексного популяційного аналізу для вивчення *S. officinalis*, що дозволить глибше зрозуміти особливості та закономірності функціонування, стратегії життя і механізми стійкості ценопопуляцій цього виду, а також оцінити його ресурсний потенціал з метою охорони та збереження біорізноманіття лікарських рослин.

### ВИСНОВКИ

1. В умовах Кролевецько-Глухівського геоботанічного району і в лучних (угруповання *Festucetum (valesiacaе) variaherbosum*), і в узлісних (угруповання *Betuletum (pendulaе) variaherbosum*) фітоценозах, онтогенетичний розвиток *S. officinalis* є досить успішним. У досліджуваних ценопопуляціях відбувається поступовий перехід рослин із одного онтогенетичного стану в інший, який має наслідком формування моноmodalьних центрованих спектрів, у складі яких сумарно переважає частка генеративних рослин із максимумом на рівні стану  $g_2$ .
2. Відмічений факт «випадання» із онтогенетичних спектрів проростків та ювенільних рослин є закономірним наслідком прояву особливостей онтогенетичного розвитку рослин *S. officinalis* і сукупності еколого-ценотичних взаємодій, притаманних досліджуваним місцезростанням.
3. За комплексом онтогенетичних характеристик, у тому числі за величинами індексу віковості О.О. Уранова та індексу ефективності Л.А. Животовського, усі досліджувані ценопопуляції належать до числа зрілих та, відповідно, мають досить значний потенціал для стійкого існування у складі лучних і узлісних фітоценозів. Однак для його підвищення доцільною є реалізація в досліджуваних ценопопуляціях *S. officinalis* активних заходів охорони, насамперед спрямованих на сприяння виживанню рослин наймолодших онтогенетичних станів: проростків та ювенільних особин.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Редькина Н. Н. Изучение популяционной структуры лекарственных растений как основа разработки мер по сохранению генофонда / Н. Н. Редькина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 390.

2. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. – 1950. – Сер. 3. Геоботаника, вып. 6. – С. 70-204.
3. Уранов А. А. Онтогенез и возрастной состав популяций / А. А. Уранов // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. – М., 1967. – С. 3-8.
4. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / [О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, И. М. Ермакова и др.]. – М. : Наука, 1976. – 217 с.
5. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / [Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова, А. С. Комаров, О. В. Смирнова]. – М. : Наука, 1988. – 184 с.
6. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений : современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы : Университетская книга, 2009. – 263 с.
7. Современные подходы к описанию структуры растения / [под ред. Н. П. Савиных, Ю. А. Боброва и др.]. – Киров, 2008. – 355 с.
8. Silvertown J. W. Introduction to plant population ecology / J. W. Silvertown // Longman. – 1982. – № 4. – P. 18-24.
9. Струпан Е. А. Анатомическое строение органов растения кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) и локализация в них дубильных веществ / Е. А. Струпан // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 11. – С. 107-109.
10. Two New Triterpenoids from the Roots of *Sanguisorba officinalis* L. / Fan Zhang at al. // Journal of Integrative Plant Biology. – 2005. – № 2. – P. 251-256.
11. Potential antiviral effects of *Terminalis chebula*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus coreanus* and *Rheum palmatum* against duck hepatitis B virus (DHBV) / T. H. Chung at al. // Phytotherapy Research. – 1998. – № 4. – P. 179-182.
12. Antiviral activities of extracts isolated from *Terminalis chebula* retz., *Sanguisorba officinalis* L., *Rubus coreanus* miq. and *Rheum palmatum* L. against hepatitis B virus / T. G. Kim at al. // Phytotherapy Research. – 2001. – № 8. – P. 718-720.
13. Момот А. А. Некоторые популяционные характеристики *Sanguisorba officinalis* L. / А. А. Момот, Т. В. Леонова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 2. – С. 79-83.
14. Петухова Л. В. Анатомические особенности в онтогенезе *Sanguisorba officinalis* / Л. В. Петухова // Экология и физиология растений. – Калинин, 1975. – Ч. 2. – С. 45-49.
15. Орищенко Н. Д. К онтогенезу кровохлебки лекарственной при интродукции в Западной Сибири / Н. Д. Орищенко // Вопросы лекарственного растениеводства. – М., 1980. – С. 148-154.
16. Ермакова И. М. Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*) / И. М. Ермакова // Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений. – М., 1976. – С. 47-51.
17. Жукова Л. А. Онтогенез кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis*) / Л. А. Жукова // Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Йошкар-Ола : МарГУ, 1997. – С. 160-167.
18. Хозяйнова Н. В. Морфолого-биологические особенности *Sanguisorba officinalis*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Н. В. Хозяйнова. – М., 1989. – 20 с.
19. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф / [Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Торопова Н. А. и др.] // Ценопопуляции растений. – М., 1976. – С. 14 – 43.

20. Полевая геоботаника: в 4 т. – М. – Л., 1964. – Т. 3. – 530 с.
21. Методы полевого изучения лекарственных растений. – Саратов: издательский центр «Наука», 2007. – 27с.
22. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л. А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3-7.
23. Злобин Ю. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения : монография / Ю. А. Злобин, В. Г. Скляр, А. А. Клименко. – Сумы : Университетская книга, 2013. – 439 с.
24. Бондарева Л. М. Популяції ценозоутворюючих видів злакових рослин на заплавах р. Сули в її верхній та середній течії (Сумська область): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Л. М. Бондарева. – К., – 2005. – 20 с.
25. Заугольнова Л. Б. Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений / Л. Б. Заугольнова // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М., 1976. – С. 81-92.

#### REFERENCES

1. Red'kina N. N. Izuchenie populjacionnoj struktury lekarstvennyh rastenij kak osnova razrabotki mer po sohraneniju genofonda / N. N. Red'kina // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2008. – Т. 10. – № 2.– S. 390.
2. Rabotnov T. A. Zhiznennyj cikl mnogoletnih travjanistyh rastenij v lugovyh cenzah / T. A. Rabotnov // Tr. BIN AN SSSR. – 1950. – Ser. 3. Geobotanika, vyp. 6. – S. 70-204.
3. Uranov A. A. Ontogenez i vozrastnoj sostav populjacij / A. A. Uranov // Ontogenez i vozrastnoj sostav populjacij cvetkovykh rastenij. – М., 1967. – S. 3-8.
4. Cenopopuljacija rastenij (osnovnye ponjatija i struktura) / [O.V. Smirnova, L.B. Zaugol'nova, I. M. Ermakova i dr.]. – М. : Nauka, 1976. – 217 s.
5. Cenopopuljacija rastenij (očerki populjacionnoj biologii) / [L.B. Zaugol'nova, L. A. Zhukova, A. S. Komarov, O.V. Smirnova]. – М. : Nauka, 1988. – 184 s.
6. Zlobin Ju. A. Populjacionnaja jekologija rastenij : sovremennoe sostojanie, točki rosta / Ju. A. Zlobin. – Sumy : Universitetskaja kniga, 2009. – 263 s.
7. Sovremennye podhody k opisaniju struktury rastenija / [pod red. N.P. Savinyh, Ju.A. Bobrova i dr.]. – Kirov, 2008. – 355 s.
8. Silvertown J. W. Introduction to plant population ecology / J. W. Silvertown // Longman. – 1982. – № 4. – P. 18-24.
9. Strupan E. A. Anatomicheskoe stroenie organov rastenija krovohlebki lekarstvennoj (Sanguisorba officinalis L.) i lokalizacija v nih dubil'nyh veshhestv / E. A. Strupan // Vestnik KrasGAU. – 2010. – № 11. – S. 107-109.
10. Two New Triterpenoids from the Roots of Sanguisorba officinalis L. / Fan Zhang at al. // Journal of Integrative Plant Biology. – 2005. – № 2. – P. 251-256.
11. Potential antiviral effects of Terminalis chebula, Sanguisorba officinalis, Rubus coreanus and Rheum palmatum against duck hepatitis B virus (DHBV) / T. H. Chung at al. // Phytotherapy Research. – 1998. – № 4. – P. 179-182.
12. Antiviral activities of extracts isolated from Terminalis chebula retz., Sanguisorba officinalis L., Rubus coreanus miq. and Rheum palmatum L. against hepatitis B virus / T. G. Kim . at al. // Phytotherapy Research. – 2001. – № 8. – P. 718-720.
13. Momot A. A. Nekotorye populjacionnye harakteristiki Sanguisorba officinalis L. / A. A Momot, T.V. Leonova // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 2. – S. 79-83.
14. Petuhova L. V. Anatomicheskie osobennosti v ontogeneze Sanguisorba officinalis / L. V. Petuhova // Jekologija i fiziologija rastenij. – Kalinin, 1975. – Ch. 2. – S. 45-49.
15. Orishhenko N. D. K ontogenezu krovohlebki lekarstvennoj pri introdukcii v Zapadnoj Sibiri / N. D. Orishhenko // Voprosy lekarstvennogo rastenievodstva. – М., 1980. – S. 148-154.

16. Ermakova I. M. Krovohlebka lekarstvennaja (Sanguisorba officinalis) / I. M. Ermakova // Diagnosty i kljuchi vozrastnyh sostojanij lugovyh rastenij. – M., 1976. – S. 47-51.
17. Zhukova L. A. Ontogenez krovohlebki lekarstvennoj (Sanguisorba officinalis) / L. A. Zhukova // Ontogeneticheskij atlas lekarstvennyh rastenij. – Joshkar-Ola : MarGU, 1997. – S. 160-167.
18. Hozhajnova N. V. Morfologo-biologicheskie osobennosti Sanguisorba officinalis: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biol. nauk : spec. 03.00.05 «Botanika» / N. V. Hozhajnova M., – 1989. – 20 s.
19. Kriterii vydelenija vozrastnyh sostojanij i osobennosti hoda ontogeneza u rastenij razlichnyh biomorf / [Smirnova O.V., Zaugol'nova L. B., Toropova H. A. i dr.] // Cenopopuljacji rastenij. – M., 1976. – S. 14 – 43.
20. Polevaja geobotanika: v 4 t. – M. – L., 1964. – T. 3. – 530 s.
21. Metody polevogo izuchenija lekarstvennyh rastenij. – Saratov: izdatel'skij centr «Nauka», 2007. – 27 s.
22. Zhivotovskij L. A. Ontogeneticheskie sostojanija, jeffektivnaja plotnost' i klassifikacija populjacji rastenij / L.A. Zhivotovskij // Jekologija. – 2001. – № 1. – S. 3–7.
23. Zlobin Ju. A. Populjacji redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izuchenija : monografija / Ju. A. Zlobin, V.G. Skljar, A.A. Klimenko. – Sumy : Universitetskaja kniga, 2013. – 439 s.
24. Bondareva L. M. Populjacji cenozoutvorjajuchih vidiv zlakovyh roslin na zaplavnih lukah r. Suli v ii verhnij ta serednij techii (Sums'ka oblast'): avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biol. nauk : spec. 03.00.05 «Botanika» / L. M. Bondareva. – K., – 2005. – 20 s.
25. Zaugol'nova L. B. Tipy vozrastnyh spektrov normal'nyh cenopopuljacji rastenij / L. B. Zaugol'nova // Cenopopuljacji rastenij (osnovnye ponjatija i struktura). – M., 1976. – S. 81 – 92.

УДК 582.751.4:54-145.53:591.133.12

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕКТИНОВ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК АНДРОЦЕЯ И ГИНЕЦЕЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РОДА *LINUM L.*

Левчук А.Н.

*Запорожский национальный университет,  
69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66*

anna.levchuck@yandex.ua

Исследовали уровень биологической активности лектинов, локализованных в различных частях андроцея и гинецея 3-х гетеростильных и 3-х гомостильных видов льна. Выявлены различия в уровне лектиновой активности и углеводной специфичности между гомо- и гетеростильными видами, а также длинно- и короткостолбчиковыми формами цветков гетеростильных видов. Установлено, что в андроцее и гинецее гомостильных видов присутствуют менее активные лектины по сравнению с гетеростильными видами, а короткостолбчиковые формы цветков последних характеризуются более высоким уровнем лектиновой активности по сравнению с длинностолбчиковыми. Выявлено, что наиболее активными являются лектины пыльника и рыльца, а наименее активными – лектины завязи. Обнаружено, что лектины разных частей андроцея и гинецея одного вида имеют одинаковую углеводную специфичность. Все лектины являются маннозоспецифичными, а белки гомостильных видов и длинностолбчиковые формы гетеростильных – способны ещё распознавать галактозу.

*Ключевые слова: лён (Linum L.), гетеростилья, лектиновая активность, углеводная специфичность, андроцей, гинецей.*

Левчук А.Н. БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЛЕКТИНІВ КЛІТИННИХ СТІНОК АНДРОЦЕЯ ТА ГІНЕЦЕЯ РІЗНИХ ВІДІВ РОДУ *LINUM L.* / Запорізький національний університет; 69600, Україна, Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

Досліджували рівень активності і вуглеводну специфічність лектинів, локалізованих у різних частинах андроцею і гинецею 3-х гетеростильних і 3-х гомостильних видів льону. Виявлено відмінності за рівнем лектинової активності та вуглеводної специфічності між гомо- та гетеростильними видами, а також довго- та короткостовпчиковими формами квіток у гетеростильних видів. Встановлено, що в генеративних органах гомостильних видів присутні



менш активні лектини порівняно з гетеростильними видами, а короткостовпчикові форми квіток характеризуються більш високим рівнем лектинової активності порівняно з довгостовпчиковими. Виявлено, що найбільш активними є лектини пиляка і приймочки, а найменш активними – лектини зав'язі. Виявлено, що лектини різних частин андроцею і гінецею одного виду мають однакову вуглеводну специфічність. Усі лектини є манозоспецифічними, а білки гомостильних видів і довгостовпчикових форм гетеростильних – здатні ще розпізнавати галактозу.

*Ключові слова:* льон (*Linum L.*), гетеростилья, лектинова активність, вуглеводна специфічність, андроцей, гінецей.

Levchuk H.M. BIOLOGICAL ACTIVITY OF ANDROECIUM AND GYNOECIUM CELL WALL LECTINS OF DIFFERENT SPECIES OF GENUS *LINUM L.* / Zaporizhzhya National University; 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

One of the natural adaptations to the cross-pollination is heterostyly - the presence in one population different flower morphs - plants with different level of pistils and stamens in flowers. The seeds are formed only after pollination between different floral morphs. For example, pollen of short-styled floral morph can grow only in stigmas of long-styled floral morphs. This phenomenon is called self-incompatibility. *Linum* genus includes more than 200 species, among which there are representatives of both types of annual and perennial. The species of this genus are distributed around the world. The genus *Linum L.* are presented as tree and shrub forms, and herbaceous plants. The last group most common and presents annual and perennial species. It was found that a direct part in the process of pollination and pollen recognition by stigma take lectins - proteins or glycoproteins, capable of recognizing and reversibly binding cell surface carbohydrates. After contact with the pollen grains on the stigma goes double recognition process: between lectins of the pollen grains and carbohydrates sugary secretions of the stigma, and also between stigma lectins and carbohydrates cell surface of the pollen grain. In the investigation about 100 species of flowering plants, pistils, anthers and pollen of many of these proteins exhibiting hemagglutinin activity were detected. Based on the above, it can be assumed that the level of physiological and biochemical processes of pollination and fertilization in self-pollinated and in cross-pollinated plants are controlled by pistil and stamen lectins. The aim of this study was to establish the level of biological activity of the lectin proteins of different parts pistils and stamens in homostyled and heterostyled *Linum* species.

The object of the study were androecium and gynoecium of three homostyled (*L. angustifolium L.*, *L. bienne L.* and *L. usitatissimum L.*) and three heterostyled (*L. perenne L.*, *L. austriacum* and *L. thracicum*) *Linum* species. In heterostyled species were separately analyzed the flowers of long-styled and short-styled floral morphs. Lectins extracted with potassium phosphate buffer (pH 6.8). To separate the cell walls of the resulting slurry was squeezed through two layers of linen fabric. For extraction of cell wall lectins the obtained mass was homogenized with potassium phosphate buffer supplemented with 0.9% sodium chloride (pH 4.0), the resulting suspension was centrifuged at 10,000 g for 15 minutes at these supernatant lectins contained cell walls. Lectins from the resulting solution was concentrated by salting out proteins using 70% ammonium sulphate and purified by precipitation at 60% saturation with acetone.

Lectin activity was measured using hemagglutinin assay with a 2% suspension of rabbit erythrocytes given protein concentration. Protein concentration was determined by the protocol of Warburg-Christian. In the analysis of lectin activity (LA) (g/ml) was expressed as the specific activity of lectin is agglutination titer ratio to the amount of protein. Carbohydrate specificity were determined by hemagglutinin inhibition reaction of the individual carbohydrates. The studies were conducted in the five-fold replicates. The results were processed using standard statistical methods.

The studies revealed that androecium and gynoecium in heterostyled species characterized by a higher level of lectin activity compared with homostyled species. In addition, in heterostyled species was found dependent the lectin activity from the type of a flower. In short-styled floral morphs the lectin activity an average of 3-30 times higher than that in long-styled floral morphs. Among the studied genotypes the largest difference on the level of lectin activity in pistils and stamens between short-styled and long-styled floral morphs were characterized of *L. thracicum*, which these differences range from 27 to 160 times. The smallest variation in lectin activity was found in *L. austriacum* (from 2.19 to 3.71 times). Level range of lectin activity in the androecium and gynoecium of long- and short-styled floral morphs in *L. perenne* flowers was 3 - 8 times. If comparing the homostyled species it should be noted that the generative organs species of *L. angustifolium* characterized the lowest activity of lectins, and *L. usitatissimum* lectin had the greatest activity among investigated homostyled species.

It is found that independent of the species and floral morphs the most active were stigmas lectin and, in some cases, the same activity had anther lectins (*L. bienne*, *L. usitatissimum*). The lowest lectin activity had filaments (*L. angustifolium*, long-styled flowers of *L. austriacum* and *L. perenne*) or ovaries (both

morphs of *L. thracicum* and short-styled flowers of *L. perenne*). In general, the activity of lectins in the androecium was slightly lower than in the gynoecium. After analyzing the lectin activity of androecium it was found that in all cases were more active lectins from anthers compared to these lectins from filaments. The level of these changes depended on the genotype, and ranged from 20% for *L. bienne*, *L. usitatissimum* and up to 4 times for flowers *L. perenne* and *L. angustifolium*. The difference in the level of lectin activity of anthers and filaments for *L. austriacum* were 2-4 times, and for *L. thracicum* were 2-2,5 times.

In comparing the level of lectin activity in gynoecium it was found that most lectin activity, independently of genotype had a stigma, and the least lectin activity had an ovary. However, changes in the level of lectin activity within the pistils were dependent on genotype and shape of the flower. Due to the fact that the lectin proteins are biologically active substances, which implement its activity by binding to certain carbohydrates, its biological activity is characterized not only by quantitative indicators - lectin activity, but also on quality indicators - carbohydrate specificity – a set of carbohydrates, which can recognize the lectin protein. In the analysis of the carbohydrate specificity it was found that lectins isolated from different parts of androecium and gynoecium have the same spectrum of carbohydrate specificity. It was revealed that the lectins of all studied species show ability of binding of mannose. It was detected as dependent on the type of carbohydrate specificity of the structure of the flower (homostyled or heterostyled). Lectins of homostyled species recognize and bind lactose and galactose, and lectins of heterostyled species were recognized and bind xylose.

As a result of investigations it was found that the androecium and gynoecium of heterostyled *Linum* species are characterized by a higher lectin activity than homostyled species. Lectins of homostyled species have a slight degree of lectin activity. These data were confirmed in studies by other authors, which found that the activity of lectins in pistils and stamens in cross-pollinated plants is much higher than that of these lectins of the self-pollinated plants. In some self-pollinated plants the lectin activity in pistils and stamens was not found.

In addition, within each of heterostyled species was found a difference in the level of lectin activity in generative structures of flowers between different floral morphs in favor of short-styled floral morph. Thus, the pistils and stamens on lectin activity level of homostyled species are much closer to pistils and stamens on lectin activity level of long-styled floral morph of heterostyled species. It is interesting to note that a similar pattern was found for the surface of the exine of pollen grains in heterostyled perennial *Linum* species. Also, similar results were obtained when the level of activity of lectins of heterostyled species of *Primula obconica*. It was found that higher activity has lectins of short-styled flowers.

As a result of this study it was also found that irrespective of the floral morph and *Linum* species the hemagglutinin activity of lectins in gynoecium was significantly higher than this trait in androecium. We have found that the spectrum of the carbohydrate specificity of lectin in all investigated parts of androecium and gynoecium within the same species or forms (for heterostyled species) are identical. It is also known that in one organ may be multiple isoforms of lectins but in this case they are different from the spectrum of the carbohydrate specificity. Given the above, we assume that the pistils and stamens of homostyled and heterostyled *Linum* species circulate the same lectin protein.

Thus, these results confirm that there is a relationship between the type of flower structure (homostyled or heterostyled species) and the biological activity of lectin in pistils and stamens. This suggests the possibility of participation of lectins of these parts of flower in the process of regulation of pollination in heterostyled *Linum* species.

*Key words:* flax (*Linum* L.), heterostyly, activity of lectin-like proteins, carbohydrate specificity, androecium, gynoecium.

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из естественных приспособлений к перекрёстному опылению является наличие гетеростилии – разностолбчатости у разных экземпляров растений одного вида. При этом свободное опыление происходит только у разностолбчатых форм. Например, рыльца длинностолбчатых цветков распознают и дают прорасти пыльце короткостолбчатых [1]. Такое явление называют самонесовместимостью.

Род *Linum* (Лён) включает в себя более 200 видов, среди которых есть представители как однолетних видов, так и многолетних. Виды этого рода распространены по всему земному шару. Род *Linum* L. представлен как древесными и кустарниковыми формами, так и травянистыми растениями [2, 3]. Последние наиболее распространены и представлены однолетними и многолетними видами.

Особого внимания при этом заслуживают многолетние виды данного рода, многим из которых свойственна диморфная гетеростилия [3, 4]. Впервые она была замечена у льна многолетнего (*L. perenne*). Было доказано, что гетеростильные виды льна характеризуются самонесовместимостью – оплодотворение происходит при попадании на рыльце длинностолбчатого цветка пыльцы короткостолбчатого и, наоборот. При попадании на рыльце пыльцы одноименного цветка оплодотворение чаще не происходит, либо же результаты скрещивания являются ненормальными и устраняются в ходе естественного отбора [5].

Установлено, что непосредственное участие в процессе опыления и распознавания пыльцы пестиком принимают лектины – белки или гликопротеины, способные распознавать и обратимо связывать углеводы клеточных поверхностей. При попадании пыльцевого зерна на рыльце происходит процесс двойного распознавания: между лектинами пыльцевого зерна и углеводами сахаристых выделений рыльца, а также между лектинами рыльца и углеводами клеточных поверхностей пыльцевого зерна [6]. Обнаружено, что главную роль в реакциях распознавания со стороны мужского гаметофита при внутри- и межвидовых скрещиваниях играют белки (антигены) пыльцы, которые быстро высвобождаются из клеточной стенки пыльцевого зерна при прорастании. Впоследствии было доказано, что эти небольшие протеиновые молекулы, которые имеют очень высокую биологическую активность и проявляют ее при очень низких концентрациях, – и есть лектины [7, 8]. Установлено повышение лектиновой активности пестиков петунии при совместном опылении, а также ее снижение при несовместимом опылении [8]. Кроме того, при исследовании около 100 видов цветковых растений в пестиках, пыльниках и пыльце многих из них были обнаружены белки, проявляющие гемагглютинирующую активность. Исключение составили лишь некоторые самоопыляющиеся растения [9]. Многими исследователями было выявлено стимулирующее действие лектинов на прорастание пыльцы и интенсивность роста пыльцевых трубок как в условиях *in vitro* [10], так и в условиях *in vivo* [11].

Основываясь на вышеизложенном, можно предположить, что на физиолого-биохимическом уровне процессы опыления и оплодотворения у само- и перекрёстно-опыляемых растений контролируются лектинами генеративных органов.

Целью исследования было установить уровень биологической активности лектиноподобных белков разных частей генеративных органов гомостильных и гетеростильных видов льна.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были три гомостильных (*L. Angustifolium* L., *L. Bienne* L. и *L. usitatissimum* L. и три гетеростильных (*L. perenne*, *L. austriacum* и *L. thracicum*) вида льна. У гетеростильных видов отдельно анализировали длинно- и короткостолбчатые формы цветков.

Исследования проводились на опытном участке кафедры садово-паркового хозяйства и генетики растений Запорожского национального университета. Сбор цветков проводился в период их раскрытия утром (в 8-9 часов). В лабораторных условиях из цветков осторожно удаляли лепестки и чашелистики, оставляя лишь генеративную часть. В каждом варианте использовали по 20-30 цветков. В дальнейшем, с помощью пинцета генеративную часть цветка разделяли отдельно на андроцей и гинецей. Из андроцея отдельно выделяли пыльники и тычиночные нити, а из гинецея – рыльца, столбики и завязи. Из этих частей отдельно экстрагировали растворимые лектиноподобные белки, используя разработанную нами методику [12].

Навеску растительного материала (0,05 г) гомогенизировали с 8 мл калий-фосфатного буферного раствора (рН 6,8). Для отделения клеточных стенок отжимали полученную суспензию через два слоя льняной ткани. Для извлечения лектинов из клеточных стенок полученную массу гомогенизировали с 5 мл калий-фосфатного буфера с добавлением 0,9% хлорида натрия (рН 4,0), полученную суспензию центрифугировали при 10 000 г в течение 15 минут: супернантант при этом содержал лектины клеточных стенок. Из полученного раствора лектиноподобные белки концентрировали путём высаливания 70% сульфатом аммония, а осадок разводили в 0,4 мл 0,9% раствора хлорида натрия. Полученный раствор лектиноподобных белков дополнительно очищали путём осаждения при 60% насыщении ацетона (2 части ацетона на 1 часть раствора лектина). Лектины являются устойчивыми к такой высокой концентрации ацетона, и при растворении осадка в физиологическом растворе восстанавливают свою исходную структуру. Остальные белки при такой концентрации окончательно денатурируют [13].

Активность лектинов определяли с помощью реакции гемагглютинации с 2% суспензией эритроцитов кролика с учетом концентрации белка [14]. Концентрацию белка определяли спектрофотометрически по методу Варбурга-Кристиана [15]. При анализе лектиновую активность (ЛА) (мкг/мл) выражали как удельную лектиновую активность – отношение титра агглютинации к количеству белка. Углеводную специфичность определяли с помощью реакции угнетения гемагглютинации отдельными углеводами [13]. Исследования проводились в пятикратной повторности, результаты обрабатывались с помощью стандартных статистических методов [16].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований выявлено, что андроцей и гинецей гетеростильных видов характеризовались более высоким уровнем лектиновой активности по сравнению с гомостильными видами (табл. 1).

Так, для гомостильных видов уровень гемагглютинирующей активности лектиноподобных белков генеративных органов колебался от 0,03 единиц активности в тычиночных нитях *L. angustifolium* до 2,36 единиц активности в рыльцах *L. usitatissimum*. У гетеростильных видов этот показатель варьировал от 4,11 единиц активности в завязях длинностолбчатых цветков *L. thracicum* до 18100,06 единиц активности в рыльцах короткостолбчатых цветков того же вида.

Таблица 1 – Удельная лектиновая активность растворимых лектиноподобных белков генеративных органов льна

| № п/п                    | Вид льна                | Форма цветка | Орган выделения |                                |                |   |   |
|--------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|----------------|---|---|
|                          |                         |              | андроцей        |                                | гинецей        |   |   |
|                          |                         |              | пыльник         | тыч. нить                      | рыльце         | столбик                                   | завязь                                    |
| <b>гомостильные виды</b> |                         |              |                 |                                |                |   |   |
| 1.                       | <i>L. angustifolium</i> | Гомостильные | 0,13±<br>0,008  | 0,03 ±<br>0,002 <sup>###</sup> | 0,26± 0,038    | 0,11±<br>0,007 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> | 0,06±<br>0,004 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> |
| 2.                       | <i>L. bienne</i>        |              | 1,60±<br>0,116  | 1,13±<br>0,063 <sup>#</sup>    | 1,98± 0,058    | 0,40±<br>0,020 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> | 0,22±<br>0,050 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> |
| 3.                       | <i>L. usitatissimum</i> |              | 1,86±<br>0,373  | 1,37±<br>0,115 <sup>#</sup>    | 2,36±<br>0,245 | 0,46±<br>0,058 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> | 0,32±<br>0,072 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup> |

Продолжение таблицы 1

| гетеростильные виды |                      |    |                                  |                                     |                                   |   |   |
|---------------------|----------------------|----|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 4.                  | <i>L. perenne</i>    | КС | 98,83±<br>17,036                 | 25,47±<br>1,612 <sup>###</sup>      | 123,48±<br>3,986                  | 73,99±<br>2,893 <sup>&amp;</sup>                | 40,52±<br>1,016 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup>      |
| 5.                  |                      | ДС | 11,27±<br>0,829 <sup>***</sup>   | 5,45±<br>0,102 <sup>***, ###</sup>  | 35,66±<br>3,869 <sup>***</sup>    | 20,20±<br>0,216 <sup>**, &amp;&amp;</sup>       | 10,07±<br>0,102 <sup>**, &amp;&amp;&amp;</sup>  |
| 6.                  | <i>L. austriacum</i> | КС | 130,84±<br>19,278                | 104,68±<br>9,028 <sup>##</sup>      | 606,76±<br>56,33                  | 331,59±<br>43,601 <sup>&amp;</sup>              | 256,86±<br>4,349 <sup>&amp;&amp;</sup>          |
| 7.                  |                      | ДС | 51,52±<br>1,098 <sup>***</sup>   | 27,89±<br>0,849 <sup>***, #</sup>   | 277,49±<br>16,215 <sup>***</sup>  | 96,25±<br>7,610 <sup>***, &amp;</sup>           | 80,97±<br>0,357 <sup>***, &amp;&amp;&amp;</sup> |
| 8.                  | <i>L. thracicum</i>  | КС | 7418,10±<br>621,772              | 3893,55±<br>168,08 <sup>#</sup>     | 18100,06±<br>1312,771             | 1653,06±<br>290,754 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup>  | 640,88±<br>53,473 <sup>&amp;&amp;&amp;</sup>    |
| 9.                  |                      | ДС | 224,52±<br>15,898 <sup>***</sup> | 25,70±<br>0,888 <sup>***, ###</sup> | 659,95±<br>524,833 <sup>***</sup> | 27,16±<br>3,108 <sup>***, &amp;&amp;&amp;</sup> | 4,11±<br>0,299 <sup>***, &amp;&amp;&amp;</sup>  |

Примечание: #, ##, ### – отличия от пыльца существенны при  $P \leq 0,05$ ,  $0,01$  и  $0,001$  соответственно; &&&, &&, & – отличия от рыльца существенны при  $P \leq 0,05$ ,  $0,01$  и  $0,001$  соответственно; \*, \*\*, \*\*\* – отличия между коротко- и длинностолбчиковыми формами цветков у гетеростильных видов существенны при  $P \leq 0,05$ ,  $0,01$  и  $0,001$  соответственно.

Кроме того, у гетеростильных видов наблюдалась зависимость лектиновой активности от формы цветка. У короткостолбчиковых форм она, в среднем, в 3-30 раз выше, чем у длинностолбчиковых. Например, у *L. perenne* активность лектиноподобных белков пыльника длинностолбчиковых цветков более чем в семь раз ниже по сравнению с короткостолбчиковыми цветками, приблизительно в 2,5 раза – у *L. austriacum* и более чем в 33 раза – у *L. thracicum*. Подобная закономерность наблюдалась во всех частях генеративных органов, однако наибольшие различия по уровню лектиновой активности между длинно- и короткостолбчиковыми цветками наблюдались в тычиночных нитях и столбиках – до 155 и 160 раз соответственно.

Среди исследуемых генотипов наибольшим различием по уровню лектиновой активности в генеративных органах длинно- и короткостолбчиковых цветков характеризовался вид *L. thracicum*, у которого эти различия колеблются от 27 до 160 раз. Наименьшие варьирования лектиновой активности имел вид *L. austriacum* (от 2,19 до 3,71 раз). Диапазон изменения уровня лектиновой активности в андроеце и гинецеце длинно- и короткостолбчиковых цветков вида *L. perenne* составлял 3-8 раз.

При сравнении гомостильных видов следует отметить, что генеративные органы вида *L. angustifolium* характеризовались самой низкой активностью лектинов, а *L. usitatissimum* имели наибольшие показатели лектиновой активности среди исследуемых гомостильных видов (табл. 1).

Обнаружено, что независимо от вида и формы цветка наибольшей активностью обладали лектины рыльца, а в некоторых случаях такую же активность имели и лектины пыльника (*L. bienne*, *L. usitatissimum*). Наименьшую активность при этом имели лектины тычиночной нити (*L. angustifolium*, *L. austriacum* и длинностолбчиковые цветки *L. perenne*) или завязи (обе формы цветков *L. thracicum* и короткостолбчиковые цветки *L. perenne*).

В целом активность лектиноподобных белков в андроеце оказалась несколько ниже, чем в гинецеце. При анализе активности лектинов андроеца было выявлено, что во всех вариантах более активными оказались лектины пыльников по сравнению с этими белками тычиночных нитей (рис. 1). Уровень этих изменений зависел от генотипа и составил от 20% для *L. bienne* и *L. usitatissimum* до 4 раз для цветков *L. perenne* и *L. angustifolium*.

Разница в уровне лектиновой активности пыльников и тычиночных нитей для *L. austriacum* составила 2-4 раза, а для *L. thracicum* – 2-2,5 раза.



Рис. 1. Удельная лектиновая активность лектиноподобных белков, выделенных из частей андроеца различных видов льна

При сравнении уровня активности лектинов в пределах гинецея было выявлено, что наибольшей лектиновой активностью вне зависимости от генотипа обладали рыльца, а наименьшей – завязи (рис. 2).

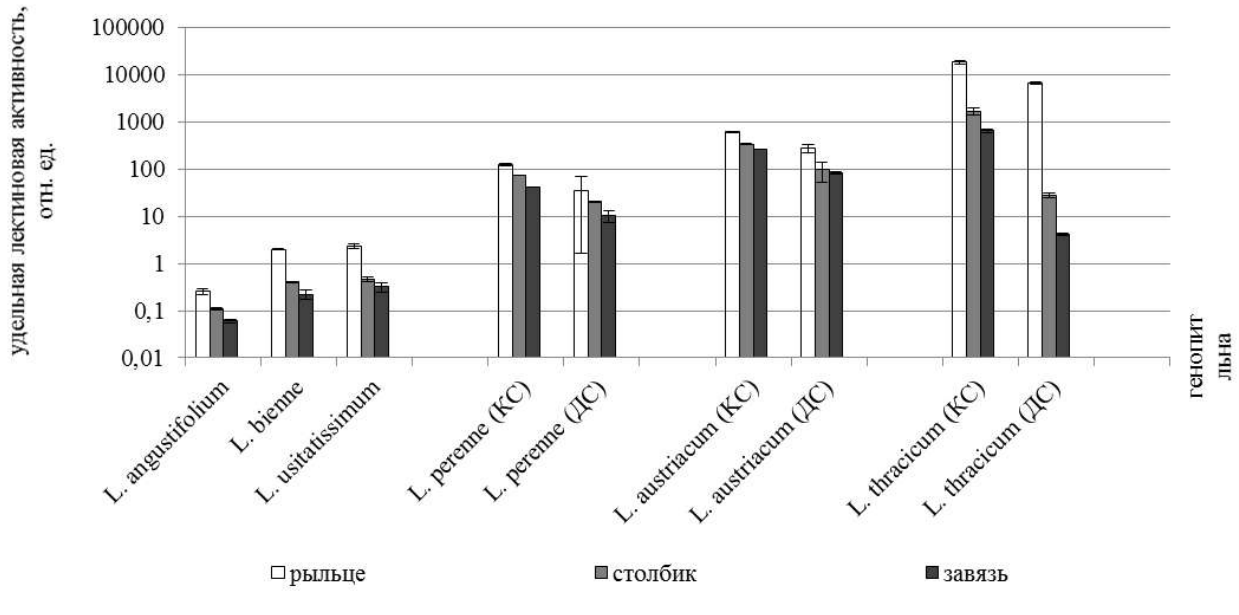


Рис. 2. Удельная лектиновая активность лектиноподобных белков, выделенных из частей гинецея различных видов льна

Однако уровень изменений лектиновой активности в пределах пестика зависел от генотипа и формы цветка. Так, у гомостильных видов *L. angustifolium* и *L. perenne* уровень активности лектинов при транспорте по пути «рыльце-столбик-завязь» на каждом этапе уменьшалось в 2 раза, т.е. активность лектинов столбика составила 50% от активности этих белков в рыльце. Активность лектинов в завязи была в два раза меньше, чем в

столбике. У *L. usitatissimum* и *L. bienne* активность лектинов при переходе из рыльца в столбик уменьшается резко – в 5 раз, а при переходе в завязь – ещё в 2 раза. в рыльце и в столбике одинакова, а в завязи она снижалась в 2 раза (рис. 2).

У гетеростильных видов наблюдаются более существенные изменения лектиновой активности в пределах гинецея – от 5 до 30 раз, но в большинстве случаев наиболее существенное снижение активности наблюдалось при переходе от рыльца к столбику – в 3-20 раз. Так, у гинецея *L. perenne* они составили порядка 3 раз, у *L. austriacum* – чуть больше 2 раз, а у *L. thracicum* – от 30 до 100 раз.

В связи с тем, что лектины являются биологически активными веществами, которые реализуют свою активность через связывание с определёнными углеводами, их характеризуют не только по количественному показателю – лектиновой активности, но и по качественному – углеводной специфичности – набору углеводов, которые может распознавать данный лектин [14].

При анализе углеводной специфичности обнаружено, что лектины, выделенные из разных частей андроеца и гинецея, обладают одинаковым спектром углеводной специфичности.

Выявлено, что лектины всех исследуемых видов проявляли способность связывать маннозу. Обнаружена также зависимость углеводной специфичности от типа строения цветка (гомо- или гетеростильные). Лектины гомостильных видов распознавали и связывали лактозу и галактозу, а гетеростильных – ксилозу (табл. 2).

Обнаружены также различия в спектре углеводной специфичности у коротко- и длинностолбчиковых цветков гетеростильных видов, короткостолбчиковые цветки которых в отличие от длинностолбчиковых проявляют способность связывать галактозу (табл. 2).

Кроме того, спектр углеводной специфичности лектинов андроеца и гинецея зависели и от видовой принадлежности и не зависели от формы цветков (для гетеростильных видов). Так, у *L. angustifolium* и *L. perenne* наблюдается способность распознавать глюкозу, у *L. bienne*, *L. usitatissimum* и *L. perenne* – арабинозу, а у *L. angustifolium* и *L. austriacum* – глюкозамин (табл. 2).

Таблица 2 – Углеводная специфичность растворимых лектиноподобных белков генеративных органов льна

| № п/п                      | Вид льна                | Форма цветка | Углеводы |     |     |     |     |     |      |      |   |  |
|----------------------------|-------------------------|--------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|---|--|
|                            |                         |              | гал      | глю | ман | кси | ара | сах | лакт | гл А |   |  |
| <b>ГОМОСТИЛЬНЫЕ ВИДЫ</b>   |                         |              |          |     |     |     |     |     |      |      |   |  |
| 1.                         | <i>L. angustifolium</i> | Гомостильные | +        | +   | +   |     |     |     |      | +    | + |  |
| 2.                         | <i>L. bienne</i>        |              | +        |     | +   |     | +   |     |      |      | + |  |
| 3.                         | <i>L. usitatissimum</i> |              | +        |     | +   |     | +   |     |      |      | + |  |
| <b>ГЕТЕРОСТИЛЬНЫЕ ВИДЫ</b> |                         |              |          |     |     |     |     |     |      |      |   |  |
| 4.                         | <i>L. perenne</i>       | КС           |          | +   | +   | +   | +   |     |      |      |   |  |
| 5.                         |                         | ДС           | +        | +   | +   | +   | +   |     |      |      |   |  |
| 6.                         | <i>L. austriacum</i>    | КС           |          |     | +   | +   |     |     |      |      | + |  |
| 7.                         |                         | ДС           | +        |     | +   | +   |     |     |      |      | + |  |
| 8.                         | <i>L. thracicum</i>     | КС           |          |     | +   | +   |     |     |      |      |   |  |
| 9.                         |                         | ДС           | +        |     | +   | +   |     |     |      |      |   |  |

Примечание: «+» – угнетение реакции гемагглютинации данным углеводом.

Для тестирования углеводной специфичности были использованы растворы следующих углеводов в концентрации 0,6 М:

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| гал – галактоза; | ара – арабиноза;  |
| глю – глюкоза;   | сах – сахароза;   |
| ман – манноза;   | лакт – лактоза;   |
| кси – ксилоза;   | гл А – глюкозамин |

В результате проведённых исследований выявлено, что андроцей и гинецей гетеростильных видов льна характеризуются более высокой лектиновой активностью, чем у гомостильных видов. Последние при этом имеют незначительный уровень лектиновой активности. Эти данные нашли подтверждение в исследованиях других авторов [9, 17], которыми было установлено, что активность лектинов генеративных органов у перекрёстно-опыляемых растений намного выше, чем у самоопыляемых. У некоторых самоопыляемых растений лектиновой активности в генеративных органах вообще обнаружено не было.

Кроме того, в пределах каждого из гетеростильных видов была обнаружена разница в уровне лектиновой активности генеративных структур между разными формами цветка в пользу короткостолбчиковых. Таким образом, по уровню лектиновой активности к гомостильным видам намного ближе генеративные органы длинностолбчиковых цветков гетеростильных видов. Интересно отметить, что аналогичная закономерность была обнаружена для поверхности экзины пыльцевых зёрен многолетних гетеростильных видов льна. По этому признаку пыльцевые зёрна последних различаются у разных форм цветков этих видов, причём у короткостолбчиковых цветков этот показатель не отличается от гомостильных видов [5]. Также аналогичные данные были получены при исследовании уровня активности лектинов гетеростильного вида *Primula obconica* [17] где было выявлено, что более высокой активностью обладают лектины короткостолбчиковых цветков.

В результате данного исследования было также обнаружено, что независимо от вида льна и формы цветка гемагглютинирующая активность лектиноподобных белков в гинецее значительно выше, чем в андроцее. Аналогичные результаты были получены на растениях петунии и лука [8].

Нами выявлено, что по спектру углеводной специфичности лектиноподобные белки всех исследуемых частей андроцея и гинецея в пределах одного вида или формы (для гетеростильных видов) являются идентичными. Известно также, что в одном органе могут присутствовать несколько изоформ лектинов, однако в этом случае они различаются по спектру углеводной специфичности [14]. Учитывая вышесказанное, мы предполагаем, что по генеративным органам гомо- и гетеростильных видов льна циркулирует один и тот же лектиноподобный белок.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что существует зависимость между типом строения цветка (гомо- или гетеростильный вид) и биологической активностью лектиноподобных белков генеративных органов. Это предполагает возможность участия лектинов генеративных органов в процессах регуляции опыления у гетеростильных видов льна.

В дальнейшем планируется изучение физиологической роли лектинов в регуляции процессов опыления и оплодотворения у гетеростильных видов льна, что позволит разработать методики преодоления самонесовместимости при самоопылении у этих видов и даст возможность выяснить физиологическую основу механизма несовместимости при межвидовой гибридизации.



## ВЫВОДЫ

1. Во всех частях генеративных органов гетеростильных видов льна по сравнению с гомостильными выявлена более высокая лектиновая активность. При этом наибольшей активностью обладали рыльца по сравнению со столбиками, завязями, пыльниками и тычиночными нитями.
2. Выявлена существенная разница по уровню лектиновой активности между коротко- и длинностолбчиковыми цветками гетеростильных видов в пользу первых.
3. Установлено, что лектиноподобные белки всех частей андроеца и гинецея в пределах одного вида характеризуются одинаковым спектром углеводной специфичности.
4. Показано, что лектиноподобные белки гомо- и гетеростильных видов льна проявляют способность связывать маннозу, гомостильных и длинностолбчиковых цветков гетеростильных – галактозу, гомостильных – лактозу, а гетеростильных – ксилозу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Pandey A. K. Structure, development and reproduction in flowering plants: flower, sexual and vegetative reproduction, and significance of seed / A. K. Pandey // Bhagalpur : TM Bhagalpur University, 2006. – P. 18-23.
2. Лях В. А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* L. и биотехнологические пути работы с ними: монография / Лях В. А., Сорока А. И. – Запорожье : Запорожский национальный университет, 2008. – 182 с.
3. Оптасюк О. М. Рід *Linum* L. у флорі України / Оптасюк О. М., Шевера М. В. – К. : Альтерпрес, 2011. – 276 с.
4. Синская Е. Н. Биология развития и физиологии льна / Синская Е. Н. – М. : Агропромиздат, 1988. – 147 с.
5. Жизнь растений: в 6-ти т. / [под ред. А. Л. Тахтаджяна, гл. ред. чл.-кор. АН СССР, проф. А. А. Федоров]. — М. : Просвещение, 1974. –Т. 5.2. – С. 270-274.
6. Линевиц Л. И. Лектины и углевод-белковое узнавание на разных уровнях организации живого / Л. И. Линевиц // Успехи биологической химии. – 1979. – Т. 20. – С. 71-89.
7. Гольнская Е. Л. Фитогемагглютинины пескика примулы как возможные белки генеративной несовместимости / Е. Л. Гольнская, Н. В. Башкирова, Н. Н. Томчук // Физиология растений. – 1976. – Т. 23, № 1. – С. 88-97.
8. Ковалёва Л. В. Спорофитно-гаметофитные взаимодействия в системе пыльца – пестик. 1. Лектины клеточных стенок / Л. В. Ковалёва // Физиология растений. – 1999. – Т. 46, № 1. – С. 98-101.
9. Лазарева Е. А. Лектины оболочки пыльцевого зерна *Nicotiana tabacum* L. и их роль в активации прорастания / Е.А. Лазарева: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений». – М., 2009. – 24 с.
10. Southworth D. Lectins stimulate pollen germination / D. Southworth // Nature. – 1975. – Vol. 258. – P. 600-602.
11. Costa M. Expression-based and co-localization detection of arabinogalactan protein 6 and arabinogalactan protein 11 interactors in Arabidopsis pollen and pollen tubes / M. Costa, M. S. Nobre, J. D. Becker et al. // BMC Plant Biology – 2013. – Vol. 13. – P. 75-88.
12. Пат. 1031453 Україна, МПК7 С 07 К 3/02, С 07 К 3/28 / Левчук Г. М., Войтович О. М., Лях В. О. Спосіб виділення лектиноподібних білків рослин (заявник

- та патентовласник Запорізький національний університет). – № а 2013 00453; заявл. 14.01.13; опубл. 27.01.14., бюл. № 2.
13. Луцик М. Д. Лектины / Луцик М. Д., Панасюк В. М., Луцик А. Д. – Львов : Вища школа, 1981. – 156 с.
  14. Антонюк В. О. Лектини та їх сировинні джерела / Антонюк В. О. – Львів : Вища школа, 2005. – 554 с.
  15. Handbook of biochemistry / Dawson R., Eliot D., Eliot U., Jons K. – М., 1991. – 464 р.
  16. Лакин Г. Ф. Биометрия / Лакин Г. Ф. – М. : Высшая школа, 1990. – 351 с.
  17. Голынская Е. Л. Фитогемагглютинины генеративных органов растений и их возможное участие в реакции распознавания при взаимодействии пыльцы и пестика / Е. Л. Голынская // Молекулярная биология. – 1979. – Т. 23. – С. 34-43.

### REFERENCES

1. Pandey A. K. Structure, development and reproduction in flowering plants: flower, sexual and vegetative reproduction, and significance of seed / A. K. Pandey // Bhagalpur : TM Bhagalpur University, 2006. – P. 18-23.
2. Ljah V.A. Botanicheskie i citogeneticheskie osobennosti vidov roda *Linum* L. i biotehnologicheskie puti raboty s nimi: monografija / Ljah V. A., Soroka A. I. – Zaporozh'e : Zaporozhskij nacional'nyj universitet, 2008. – 182 s.
3. Optasjuk O.M. Rid *Linum* L. u flori Ukraini / Optasjuk O.M., Shevera M.V. – К. : Al'terpres, 2011. – 276 s.
4. Sinskaja E.N. Biologija razvitiya i fiziologii l'na / Sinskaja E.N. – М. : Agropromizdat, 1988. – 147 s.
5. Zhizn' rastenij: v 6-ti t. / [pod red. A. L. Tahtadzhjana, gl. red. chl.-kor. AN SSSR, prof. A. A. Fedorov]. – М. : Prosveshhenie, 1974. –Т. 5.2. – S. 270-274.
6. Linevich L.I. Lektiny i uglevod-belkovoje uznnavanie na raznyh urovnjah organizacii zhivogo / L. I. Linevich // Uspehi biologicheskoy himii. – 1979. – Т. 20. – S. 71-89.
7. Golynskaja E. L. Fitogemaggljutininy peskika primuly kak vozmozhnye belki generativnoj nesovmestivosti / E. L. Golynskaja, N. V. Bashkirova, N. N. Tomchuk // Fiziologija rastenij. – 1976. – Т. 23, № 1. – S. 88-97.
8. Kovaljova L. V. Sporofitno-gametofitnye vzaimodejstvija v sisteme pyl'ca – pestik. 1. Lektiny kletочnyh stenok / L. V. Kovaljova // Fiziologija rastenij. – 1999. – Т. 46, № 1. – S. 98-101.
9. Lazareva E. A. Lektiny obolochki pyl'cevoego zerna *Nicotiana tabacum* L. i ih rol' v aktivacii prorastanija / E. A. Lazareva: avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. biol. nauk: spec. 03.00.12 «Fiziologija i biohimija rastenij». – М., 2009. – 24 s.
10. Southworth D. Lectins stimulate pollen germination / D. Southworth // Nature. – 1975. – Vol. 258. – P. 600-602.
11. Costa M. Expression-based and co-localization detection of arabinogalactan protein 6 and arabinogalactan protein 11 interactors in *Arabidopsis* pollen and pollen tubes / M. Costa, M. S. Nobre, J. D. Becker et al. // BMC Plant Biology – 2013. – Vol. 13. – P. 75-88.
12. Pat. 1031453 Ukraina, MPK7 S 07 K 3/02, S 07 K 3/28 / Levchuk G.M., Vojtovich O.M., Ljah V.O. Sposib vidilennja lektinopodibnih bilkiv roslin (zajavnik ta patentovlasnik Zaporiz'kij nacional'nyj universitet). – № а 2013 00453; zajavl. 14.01.13; opubl. 27.01.14., bjul. № 2.
13. Lucik M. D. Lektiny / Lucik M. D., Panasjuk V. M., Lucik A. D. – L'vov: Vishha shkola, 1981. – 156 s.
14. Antonjuk V. O. Lektini ta ih sirovinni dzherela / Antonjuk V.O. – L'viv : Vishha shkola, 2005. – 554 s.
15. Handbook of biochemistry / Dawson R., Eliot D., Eliot U., Jons K. – М., 1991. – 464 p.
16. Lakin G. F. Biometrija / Lakin G. F. – М. : Vysshaja shkola, 1990. – 351 s.
17. Golynskaja E. L. Fitogemaggljutininy generativnyh organov rastenij i ih vozmozhnoje uchastie v reakcii raspoznavanija pri vzaimodejstvii pyl'cy i pestika / E. L. Golynskaja // Molekuljarnaja biologija. – 1979. – Т. 23. – S. 34-43.

УДК 633.88 582.998.16 581.41

## ОНТОГЕНЕЗ *ARCTIUM LAPPA* L. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сокол О.В.

*Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України  
01014, Україна, Київ, вул. Тимірязєвська, 1*

sokol-oksana23@rambler.ru

Розглянуто вікові зміни в процесі розвитку *A. Lappa* L. (*Asteraceae*) різного географічного походження в умовах Правобережного Лісостепу. Охарактеризовано чотири вікові періоди – латентний, прегенеративний, генеративний та постгенеративний. У дослідженого виду *A. lappa* всіх зразків сім'янки видовжено- чи ширококлиноподібні, дещо сплюснені з боків, часто злегка вигнуті, ребристі. У перший рік життя рослини проходять стани: проростка, ювенільний, імагурний та віргінільний. На другий рік рослини вступають у генеративний період, плодоносять та відмирають. Для досліджених вікових станів наведено біоморфологічні параметри рослин.

*Ключові слова: A. lappa* L., сім'янки, проростки, вікові періоди.

Сокол О.В. ОНТОГЕНЕЗ *ARCTIUM LAPPA* L. В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ / Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины; 01014, Украина, Киев, ул. Тимирязевская, 1

Представлены результаты изучения онтогенеза *Arctium lappa* L. семейства *Asteraceae* разного географического происхождения. Дана характеристика четырем возрастным периодам – латентному, прегенеративному, генеративному и постгенеративному. У исследованного вида *A. lappa* всех образцов семянки удлинненно- или ширококлиноподобные, несколько сплюсненные с боков, часто слегка изогнутые, ребристые. В первый год жизни растения проходят состояния: проростка, ювенильное, иматурное и виргинильное. На второй год растения вступают в генеративный период, плодоносят и отмирают. Для исследованных возрастных состояний приведены биоморфологические параметры растений.

*Ключевые слова: A. lappa* L., семянки, проростки, возрастные периоды.

Sokol O.V. ONTOGENESIS SPECIES OF THE GENUS *ARCTIUM* L. IN THE RIGHTBANK FOREST STEPPE UKRAINE / M.M.Gryshko National botanical garden NAS of Ukraine; 01014, Ukraine, Kyiv, Timirjazevska str.,1

The natural habitat of plants genus *Arctium* L. (*Asteraceae*) – Scandinavia, Atlantic and Central Europe, Asia, Iran, India, Tibet, Mongolia, China and Japan. Analysis of the literature showed that representatives of the genus *Arctium* inherent ecological plasticity and a wide range of use (medicinal, fodder, honey), confirmed their cultivation throughout Ukraine. According to published data, as a medicinal plant used only type of *A. lappa*, which has a diverse composition of biologically active compounds such as carbohydrates, organic acids, flavonoids, aldehydes, essential oils, fatty acids, alkaloids and diuretic, diaphoretic, choleric, anti-inflammatory, protypuhlynu, antipyretic, wound healing, anti-allergic effect.

Research ontogenetic development of plants makes it possible to get an idea about the features of plants and their reproduction. The purpose of our work was to determine the patterns of growth and ontogenesis comparison plant *Arctium lappa* different geographical origin for further selection of promising specimens at the National Botanic Garden Grishko (the NBG).

NBG is located in the southern part of the city. Kyiv on the right bank of the Dnieper River. This area is part of the so-called Kievan hill. The main type of soil that covers the garden is dark gray-ashed soils. The main climatic features that are typical of of the territory. Kyiv should include enough frequent invasion Atlantic air in the winter. Unstable weather in spring with frequent changes of warm and cold air masses, dry winds in the spring and summer, moderate heat and sufficient moisture in summer, cloudy weather with prolonged rainfall.

The object of the study – *A. lappa*. Seeds obtained by delectusom of Western Europe (Germany 1 sample) and the natural conditions of Kyiv region (2 sample), Ivano-Frankivsk region (3 pattern) and Crimea (4 sample) and introduced in the area of medicinal plants at the National Botanic Garden Grishko NAS of Ukraine for 2011-2014 years. Based on comprehensive research of qualitative and quantitative traits of plants we described the ontogeny of type *A. lappa*.

The latent period. Fruit *A. lappa* achenium. Form seeds *A. lappa* – elongated ovoid or ovoid-inverse. The surface of the seeds wrinkled, slightly shiny. Seeds color from gray-brown to dark brown. Length, width

and weight of seeds varies depending on the origin of the seeds. In pregenerative period of *A. lappa* has been detected four age classes: seedlings, juveniles, imatures and virginal individuals.

Research has shown that seeds germinate first-second decade of March. Type germination – overground. 10-14 days after the appearance of the cotyledons appear first true leaf is rolled into a tube. The cotyledons are saved to the emergence of fourth-fifth leaf, and then gradually die off.

Juvenile individuals are the young vegetative plants that form a rosette formed 2-3 leaves. Sandwiched plate becomes heart-shaped with a blunt tip and notched base.

Immature plants form a rosette with 2-4 leaves on long petioles. Leaf blade green on top and gray underneath characterized by pinnately serrated. Leaf blade keeps heart-shaped with a blunt tip and cordate base, notched its end, in the middle of undulating.

Virginal condition characterized by changes in linear dimensions rosette shoots, which formed 7-8 leaves. The average height of the plants *A. lappa* all samples is between 33,05-42,37 cm. The leaves top with dark green color and gray bottom.

Generative period. Young generative individuals. At the beginning of vegetation plants species *A. lappa* formed rosette leaves, ranging from 9 to 15 pieces. Mature generative individuals. In this state continues growth in plants orthotropic shoot with axillary buds develop generative shoots. Begins Phase flowering and ripening. Old generative individuals. With the passage of this condition continues flowering plants. At the same time the plant are dried and the basket and begins a gradual withering away of the lower leaves.

Postgenerative period. Senile withering away of the state begins the root system, which occurs in acropetal direction.

As a result of the research of plant samples *A. lappa* in terms of RightBank ForestSteppe is in full development cycle. In the first year the plants are pregenerative period, in the second year of development – generative and senile period. Considers further study biochemical and productive capacity of representatives of the kind that will select samples for selection.

*Key words:* *A. lappa* L., *Seeds, seedlings age.*

## ВСТУП

Відомо, що в процесі онтогенезу рослини послідовно проходять етапи розвитку, починаючи від утворення зародку до сенильного періоду [1]. Кожного етапу розвитку рослини притаманні певні характерні особливості, дослідження яких дозволяє виявити закономірності в процесі їх онтоморфогенезу [2].

Природний ареал рослин роду *Arctium* L. (*Asteraceae*) – Скандинавія, Атлантична і Середня Європа, Мала Азія, Іран, Індія, Тибет, Монголія, Китай, Японія. Аналіз літературних джерел показав, що представникам роду *Arctium* притаманна екологічна пластичність та широкий спектр використання (лікарські, кормові, медоносні), що підтверджується їх культивуванням по всій території України [3, 4]. Згідно з літературними даними, як лікарська сировина застосовується лише вид *A. lappa*, який має різноманітний склад біологічно активних сполук, а саме вуглеводів, органічних кислот, флавоноїдів, альдегідів, ефірної олії, жирних кислот, алкалоїди і виявляють діуретичну, потогінну, жовчогінну, протизапальну, протипухлинну, жарознижувальну, ранозагоювальну, протиалергічну дію [5-8].

У літературних джерелах дані стосовно онтогенезу видів роду *Arctium* фрагментарні, за винятком кількох праць. Так, Пайзієва С.А. у своїй праці порівнює онтогенез видів близьких родів у генетичних відношеннях *Arctium* та *Cousinia* в умовах Узбекистану. Для досліджень вона використовує види *C. umbrosa*, *C. pseudoarctium* та *A. leiospermum*. З'ясовано, що в умовах Узбекистану вид *A. leiospermum* проходить повний цикл розвитку за два роки, тоді як у видів *C. umbrosa*, *C. pseudoarctium* у зв'язку з місцезростанням у передгірських умовах зростають темпи органогенезу, проходить більш швидке формування листків, що сприяє ранньому закладанню пазушних бруньок, і як наслідок рослини є багаторічниками [9]. Не менш важливими є дослідження Е.М. Олейнікової, які стосуються онтогенезу виду *A. lappa*. Вона описала 4 вікові періоди рослин в умовах Республіки Марій Ел [10]. І.І. Семеніхін вивчає особливості онтогенезу *A. lappa* при

раньовесняних та підзимних посівах і з'ясує, що вони є рівнозначними по динаміці проходження всіх етапів розвитку рослин [11]. Дослідження онтогенетичного розвитку рослин дає змогу отримати уявлення про особливості розвитку рослин та їх розмноження.

НБС розташований у південній частині м. Києва на правому березі р. Дніпро. Ця територія є частиною так званої Київської височини. Вона має потужний лесовий покрив, сильно порізаний байраками, балками і долинами рік. Більшу частину площі саду вкривають лесовидні ґрунтоутворюючі породи. Основним типом ґрунтів, які покривають територію саду, є темно-сірі опідзолені ґрунти. До основних кліматичних особливостей, які характерні для території м. Києва, слід віднести достатньо часті вторгнення атлантичного повітря в зимовий період. Нестійка погода навесні з частою зміною теплих і холодних повітряних мас, сухості в пізньовесняний та літній періоди, помірне тепло і достатнє зволоження влітку, хмарна погода з тривалими обложними опадами [12].

Мета дослідження полягає в з'ясуванні закономірностей росту та порівнянні онтогенезу рослин *Arctium lappa* різного географічного походження, для подальшого відбору перспективних зразків на території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження був вид – *A. lappa*. Насіння отримано за делектусом із країни Західної Європи (Германія 1 зразок) та з природних умов Київської області (2 зразок), Івано-Франківської області (3 зразок) та АР Крим (4 зразок) і інтродуковані на ділянці лікарських рослин у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України протягом 2011-2014 років. Вікові стани рослин описували за методикою Т.А. Работнова [13], доповненою А.А. Урановим [14] з використанням методичних вказівок по онтогенетичному морфогенезу вегетативних органів рослин І.І. Ігнат'євої [15]. Посів насіння проводили під зиму в ґрунт рядами на колекційній ділянці «Лікарські рослини», глибина загортання 2-3 см, ширина міжрядь 50 см. Навесні проводили проривання рослин залишаючи відстань між ними 20 см. Спостереження проводили на модельних рослинах кожного виду в кількості 20 екземплярів. Агротехнічний догляд полягав у культивуванні та знищенні сходів бур'янів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На підставі комплексних досліджень якісних та кількісних ознак рослин нами описано онтогенез виду *A. lappa*.

*Латентний період.* Плоди рослин – сім'янки, форма яких видовжено-яйцеподібна або обернено-яйцеподібна. Поверхня насіння зморшкувата, слабо-блискуча. Колір сім'янок від сіро-коричневого до темно-коричневого кольору. Довжина, ширина та маса насіння варіює залежно від походження насіння. Так, найбільші сім'янки за довжиною в зразка 1 – 6,6-7,5 мм, а найменші в зразка 3 – 5,3-6,7 мм. Також насіння відрізняється за масою 1000 насінин, так найбільше в зразка 1 від 13,9-16,3 мм, найменші сім'янки в зразка 4 від 7,9-9 мм (табл. 1). Свіжозібране насіння не проростає і потребує холодної стратифікації.

Відомо що, для насіння *A. lappa* характерна тверда оболонка, яка затримує проростання насіння й забезпечує неглибокий фізіологічний спокій (A2-B1) для порушення якого необхідна обробка стимулятором росту (тіомочевиною, 1-2%, 16-20 годин, але за іншими даними 0,1-0,5%, 2-24 годин), або обробка концентрованою сірчаною кислотою протягом 10 хвилин [16]. За даними О.А. Черкасова, стратифікація насіння *A. lappa* 5, 10, 15, 20 і 30 днів впливає на енергію проростання та схожість насіння [17]. Згідно з дослідженнями литовських учених посів насіння рослин *A. lappa* необхідно проводити під зиму або навесні насінням, стратифікованим при температурі -4, -5°C протягом 100 днів [18].

Таблиця 1 – Морфометричні показники плодів *Arctium lappa* з різних географічних зон (1 зразок – Німеччина, 2 зразок – Київська обл., 3 зразок – Івано-Франківська обл., 4 зразок – АР Крим)

| Показники            | 1 зразок  | 2 зразок | 3 зразок | 4 зразок |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|
| Довжина насіння, мм  | 6,8±0,06  | 6,5±0,06 | 6,0±0,04 | 6,0±0,03 |
| Ширина насіння, мм   | 2,7±0,01  | 2,6±0,04 | 2,6±0,03 | 2,5±0,02 |
| Товщина насіння, мм  | 1,5±0,02  | 1,5±0,04 | 1,6±0,03 | 1,2±0,01 |
| Маса 1000 насінин, г | 15,1±0,23 | 9,9±0,17 | 8,0±0,12 | 8,5±0,13 |

*Прегенеративний період* включає в себе чотири вікові стани: сходи, ювенільний, іматурний та віргінільний.

Сходи з'являються в першій-другій декаді березня. Рослинам притаманний епігіальний тип проростання і належить до типу *Gentaurea* [19]. Спочатку з'являється корінь, сім'ядолі виносяться на поверхню за рахунок розростання гіпокотіля. Сім'ядолі продовгувато-еліптичної форми, без черешків, звужені в основі. Дослідження показали, що через 10-14 діб після появи сім'ядолей з'являється перший справжній листок, який згорнутий у вигляді трубки. У всіх зразках перший справжній листок має еліптичну форму, при цьому довжина черешка не перевищує параметри листкової пластинки. Далі формується цілісна листкова пластинка. Сім'ядолі зберігаються до появи четвертого-п'ятого листка, а потім поступово відмирають. Саме після цього починається перехід до ювенільного стану. Ювенільні особини являють собою молоді вегетуючі рослини, які формують розетку, утворену 2-3 листками. Листкова пластинка набуває серцеподібної форми з тупою верхівкою та виїмчастою основою. У цьому віковому стані довжина листкової пластинки першого зразка варіює від 2,2-2,85 см, ширина в середній частині – 2,2-2,5 см, а довжина черешка – 2,3-2,6 см, кореня – 8,6-9,5 см. Параметри другого зразка такі: довжина листкової пластинки від 2,3-2,9 см, ширина в середній частині 1,8-2,5 см, а довжина черешка складає 2,1-2,9 см, кореня 8,4-10,5 см. Довжина листкової пластинки 3 зразка від 1,9-3 см, ширина в середній частині 1,8-2,9 см, а довжина черешка складає 1,8-2,7 см, кореня – 7,6-12,5 см. Параметри 4 зразка такі: довжина листкової пластинки – 2,8-2,9 см, ширина в середній частині – 1,9-2,7 см, а довжина черешка складає 2-3,1 см, кореня – 6,7-11,5 см.

Іматурні рослини формують розетковий пагін з 2-4 листками на довгих черешках. Листкова пластинка зверху зелена, знизу сіра та характеризується пірчастим жилкуванням. Листкова пластинка зберігає серцеподібну форму з тупою верхівкою та серцеподібною основою, її край виїмчастий, у середній частині хвилястий. Середні параметри листкової пластинки зразків складають: довжина – 10,9-13,3 см, ширина в середній частині 12,2-15,4 см. Довжина головного кореня збільшується з 11,3-14,8 см.

Віргінільний стан характеризується змінами лінійних розмірів розеткового пагону, на якому формується до 7-8 листків. Середня висота рослин *A. lappa* всіх зразків становить від 33,1-42,4 см. Листки зверху мають темно-зелене забарвлення, а знизу сіро-повстисте, вкрите трихомами. Молоді листки відрізняються світло-зеленим забарвленням. Із нижньої сторони листка помітне виразне жилкування. Головна жилка розщеплена, тип жилкування бокових жилок пірчасто-сітчастий під кутом 45°. Листки серцеподібної форми з тупою верхівкою і серцеподібною основою листкової пластинки, край якої виїмчасто-хвилястий. Середні показники складають: довжина – 24,6-37,8 см, ширина в середній

частині – 22,5-30,5 см, довжина черешка – 23,6-26,2 см. Коренева система рослин добре розвинена, при цьому довжина головного кореня збільшується від 23,6-29,0 см (табл. 2).

Таблиця 2 – Окремі показники біоморфологічної характеристики *Arctium lappa* на різних етапах онтогенетичного розвитку різних географічних зон (1 зразок – Німеччина, 2 зразок – Київська обл., 3 зразок – Івано-Франківська обл., 4 зразок – АР Крим)

| Віковий стан | Зразок | Висота рослин, см | Довжина сім'ядолі, мм | Ширина сім'ядолі, мм | Довжина листка, см | Ширина листка, см | Довжина головного кореня, см |
|--------------|--------|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Проростки    | 1      | 1,8±0,05          | 4,7±0,06              | 2,7±0,01             | 1,2±0,03           | 0,9±0,03          | 2,5±0,1                      |
|              | 2      | 1,6±0,03          | 4,2±0,09              | 2,2±0,08             | 0,9±0,04           | 0,8±0,03          | 2,2±0,08                     |
|              | 3      | 1,7±0,05          | 4,5±0,08              | 2,5±0,06             | 0,9±0,04           | 0,9±0,04          | 2,4±0,07                     |
|              | 4      | 1,7±0,05          | 4,4±0,08              | 2,6±0,06             | 1,0±0,04           | 0,8±0,05          | 2,3±0,07                     |
| Ювенільні    | 1      | 7,3±0,03          | -                     | -                    | 2,7±0,02           | 2,3±0,03          | 9,1±0,26                     |
|              | 2      | 6,8±0,08          | -                     | -                    | 2,6±0,05           | 2,2±0,05          | 9,2±0,1                      |
|              | 3      | 6,6±0,13          | -                     | -                    | 2,4±0,04           | 2,3±0,06          | 9,2±0,1                      |
|              | 4      | 7,1±0,16          | -                     | -                    | 2,3±0,05           | 2,2±0,07          | 8,7±0,1                      |
| Іматурні     | 1      | 11,5±0,48         | -                     | -                    | 12,9±0,3           | 13,3±0,3          | 11,3±0,4                     |
|              | 2      | 15,4±0,36         | -                     | -                    | 13,3±0,4           | 14,1±0,4          | 12,7±0,4                     |
|              | 3      | 12,7±0,5          | -                     | -                    | 10,9±0,5           | 12,2±0,4          | 14,4±0,4                     |
|              | 4      | 14,1±0,47         | -                     | -                    | 11,8±0,5           | 15,4±0,5          | 14,8±0,4                     |
| Віргінільні  | 1      | 33,1±0,48         | -                     | -                    | 24,6±0,4           | 27,7±0,2          | 23,6±0,2                     |
|              | 2      | 35,9±0,96         | -                     | -                    | 31,6±0,4           | 27,5±0,3          | 25,0±1,0                     |
|              | 3      | 42,4±1,2          | -                     | -                    | 37,8±0,3           | 22,5±0,2          | 28,1±0,9                     |
|              | 4      | 39,7±1,7          | -                     | -                    | 33,1±0,4           | 30,5±0,3          | 29,0±0,7                     |

Отже, у перший вегетаційний період рослин всіх зразків формують розетку листків, кореневу систему і вегетують до третьої декади жовтня.

*Генеративний період.* Молоді генеративні особини. На початку вегетації в рослин виду *A. lappa* формуються розеткові листки, кількість яких коливається від 9 до 15 шт. У процесі онтогенезу збільшуються лінійні розміри листкової пластинки і черешка рослини, розетковий пагін змінюється ортотропним пагоном, а в пазухах стебла утворюються пазушні бруньки.

Зрілі генеративні особини. У цьому стані в рослин триває ріст ортотропного пагона, з пазушних бруньок розвиваються генеративні пагони. Починається фаза цвітіння та дозрівання плодів.

Старі генеративні особини. При проходженні цього стану триває цвітіння рослин. У цей самий час на рослині знаходяться і сухі корзинки та починається поступове відмирання нижніх листків.

*Постгенеративний період.* Сенільний стан починається з третьої декади липня і триває до другої декади серпня. Спочатку відмирає коренева система, це відбувається в акропетальному напрямі.

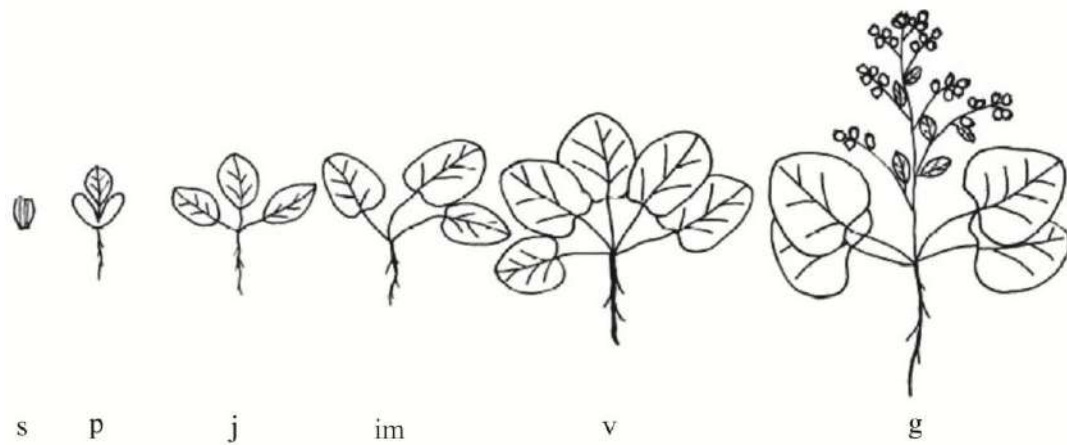


Рис. 1. Вікові стани виду *Arctium lappa*: латентний період (s), проростки (p), ювенільний (j), іматурний (im), віргінільний (v), генеративний (g)

Вважаємо перспективним подальше дослідження продуктивного потенціалу та біохімічного складу представників цього роду.

### ВИСНОВКИ

1. У результаті проведених досліджень рослини *A. lappa* різного географічного походження в умовах Правобережного Лісостепу проходять повний цикл розвитку, що свідчить про екологічну пластичність виду.
2. Встановлено, що довжина, ширина та маса насіння варіює залежно від походження насіння. Свіжозібране насіння не проростає, а потребує холодної стратифікації.
3. У перший рік рослини проходять такі вікові стани проростки, ювенільні, іматурні й закінчують віргінільним станом, на другий рік рослини переходять у генеративний стан.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Анатомия и морфология растений / [Васильев А. Е., Воронин Н. С., Еленевский А. Г., Серебрякова Т. И.]. – М. : Просвещение, 1978. – 478 с.
2. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Работнов Тихон Александрович // Тр. БИН АН СССР. – 1950. – Серия Геоботаника. – Вып. 6. – С. 7-204.
3. Вульф Е. В. Мировые ресурсы полезных растений / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева. – Л. : Наука, 1969. – 566 с.
4. Глухов М. М. Медоносные растения / Глухов М. М. – М. : Колос, 1974. – 298 с.
5. Лекарственные растения научной медицины СССР, не включенные в фармакопею / [Гаммерман А. Ф., Дамиров И. А., Каррыев М. О., Яковлев Г. П.]. – Ашхабад, 1970. – 185 с.
6. Лекарственные растения: Самая полная энциклопедия / [Лебеда А. Ф., Джуренко Н. И., Исайкина А. П., Собко В. Г.]. – М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2006. – 912 с.
7. Алексеев І. С. Повний атлас лікарських рослин / Алексеев Игор. – Донецьк : Глорія Трейд, 2013. – 195 с.



8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство *Asteraceae* (*Compositae*) / [Отв. ред. П. Д. Соколов]. – Л. : Наука, 1987. – С. 25-28.
9. Пайзиева С. А. О продолжительности жизни некоторых видов *Cousinia* coss. и *Arctium* L. / С. А. Пайзиева // Ботанический журнал. – 1962. – Т. 47. – С. 1517-1521.
10. Олейникова Е. М. Онтогенез лопуха большого (*Arctium lappa* L.) / Е. М. Олейникова, О. В. Ильичёва // Онтогенетический атлас растений.– Йошкар-Ола : МарГУ, 2007. – Т. 5. – С. 101-104.
11. Семенихин В. И. Введение в культуру золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) и лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и разработка технологий их возделывания : диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.13 «Лекарственные и эфирно-масличные культуры» / В. И. Семенихин. – М. : ВИЛАР, 2009. – 140 с.
12. Сакали Л. И. Климат Киева / Л. И. Сакали. – Л. : Гидромереоиздат, 1980. – 288 с.
13. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т. А. Работнов // Тр. Ботан. Института им. В. А. Комарова. – М. : АН СССР, 1950. – Сер. 3. – Вып. 6. – С. 7-204.
14. Уранов А. А. Возрастной спектр фитопопуляций как функция времени и энергитических волновых процессов / А. А. Уранов // Биол. Науки. – 1975. – № 2. – С. 7-35.
15. Игнатъева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений / И. П. Игнатъева– М. : Из-во ТСХА, 1983. – 54 с.
16. Справочник по проращиванию покоящихся семян [Николаева М.Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н.] – Л. : Наука, 1985. – 347 с.
17. Черкасов О. А. Интродукция видов рода Лопух – *Arctium* L. / О. А. Черкасов, А. М. Рабинович, А. Н. Цицилин // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений: матер. междунар. конф. посвященной памяти проф. А. И. Шретера (Москва, 2004). – М. : ВИЛАР, 2004. – Т. 2. – С. 86-91.
18. Пенкаускене Э. А. Опыт выращивания *Arctium lappa* L. в Литовской ССР / Э. А. Пенкаускене, С. П. Римкене // Растит. ресурсы. – 1984. – Вып. 20, № 2. – С. 206-212.
19. Сикура И. И. Научные основы сохранения ex situ разнообразия растительного мира / И. И. Сикура, В. В. Капустян. – К. : Фитосоциоцентр, 2001. – 192 с.

#### REFERENCES

1. Anatomija i morfologija rastenij / [Vasil'ev A.E., Voronin N.S., Elenevskij A.G., Serebrjakova T. I.]. – М. : Prosveshhenie, 1978. – 478 s.
2. Rabotnov T.A. Zhiznennyj cikl mnogoletnih travjanistyh rastenij v lugovyh cenzah / Rabotnov Tihon Aleksandrovich // Tr. BIN AN SSSR. – 1950. – Serija Geobotanika. – Vyp. 6. – S. 7-204.
3. Vul'f E. V. Mirovye resursy poleznych rastenij / E.V. Vul'f, O.F. Maleeva. – L. : Nauka, 1969. – 566 s.
4. Gluhov M. M. Medonosnye rastenija / Gluhov M. M. – М. : Kolos, 1974. – 298 s.
5. Lekarstvennye rastenija nauchnoj mediciny SSSR, ne vkljuchennye v farmokopeju / [Gammerman A. F., Damirov I. A., Karryev M. O., Jakovlev G. P.]. – Ashhabad, 1970. – 185 s.
6. Lekarstvennye rastenija: Samaja polnaja jenciklopedija / [Lebeda A.F., Dzhurenko N.I., Isajkina A. P., Sobko V.G.]. – М. : AST-PRESS KNIGA, 2006. – 912 s.
7. Alekseev I.S. Povnij atlas likars'kih roslin / Alekseev Igor. – Donec'k : Glorija Trejd, 2013. – 195 s.

8. Rastitel'nye resursy SSSR: Cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. Semejstvo Asteraceae (Compositae) / [Otv. red. P.D. Sokolov]. – L. : Nauka, 1987. – S. 25-28.
9. Pajzieva S. A. O prodolzhitel'nosti zhizni nekotoryh vidov *Cousinia* coss. i *Arctium* L. / S. A. Pajzieva // Botanicheskij zhurnal. – 1962. – T. 47. – S. 1517-1521.
10. Olejnikova E. M. Ontogenez lopuha bol'shogo (*Arctium lappa* L.) / E. M. Olejnikova, O. V. Il'ichèva // Ontogeneticheskij atlas rastenij.– Joshkar-Ola : MarGU, 2007. – T. 5. – S. 101-104.
11. Semehin V. I. Vvedenie v kul'turu zolotarnika kanadskogo (*Solidago canadensis* L.) i lopuha bol'shogo (*Arctium lappa* L.) i razrabotka tehnologij ih vozdeľvanija : dissertacija na soiskanie uchjonoj stepeni kandidata sel'skohozjajstvennyh nauk : 06.01.13 «Lekarstvennye i jefirno-maslichnye kul'tury» / V.I. Semehin. – M. : VILAR, 2009. – 140 s.
12. Sakali L.I. Klimat Kieva / L.I. Sakali. – L. : Gidromereozdat, 1980. – 288 s.
13. Rabotnov T. A. Zhiznennyj cikl mnogoletnih travjanistyh rastenij v lugovyh cenozah / T. A. Rabotnov // Tr. Botan. Instituta im. V. A. Komarova. – M. : AN SSSR, 1950. – Ser. 3. – Vyp. 6. – S. 7-204.
14. Uranov A. A. Vozrastnoj spektr fitopopuljacij kak funkcija vremeni i jenergiticheskikh volnovykh processov / A.A. Uranov // Biol. Nauki. – 1975. – № 2. – S. 7-35.
15. Ignat'eva I. P. Ontogeneticheskij morfogenez vegetativnyh organov travjanistyh rastenij / I. P. Ignat'eva– M. : Iz-vo TSHA, 1983. – 54 s.
16. Spravochnik po prorashhivaniju pokojashhihsja semjan [Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V. N.] – L. : Nauka, 1985. – 347 s.
17. Cherkasov O. A. Introdukcija vidov roda Lopuh – *Arctium* L. / O. A. Cherkasov, A. M. Rabinovich, A.N. Cicilin // Geneticheskie resursy lekarstvennyh i aromaticeskikh rastenij: mater. mezhdunar. konf. posvjashhennoj pamjati prof. A.I. Shretera (Moskva, 2004). – M. : VILAR, 2004. – T. 2. – S. 86-91.
18. Penkauskene Je. A. Opyt vyrashhivanija *Arctium lappa* L. v Litovskoj SSR / Je.A. Penkauskene, S.P. Rimkene // Rastit. resursy. – 1984. – Vyp. 20, № 2. – S. 206-212.
19. Sikura I. I. Nauchnye osnovy sohraneniya ex situ raznoobrazija rastitel'nogo mira / I. I. Sikura, V. V. Kapustjan. – K. : Fitosociocentr, 2001. – 192 s.

## РОЗДІЛ II. ЗООЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ ТВАРИН

УДК 599.325.1:574.3:575.17(477.64)

### ВПЛИВ СКЛАДОВИХ МАКРОКЛІМАТУ НА ДИНАМІКУ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЗАЙЦЯ-РУСАКА (*LEPUS EUROPAEUS PALLAS*, 1778) ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ

Бельський В.В., Лебедева Н.І., Маслова О.В.

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

lebnatalya@yandex.ru

Динаміка чисельності зайця-русака на території Запорізької області в 1984-2015 роках характеризується загальною тенденцією до зростання. За цей період можна виділити 9 піків чисельності з періодичністю від 1 до 7 років. Серед складових макроклімату найбільш значущими є середньорічна температура та сума опадів за рік, які перебувають у позитивному зв'язку середньої сили із чисельністю зайця-русака території досліджень.

*Ключові слова: заєць-русак, популяція, динаміка чисельності, макроклімат, складові макроклімату.*

Бельский В.В., Лебедева Н.И., Маслова О.В. ВЛИЯНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ МАКРОКЛИМАТА НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ЗАЙЦА-РУСАКА (*LEPUS EUROPAEUS PALLAS*, 1778) ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Динамика численности зайца-русака на территории Запорожской области в 1984-2015 годах характеризуется общей тенденцией к росту. За указанный период можно выделить 9 пиков численности с периодичностью от 1 до 7 лет. Среди составляющих макроклимата наиболее значимыми являются среднегодовая температура и количество осадков за год, которые находятся в положительной связи средней силы с численностью зайца русака территории исследований.

*Ключевые слова: заяц русак, популяция, динамика численности, макроклимат, составляющие макроклимата.*

Belsky V.V., Lebedeva N.I., Maslova O.V. MACROCLIMATE COMPONENTS INFLUENCE ON BROWN HARE (*LEPUS EUROPAEUS PALLAS*, 1778) NUMBER DYNAMICS IN ZAPORIZHZHYA REGION / Zaporizhzhya National University; 69900, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

Questions of sanitary-and-epidemiologic value of some animals kinds, including that, which are carriers of many illnesses, now get an urgency. One of them is the brown hare, which has the big practical value, basically as one of amateur hunting numerous objects.

The weather conditions fluctuations, which are imposed on a landscapes mosaic, involve changes in brown hare regional populations. For this kind violent number changes are characteristic, which often do not give in to an explanation, therefore they draw attention of many researchers.

The aim of researches was the macroclimate components influence estimation on brown hare regional population number dynamics.

Departmental materials of the State agency of wood resources of Ukraine (1984-1996) and Department of ecology and natural resources of the Zaporizhzhya regional state administration (2001-2015) were used for the kind number dynamics analysis. The average year air temperature, mid-annual air relative humidity, annual rainfall, average snow cover height were used in quality of climatic factors influence on brown hare number variability. Macroclimatic variables indices were received from the open access base WorldClim - Global Climate Data.

The brown hare number dynamics on the Zaporizhzhya region territory during the last 32 years is characterised by the general tendency to growth.

By 2015 this kind livestock population has increased in 1,6 times. The similar situation is observed in other regions of its areal. During 1984-2015 it is possible to allocate 9 number peaks with periodicity from 1 till 7 years.

Researches results testify to defined correlation relationships presence between brown hare number and macroclimate components in 1984-2015. So the mid-annual temperature and annual rainfall are in positive correlation relationships of average force ( $r = 0,50$  and  $r = 0,57$  accordingly), and mid-annual air relative humidity and average snow cover height are in weak positive correlation relationships ( $r = 0,21$  and  $r = 0,22$  accordingly) with studied kind number.

It is known, that corresponding character of any kind number dynamics is formed as the answer to a certain region conditions complex, which includes not only climatic factors, but also biotic (competitors, predators etc.) and anthropogenous. Besides, animals habitat cyclic changes, and in particular of brown hare, differ not only on years but also on seasons that should be reflected in their populations. That is why ecological factors influence researches on this kind number dynamics on seasons of year get an urgency.

*Key words: brown hare, population, dynamics of population, macroclimate, macroclimate components.*

## ВСТУП

Одним із завдань сучасної екології є дослідження стану та функціонування екосистем та окремих популяцій в умовах антропогенної трансформації ландшафтів. Також набувають актуальності питання санітарно-епідеміологічного значення деяких видів тварин, зокрема тих, що є переносниками багатьох хвороб. Одним із них є заєць-русак – цінний мисливський вид, що має велике практичне значення, здебільшого як один із чисельних об'єктів аматорського полювання.

Місце мешкання виду – це просторово обмежена сукупність факторів абіотичного та біотичного середовища, що забезпечує увесь цикл розвитку особин, популяції або виду загалом [1]. Коливання погодних умов, що накладаються на мозаїку ландшафтів, спричиняють зміни в регіональних популяціях зайця-русака [2]. Для цього виду характерні різкі зміни чисельності, які часто не піддаються поясненню, тому й привертають увагу багатьох дослідників.

Метою дослідження є оцінка впливу складових макроклімату на динаміку чисельність регіональної популяції зайця-русака.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Запорізька область розташована в межах степової зони (Північного, Південного та Сухого степу), у зоні помірних широт із достатньо активною атмосферною циркуляцією, переважно з перенесенням повітряних мас. Клімат області помірно-континентальний. Відрізняється спекотним, сухим літом та зимою з періодичними відлигами й нестійким сніговим покривом. Характерна риса степової зони – це значна амплітуда коливань кліматичних показників, і за окремими роками, і за окремими місяцями в різні роки. Добре прослідковуються внутрішньорічні контрасти: випадкове чергування морозних днів з відлигами; стрибки у випаданні літніх опадів; вологі роки змінюються різко засушливими, які супроводжуються додатковою дією суховіїв, тощо. Однією з особливостей клімату території є значні коливання погодних умов в окремі роки [3-5].

Для аналізу динаміки чисельності зайця-русака використано відомчі матеріали Державного агентства лісових ресурсів України (1984-1996 рр.) та Департаменту екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації (2001-2015 рр.). Для оцінки впливу кліматичних факторів на мінливість чисельності досліджуваного виду використовували середньорічну температуру повітря, середньорічну відносну вологість повітря, річну суму опадів, середню висоту снігового покриву. Показники макрокліматичних змінних отримані з бази відкритого доступу WorldClim – Global Climate Data [6].

Для визначення коефіцієнта залежності чисельності зайця-русака від складових макроклімату використано статистично-математичні методи: стандартна методика розрахунку середньої арифметичної та похибки й побудови функціональної залежності за отриманими значеннями із визначенням апроксимуючої лінії тренду, кореляційний та

дисперсійний аналізи [7]. Статистична обробка даних проводилася за допомогою стандартного пакета програм StatSoft STATISTICA 10.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка чисельності зайця-русака на території Запорізької області в останні 32 роки характеризується загальною тенденцією до зростання (рис. 1). До 2015 року поголів'я цього виду збільшилося у 1,6 разу. Подібна ситуація спостерігається в інших регіонах ареалу виду, зокрема в Німеччині, Словенії, Польщі, Росії [8-11].

За період 1984-2015 років можна виділити 9 піків чисельності з періодичністю від 1 до 7 років.

Чисельність, ос.

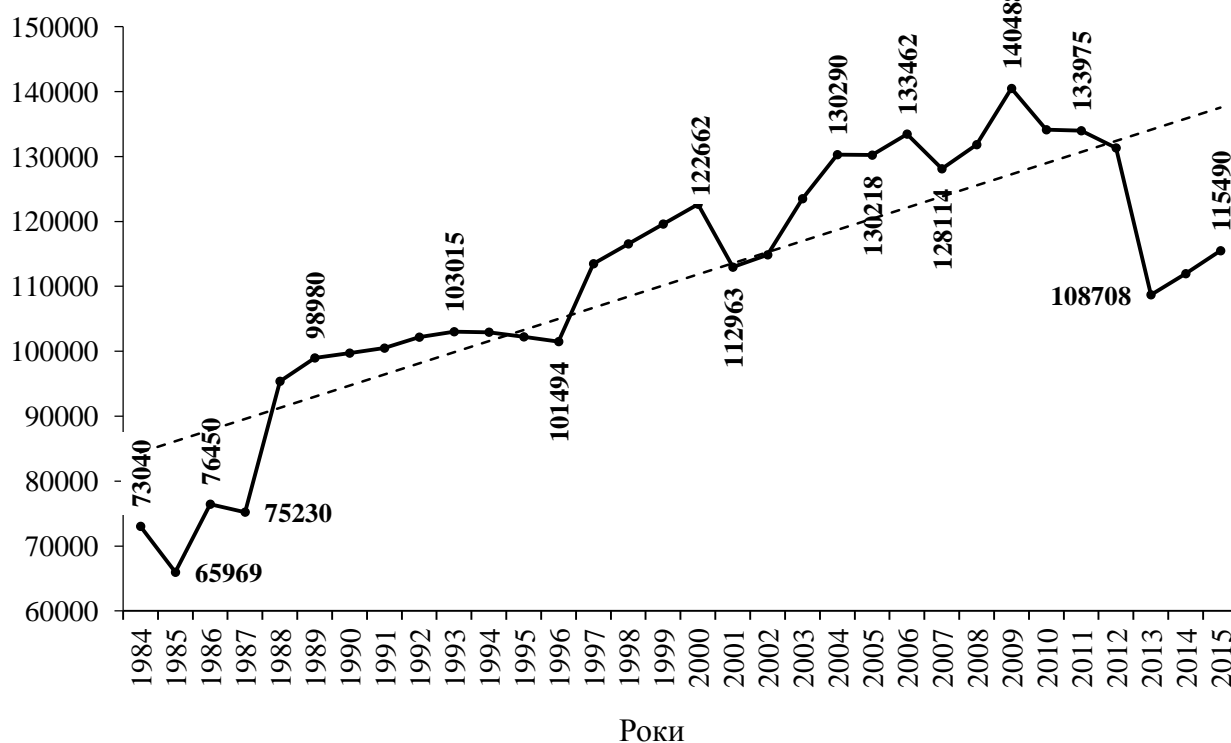


Рис.1. Динаміка чисельності зайця-русака на території Запорізької області

Коливання чисельності зайця-русака викликано кліматичними, біотичними та антропогенними факторами. Єдиної думки щодо причини зміни чисельності цього виду немає. Деякі автори вирішальним фактором вважають вплив епізоотій, інші – температурний режим кінця зими і початку весни, що визначає виживання першого виводку зайчат, а також посухи, що знижують темпи розмноження русаків. Також існує думка, що чисельність досліджуваного виду регулюється епізоотіями, а кліматичні чинники вважаються лише «гальмом» її зростання [9, 10, 12, 13].

Результати наших досліджень свідчать про наявність певного корелятивного зв'язку між чисельністю зайця-русака та складовими макроклімату в 1984-2015 роках (рис. 2). Так, середньорічна температура та сума опадів за рік перебувають у позитивному зв'язку середньої сили ( $r = 0,50$  та  $r = 0,57$  відповідно), а середньорічна відносна вологість повітря та середня висота снігового покриву – у слабкому позитивному зв'язку ( $r = 0,21$  та  $r = 0,22$  відповідно) із чисельністю досліджуваного виду.

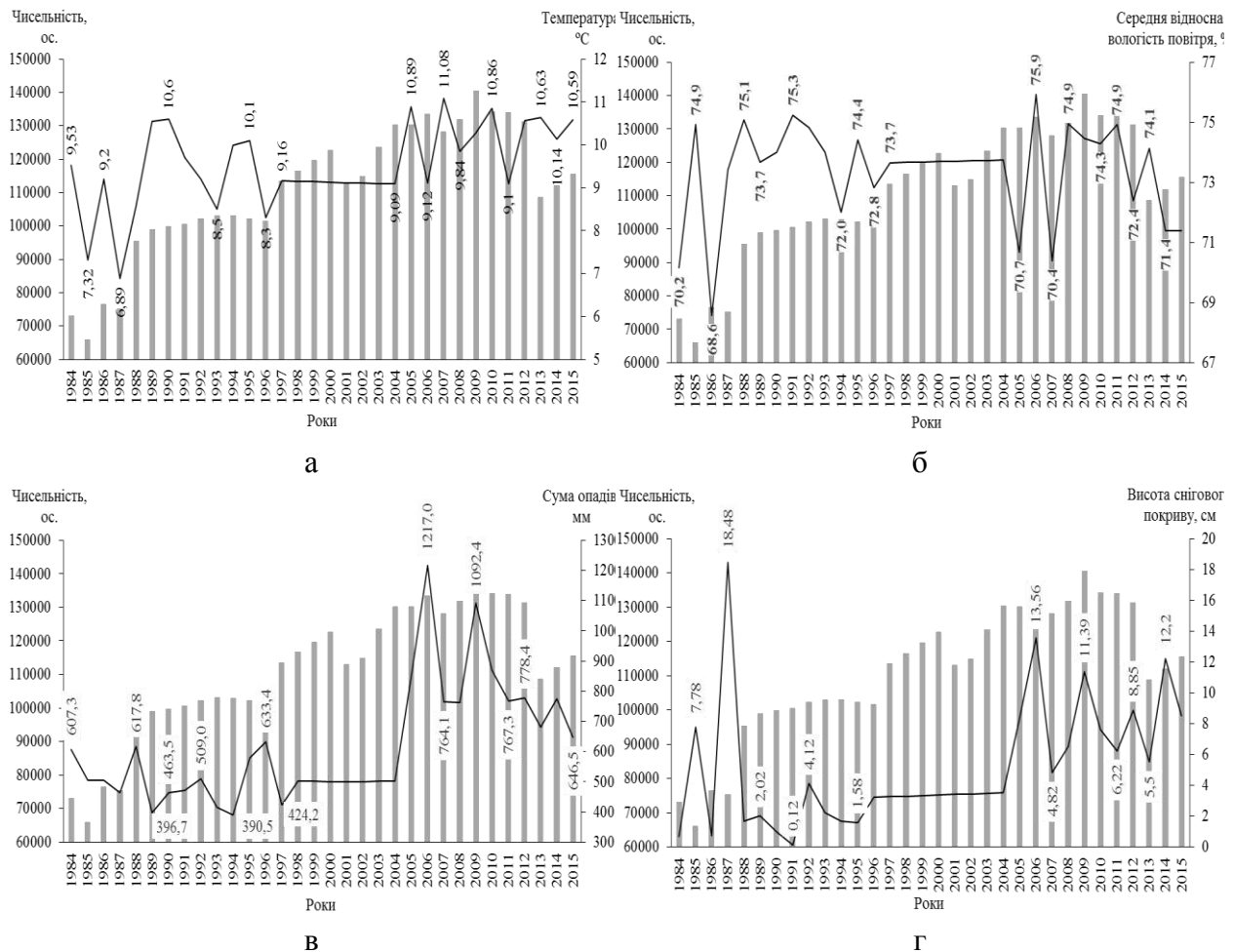


Рис. 2. Залежність чисельності зайця-русака від складових макроклімату (а – температури, °C; б – середньорічної вологості повітря, %; в – суми опадів за рік, мм; г – середньої висоти снігового покриву, см) на території Запорізької області

Відомо, що відповідний характер динаміки чисельності будь-якого виду формується як відповідь на комплекс умов певного регіону, який включає не тільки кліматичні фактори, а ще й біотичні (конкурентів, хижаків тощо) та антропогенні. До того ж циклічні зміни природного середовища відрізняються не тільки за роками, а ще й за сезонами, що не може не відбиватися на популяціях тварин, і зокрема зайця-русака. Тому набувають актуальності дослідження впливу екологічних факторів на динаміку чисельності цього виду за сезонами року.

## ВИСНОВКИ

Динаміка чисельності зайця-русака на території Запорізької області в 1984-2015 роках характеризується загальною тенденцією до зростання. За досліджуваний період можна виділити 9 піків чисельності з періодичністю від 1 до 7 років. Серед складових макроклімату найбільш значущими є середньорічна температура та сума опадів за рік, які перебувають у позитивному зв'язку середньої сили із чисельністю зайця-русака на території досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Реймерс Н. Ф. Природопользование / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 640 с.
2. Шевнина М. С. Определение емкости среды обитания для зайцев / М. С. Шевнина, И. М. Сышев // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2012. – № 1. – С. 71-73.

3. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард – М. : Лесн. пром-ть, 1971. – 336 с.
4. Географічна енциклопедія України: Т. 2 / Відп. ред. О. М. Маринич. – К. : Українська Радянська Енциклопедія ім. М. Л. Бажана, 1990. – С. 27-32.
5. Чибилев А. А. Лик степи / А. А. Чибилев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1990. – 192 с.
6. WorldClim – Global Climate Data [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)
7. Ивантер Э. В. Введение в количественную биологию / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2011. – 302 с.
8. Selected indicators of Brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) population dynamics in northwestern Croatia / [Pintur K., Popović N., Alegro A. and others] // Veterinarski arhiv. – 2006. – 76 (Suppl.). – S. 199-209.
9. Epizootiologic and ecologic investigations of european brown hares (*Lepus europaeus*) in selected populations from schleswig-holstein, Germany / [Kai Frölich, Jutta Wisser, Heiko Schmäuser and others] // Journal of Wildlife Diseases. – 2003. – Vol. 39. – № 4. – P. 751-761.
10. Симонович Е. И. Динамика численности зайца-русака на территории Ростовской области / Е. И. Симонович, В. В. Сидельников // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2012. – № 1. – С. 588.
11. Кудрявцева Т. В. Оценка влияния экологических факторов на зайца-русака (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) в Центральной Сибири / Т. В. Кудрявцева, М. Н. Смирнов // Сибирский экологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 157-164.
12. Tarnawa Á. Effect of agroecosystem components on the population dynamics of European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas) / Á. Tarnawa, H. Klupács, M. Jolánkai // Acta Agronomica Hungarica. – 2010. – Vol. 58. – № 4. – P. 419-426.
13. Rödel H. Influence of weather factors on population dynamics of two lagomorph species based on hunting bag records / H. Rödel, J. J.A. Dekker // European Journal of Wildlife Research. – 2012. – Vol. 58 (6). – P. 923-932.

#### REFERENCES

1. Rejmers N. F. Prirodopol'zovanie / N.F. Rejmers. – М. : Mysl', 1990. – 640 s.
2. Shevnina M. S. Opredelenie emkosti sredy obitanija dlja zajcev / M.S. Shevnina, I.M. Syshev // Sovremennye problemy prirodopol'zovanija, ohotovedenija i zverovodstva. – 2012. – № 1. – S. 71-73.
3. Bel'gard A. L. Stepnoe lesovedenie / A. L. Bel'gard – М. : Lesn. prom-st', 1971. – 336 s.
4. Geografichna enciklopedija Ukraini: T. 2 / Vidp. red. O. M. Marinich. – К. : Ukrain's'ka Radjans'ka Enciklopedija im. M. L. Bazhana, 1990. – S. 27-32.
5. Chibilev A. A. Lik stepi / A. A. Chibilev. – L. : Gidrometeoizdat, 1990. – 192 s.
6. WorldClim – Global Climate Data [Elektronij resurs]. – Rezhim dostupu : [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)
7. Ivanter Je. V. Vvedenie v kolichestvennuju biologiju / Je. V. Ivanter, A. V. Korosov. – Petrozavodsk : PetrGU, 2011. – 302 s.
8. Selected indicators of Brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) population dynamics in northwestern Croatia / [Pintur K., Popović N., Alegro A. and others] // Veterinarski arhiv. – 2006. – 76 (Suppl.). – S. 199-209.
9. Epizootiologic and ecologic investigations of european brown hares (*Lepus europaeus*) in selected populations from schleswig-holstein, Germany / [Kai Frölich, Jutta Wisser, Heiko Schmäuser and others] // Journal of Wildlife Diseases. – 2003. – Vol. 39. – № 4. – P. 751-761.
10. Simonovich E. I. Dinamika chislenosti zajca-rusaka na territorii Rostovskoj oblasti / E. I. Simonovich, V. V. Sidel'nikov // Sovremennye problemy prirodopol'zovanija, ohotovedenija i zverovodstva. – 2012. – № 1. – S. 588.

11. Kudrjavceva T. V. Ocenka vlijanija jekologicheskikh faktorov na zajca-rusaka (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) v Central'noj Sibiri / T. V. Kudrjavceva, M. N. Smirnov // Sibirskij jekologicheskij zhurnal. – 2012. – № 1. – S. 157-164.
12. Tarnawa Á. Effect of agroecosystem components on the population dynamics of European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas) / Á. Tarnawa, H. Klupács, M. Jolánkai // Acta Agronomica Hungarica. – 2010. – Vol. 58. – № 4. – P. 419-426.
13. Rödel H. Influence of weather factors on population dynamics of two lagomorph species based on hunting bag records / H. Rödel, J. J.A. Dekker // European Journal of Wildlife Research. – 2012. – Vol. 58 (6). – P. 923-932.

УДК 598.288.7:591.555.1

## ПОВЕДІНКОВІ АКТИ ТА ПРОЯВ АГРЕСІЇ МУХОЛОВКИ БІЛОШИЙОЇ (*FICEDULA ALBICOLLIS*) ТА МУХОЛОВКИ СІРОЇ (*MUSCICAPA STRIATA*) НА МІСЦЯХ ВОДОПОЮ

Маркова А.О.

*Навчально-науковий центр «Інститут біології»  
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка  
01601, Україна, Київ, вул. Володимирська, 64/13*

anna-markovka@i.ua

Роботу присвячено дослідженню динаміки зайнятості птахів на місцях водопою в лісостеповій зоні України. Особливу увагу приділено порівнянню прояву агресивної поведінки птахів родини *Muscicapidae* у природі та в умовах антропогенного навантаження території. Виявлено приблизно 1-2-годинний зсув у добових піках поведінкових актів птахів на водопої протягом доби на різних територіях зі збереженням загального розподілу часу. Встановлено кореляційний зв'язок між агресією та поведінковими актами для обох видів родини та їх відмінності в природі за наявності антропогенного фактора. У природі для сірої мухоловки агресивна поведінка корелює лише із загальним рівнем агресії усіх присутніх птахів та не пов'язана із наявністю ресурсів на водопої. Агресивність мухоловки білошиї в природі та за наявності незначного антропогенного впливу корелює із поведінковими актами, що вказує на конкуренцію за ресурс. На міських та приміських територіях її агресія середньо корелює із пошуком корму ( $r = 0,470$ ,  $P < 0,05$ ). Отримані дані можна використовувати для встановлення поведінкової пластичності представників родини *Muscicapidae*.

*Ключові слова: добова динаміка, агресія, Muscicapidae, водопій, антропогенний вплив.*

Маркова А.А. ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АКТЫ И ПРОЯВЛЕНИЕ АГРЕССИИ МУХОЛОВКИ-БЕЛОШЕЙКИ (*FICEDULA ALBICOLLIS*) И МУХОЛОВКИ СЕРОЙ (*MUSCICAPA STRIATA*) НА МЕСТАХ ВОДОПОЯ / Институт биологии, Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко; 01601, Украина, Киев, ул. Владимирская, 64/13

Работа посвящена исследованию динамики занятости птиц на местах водопоя в лесостепной зоне Украины. Особое внимание уделено сравнению проявления агрессивного поведения птиц семейства *Muscicapidae* в природе и в условиях антропогенной нагрузки территории. Установлено приблизительно 1-2-часовой сдвиг в суточных пиках поведенческих актов птиц на водопое на различных территориях с сохранением общего распределения времени. Установлена корреляционная связь между агрессией и поведенческими актами для обоих видов семейства и их различия в природе и при наличии антропогенного фактора. В природе для серой мухоловки агрессивное поведение коррелирует только с общим уровнем агрессии всех присутствующих птиц но не связано с наличием ресурсов на водопое. Агрессивность мухоловки-белошейки в природе и при незначительном антропогенном воздействии коррелирует с поведенческими актами, что указывает на конкуренцию за ресурс. На городских и пригородных территориях ее агрессия средне коррелирует с поиском корма ( $r = 0,470$ ,  $P < 0,05$ ). Полученные данные можно использовать для установления поведенческой пластичности представителей семейства *Muscicapidae*.

*Ключевые слова: суточная динамика, агрессия, Muscicapidae, водопой, антропогенное влияние.*



Markova A.A. BEHAVIOR ACTS AND DISPLAYS OF AGGRESSION OF COLLARED FLYCATCHER (*FICEDULA ALBICOLLIS*) AND SPOTTED FLYCATCHERS (*MUSCICAPA STRIATA*) ON THE LOCAL WATERING PLACE / Institute of Biology, Taras Shevchenko National University of Kyiv; 01601, Ukraine, Kyiv, Volodymyrska str., 64/13

Aggression is widespread among animals, but it is given less attention than other forms of interspecific and intraspecific competition, and its mechanisms and implications are not clear. Over the past decade, interest in the ecology flycatchers increased significantly due to their synanthropic capability, expansion of the range and increasing numbers of southern Europe and their relationships with other species. This interest is supported by numerous publications European authors. Actively carried attempts to the study of population processes on the example of passerine in particular to model objects such as Collared Flycatcher.

Flycatchers are ideal species to study social interaction of birds, as some knowledge about the use non-specific and konspecific information in their choice of nesting places has already been partially revealed. These species flexibly use intraspecific and especially interspecific social information. At present, there are still difficulties in understanding how the behavior will affect the structure, function and stability of ecosystems, the complexity of interactions existing between species and the environment.

The idea goal of this research is devoted to investigation of the dynamics of employment birds on local watering places in the forest steppe zone of Ukraine. Special attention is given to comparison of display aggressive behavior bird for two species of birds family Flycatcher Muscicapidae (Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*) and Spotted Flycatchers (*Muscicapa striata*) in nature and in terms of anthropogenic loading area. The main idea goal are following to show the existence and importance of aggression of flycatchers with their physiological needs for a watering place, with the presence and quantity of other species and their aggression.

Biological needs of Collared Flycatcher and Spotted Flycatchers are separated in time approximately by 1-2 hours in natural environment and in anthropogenically pressured environment. Species occupation during the day in areas with low anthropogenic influence is the same. This indicates behavioral ecological adaptation in different conditions with limited resources.

We have established a correlation relationship between aggression and behavioral acts for both species of family and their differences in the nature and in the presence of anthropogenic factor. Main cause of aggression of Spotted Flycatchers is general aggression of present species in nature for a watering place ( $r = 0,425$ ;  $p < 0,05$ ). Collared Flycatchers react aggressively when they use available resources (for the food  $r = 0,842$ ;  $p < 0,01$ ; for the water  $r = 0,558$ ;  $p < 0,05$ ) and to individuals of their species ( $r = 0,630$ ;  $p < 0,01$ ) in nature. Search of food is only important issue in anthropogenic environments ( $r = 0,470$ ;  $p < 0,05$ ). Overall, our data can be used for further study of behavioral plasticity flycatcher family members of different areas.

Our results revealed natural variations in experimental data on the areas researched and for different years of research. However, they are quite consistent for the life of species in each grouping of birds. In turn, our research reveals some possible scenarios of aggressive behavior on watering place in different areas. Difference of flycatchers' participation in social interactions become more important in explaining of individual adaptive difference in the behavior of animals and probably are the part of the evolution process. These data complement the already existing knowledge and indicate to the diversity of behavioral strategies of birds in similar conditions of life. Basic mechanisms and causes of these differences still need of further investigation.

*Key words: behavior, interspecific and intraspecific aggression, Muscicapidae, watering place.*

## ВСТУП

В останні десятиліття в науковій літературі велику увагу приділено дослідженню відмінностей поведінки тварин на різних територіях, її значенню для біології, екології та соціальних відносинах близьких та конкурентних видів. Активно постають питання причин та наслідків агресії серед тварин. Накопичено значну кількість нових даних стосовно агресивної поведінки різних груп тварин [1, 2], у тому числі й птахів [3, 4]. У більш детальній формі міжвидова агресія має важливі наслідки для екологічних процесів та відповідає на питання про причини зміни еволюційних стратегій поведінки. У природних лісових угрупованнях міжвидова конкуренція є важливим фактором та регулює перекриття ніш у використанні ресурсів близькими видами. Така агресія активно поширена серед тварин, але їй приділяється менше уваги, ніж іншим формам міжвидової та внутрішньовидової конкуренції, а її механізми та наслідки залишаються незрозумілими [5, 6].

Передача інформації між особинами різних видів стосовно ресурсів є винятково важливою, а її механізм може впливати на закономірності та наслідки співіснуючих видів [4].

За останні десятиліття інтерес до екології мухоловок істотно зріс у зв'язку з їхніми синантропними можливостями, розширенням ареалу і зростанням чисельності на півдні Європи, а також їхніх відносин з іншими видами. Цей інтерес підтримують численні публікації європейських науковців. Активно вивчаються популяційні процеси на прикладі горобцеподібних зокрема, на таких модельних об'єктах, як мухоловка білошия (*Ficedula albicollis*) [7]. Для України мухоловка білошия (*Ficedula albicollis*) та мухоловка сіра (*Muscicapa striata*) є гніздовими в лісовій та лісостеповій зонах, але в останні роки відмічено поступове зниження їхньої чисельності [8].

Мета роботи – дослідити добову активність мухоловок на водопої у мішаному лісі лісостепової зони України та встановити наявність зв'язку агресивної поведінки птахів із чисельністю/агресивністю інших видів, та із фізіологічними потребами.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є два види родини *Muscicapidae*: мухоловка білошия (*Ficedula albicollis*) та мухоловка сіра (*Muscicapa striata*).

Матеріалами слугували дані, зібрані автором у Канівському природному заповіднику (далі КПЗ) Черкаської області у травні та червні 2010, 2012 та 2014 років на місці водопою в яру Мокрий, на території садиби. Територія дослідження має природоохоронний статус і характеризується низьким антропогенним впливом. Загальна тривалість спостережень у КПЗ становить 324 години. За цей час зафіксовано близько 1324 контактів та проаналізовано 1940 появ мухоловок на місці водопою. Інше місце дослідження – це державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України в Київській області, де спостереження проводили в червні 2012 та 2015 років. Територія дослідження обрана з урахуванням наявності джерела води в мішаному лісі та вираженим антропогенним впливом. Тривалість спостережень у дендропарку становить 144 години. За цей час зафіксовано близько 1136 контактів та проаналізовано 484 появи мухоловок на місці водопою. Ще одна територія дослідження – біостаціонар «Вакалівщина» у Сумській області де проводили спостереження в червні 2015 року. Цю територію обрано з урахування загальної схожості видового багатства та флори, порівняно з попередніми територіями, а також як територія із наявним фактором турбування людиною, але меншим, ніж у дендропарку. Загальна тривалість спостережень у Вакалівщині – 81 година. За цей час зафіксовано близько 1569 контактів та проаналізовано 933 появи мухоловок на місці водопою.

Спостереження проводили з 5:00 до 21:00 (тут і далі години вказано з урахуванням поправки на літній час). Вивчаючи динаміку активності на водопої, згідно із загальноприйнятими етологічними методиками [9] розділено можливі варіанти поведінкових актів птахів на водопої: пиття води, споживання кормових об'єктів та купання. Для вивчення міжвидової поведінки використовували загальноприйнятні етологічні методи «тотального спостереження» та «суцільного протоколювання» [10]. За прояв агресивної поведінки прийнято вважати акт, коли два птахи скорочують дистанцію, що їх розділяє, явно змінюючи свою поведінку порівняно з попереднім проміжком часу, демонструючи готовність до нападу та безпосередньо сутички [11]. До аналізу прийнято дані, зібрані з урахуванням однакових погодних умов. Статистична обробка матеріалу проведена математичними методами з використанням пакета програм Microsoft Excel та STATISTICA 7.0. Дані перевірено на нормальність, та відповідно, показники кореляції визначали параметричними та непараметричними методами.

Робота проводилась у рамках етапу наукової теми кафедри зоології Київського національного університету ім. Т. Шевченка «Збереження біорізноманіття та комплексне дослідження стратегій адаптації фіто-, зоо- та віробіоти України з використанням біоінформаційних технологій», номер теми: 11BF036-02.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загальновідомо, що мухоловки за типом харчування є комахоїдними птахами [12, 13] і тому потреба в питті в цих видів не настільки велика, як у зерноїдних. Отже, перебування на водопої перш за все має на меті очищення пір'яного покриву та купання. Хоча пиття та пошук корму все одно мають значну частку серед поведінкових актів на водопої, нами встановлено максимуми потреби мухоловок на водопої задля поповнення водного балансу в організмі, купання та пошуку корму на певних територіях (табл. 1).

Таблиця 1 – Піки зайнятості в поведінкових актах на місцях водопою протягом доби

| Піки                       | КПЗ   |       |       | Вакалівщина |       |       | Олександрія |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|                            | Ранок | День  | Вечір | Ранок       | День  | Вечір | Ранок       | День  | Вечір |
| <i>Muscicapa striata</i>   |       |       |       |             |       |       |             |       |       |
| присутність                | 6     | 14    | 20    | 8           | 12    | 18    | 8           | 16-17 | -     |
| купання                    | 5,9   | 13,15 | 17,20 | -           | 12    | 17,20 | 8,10        | 16-17 | -     |
| пиття                      | 6     | 12    | 20    | -           | 12,15 | 17,20 | 9           | 16    | -     |
| пошук корму                | 6     | 11    | 17,   | 5           | 10-11 | 18    | -           | -     | -     |
| <i>Ficedula albicollis</i> |       |       |       |             |       |       |             |       |       |
| присутність                | 8     | 12    | 18    | 6, 9        | 12    | 18,20 | 7-8         | -     | 17,21 |
| купання                    | 8     | 13    | 19    | 9           | -     | 20    | 7           | -     | 17    |
| пиття                      | 8     | 11    | 21    | 6           | 12    | 17    | 7           | -     | 17,20 |
| пошук корму                | 8     | -     | 21    | 6,9         | 12    | 18    | 9           | -     | 18    |

Примітка: «-» відсутність вираженого піку

Виявлено, що біологічні потреби мухоловки білошиїї та сірої розділені в часі в природному середовищі і в антропогенно навантаженому. Лише на Вакалівщині, території із незначним антропогенним впливом, але великою кількістю місць водопою, зайнятість видів протягом доби збігалася. Зауважимо, що місце дослідження у КПЗ та в дендрологічному парку «Олександрія» вибрано із відсутністю інших джерел води. Отже, отримані результати щодо розподілу присутності близьких видів у часі вказують на екологічне поведінкове пристосування в умовах обмеженого ресурсу.

Крім того, вивчення кількісного прояву агресивної поведінки на водопої виявило значення кожного з типів поведінки на відмінних територіях (табл. 2). Так, для сірої мухоловки єдиним фактором прояву агресії слугувала загальна агресивність присутніх видів та лише в природному середовищі (кореляція середньої сили). Для білошиїї мухоловки в природі та території із незначним антропогенним впливом відмічено значний, сильний зв'язок агресії із потребою в ресурсі, та лише із наявністю свого виду як головним конкурентом за ресурс у гніздовий період. У той самий час на антропогенно навантаженої території дендропарку для білошиїї збільшується значення пошуку корму, що також припадає на місця водопою, де встановлено кореляційний зв'язок середньої сили між пошуком корму та проявом агресії.

Таблиця 2 – Зв'язок прояву агресії з поведінковими актами та іншими птахами на місцях водопою

| Поведінкові акти        | КПЗ                      | Вакалівщина | Олександрія | КПЗ                        | Вакалівщина | Олександрія |
|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
|                         | <i>Muscicapa striata</i> |             |             | <i>Ficedula albicollis</i> |             |             |
| купання                 | 0,348                    | 0           | 0,334       | -0,135                     | 0,484*      | 0,216       |
| пиття                   | -0,028                   | 0           | -0,171      | 0,558*                     | 0,418*      | 0,152       |
| пошук корму             | 0,115                    | 0           | 0           | 0,842**                    | 0,111       | 0,470*      |
| свій вид                | 0,387                    | 0           | 0,245       | 0,489*                     | 0,630*      | 0,263       |
| усі птахи               | 0,339                    | 0           | 0,027       | -0,041                     | 0,058       | -0,078      |
| загальна агресія птахів | 0,425*                   | 0           | -0,036      | -0,011                     | 0,309       | -0,137      |

Примітка: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Для визначення взаємозв'язку між найбільш вивченими типами поведінки в останні роки використовували метааналіз, де оцінювали силу кореляцій різних можливих комбінацій ознак. Так, спираючись на дані 81 наукової роботи, виявили, інтерпретація даних такими методами вказує, що повторюваність вивчення певних поведінкових актів статистично не відрізняється, а їх значення впливає більше на кореляції у фенотиповій поведінці, аніж для індивідуальної [14]. Отже, отримані дані можна використовувати задля встановлення поведінкової пластичності представників родини Мухоловкові.

Наші результати виявили закономірні відмінності в даних на піддослідних територіях та різні роки досліджень. Проте вони повністю узгоджені для життя видів у кожному конкретному угрупованні птахів. Своєю чергою дослідження розкриває певні можливі сценарії агресивної поведінки на місцях водопою на дещо відмінних територіях. Відмінності участі мухоловок у соціальних взаємодіях набувають більшого значення в поясненні адаптивних індивідуальних відмінностей в поведінці тварин та, ймовірно, становлять частину еволюційного процесу [15]. Подібні дослідження проведено на різних територіях в різні роки на прикладі європейських бабаків [16]. Останні дані стосовно агресії серед сірих гусей [17] виявили, що поведінка може залежати не тільки від внутрішніх чинників, а й від пори року і соціального середовища. Це підкреслює значення довгострокових досліджень і багатофакторних підходів для розуміння складного механізму відносин для тварин. Існує безпосередньо індивідуальна поведінкова реакція особин певної групи на зовнішні ознаки та тип поведінки представників свого виду. Для етологічних досліджень такі ознаки слугують ключем до розуміння поведінкової екології та кількісної генетики. Соціальні взаємодії призводять до перебудови складних типів поведінки і мають властивість виникати на рівні групи. Такий механізм зміни поведінкової стратегії має невідомі еволюційні наслідки, що виправдовують його вивчення [18].

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено одно-двогодичний розподіл у часі появи сірої та білошиїї мухоловки на однакових місцях водопою лісостепової зони України протягом доби, що слугує природним екологічним пристосуванням до співіснування видів на одній території.

2. Прояв агресії сірою мухоловкою пов'язаний лише із загальним рівнем агресії птахів, а для мухоловки білошиїї виявлена така залежність агресії із появою свого виду в природі та з потребою в ресурсі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Reichert M. S. Behavioral strategies and signaling in interspecific aggressive interactions in gray tree frogs / M. S. Reichert, H. C. Gerhardt // Behavioral Ecology. – 2014. – Vol. 25 (3). – P. 520-530.
2. Tanner C.J. To fight or not to fight: context-dependent interspecific aggression in competing ants / C.J. Tanner, F.R. Adler // Anim. Behav. – 2009. – Vol. 77. – P. 297-305.
3. Foltz S. L. Get off my lawn: increased aggression in urban song sparrows is related to resource availability / S. L. Foltz, A. E. Ross, B. T. Laing // Behavioral Ecology. – 2015. – Vol. 25. – P. 871-884.
4. Competitor density cues for habitat quality facilitating habitat selection and investment decisions / [J. T. Forsman, M. B. Hjernquist, J. Taipale et al.] // Behavioral Ecology. – 2007. – Vol. 19 (3). – P. 539-545
5. Peiman K. S. Ecology and evolution of resource-related heterospecific aggression / K. S. Peiman, B. W. Robinson // Quarterly Review of Biology. – 2010. – Vol. 85. – P. 133-158.
6. The evolutionary consequences of interspecific aggression / [G. F. Grether, C. N. Anderson, J. P. Drury et al.] // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2013. – Vol. 1289. – P. 48-68.
7. Jaakkonen T. The use and relative importance of intraspecific and interspecific social information in a bird community / [T. Jaakkonen, S. M. Kivelä, C. M. Meier et al.] // Behavioral Ecology. – 2014. – Vol. 26 (1). – P. 55-64.
8. Пернаті друзі. Пташиний світ України / [Електроний ресурс]. – Режим доступу : <http://pernatidruzi.org.ua/art.php?id=565>
9. Ильина Т. А. Бюджет времени и энергии у самца и самки зяблика *Fringilla coelebs* в гнездовой период / Т. А. Ильина, Л. В. Федорянская // Бюджеты времени и энергии у птиц в природе. – Л., 1982. – С. 109-124.
10. Попов С. В. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе / С. В. Попов, О. Г. Ильченко. – М.: Московский зоопарк, 1990. – 76 с.
11. Панов Е. Н. Механизмы коммуникации у птиц / Е. Н. Панов – М.: Наука, 1978. – 304 с.
12. Егорова Г. В. Сравнительная экология близкородственных видов мухоловок рода *Ficedula* / Г. В. Егорова, А. Е. Иванов, В. М. Константинов – М.: ФГОУ-ВПО-МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2007. – 179 с.
13. Иванов А. Е. Экология близкородственных видов мухоловок рода *Ficedula* в местах их симбиотопии / А. Е. Иванов // Русский орнитологический журнал. – 2006. – Т. 13. – Вып. 351. – С. 87-94.
14. Garamszegi L. Z. A meta-analysis of correlated behaviors with implications for behavioral syndromes: relationships between particular behavioral traits / L. Z. Garamszegi, G. Markó, G. Herczeg // Behavioral Ecology. – 2013. – Vol. 24 (5). – P. 1068-1080.
15. Colléter M. Personality traits predict hierarchy rank in male rainbowfish social groups / M. Colléter, C. Brown // Animal Behaviour. – 2011. – Vol. 81 (6). – P. 1231-1237.

16. Hewitt S. E. Context-dependent linear dominance hierarchies in social groups of European badgers, *Meles meles* / S. E. Hewitt, D. W. Macdonald, H. L. Dugdale // *Animal Behaviour*. – 2009. – Vol. 77 (1). – P. 161–169.
17. Weiss B. M. longitudinal study of dominance and aggression in greylag geese (*Anser anser*) / B. M. Weiss, K. Kotrschal, K. A. Foerster // *Behavioral Ecology*. – 2011. – Vol. 22 (3). – P. 616–624.
18. Dingemanse N. J. Interacting personalities: behavioural ecology meets quantitative genetics / N. J. Dingemanse, Y. G. Araya-Ajoy // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2015. – Vol. 30 (2). – P. 88–97.

## REFERENCES

1. Reichert M. S. Behavioral strategies and signaling in interspecific aggressive interactions in gray tree frogs / M. S. Reichert, H. C. Gerhardt // *Behavioral Ecology*. – 2014. – Vol. 25 (3). – P. 520–530.
2. Tanner C. J. To fight or not to fight: context-dependent interspecific aggression in competing ants / C. J. Tanner, F. R. Adler // *Anim. Behav.* – 2009. – Vol. 77. – P. 297–305.
3. Foltz S. L. Get off my lawn: increased aggression in urban song sparrows is related to resource availability / S. L. Foltz, A. E. Ross, B. T. Laing // *Behavioral Ecology*. – 2015. – Vol. 25. – P. 871–884.
4. Competitor density cues for habitat quality facilitating habitat selection and investment decisions / [J. T. Forsman, M. B. Hjernquist, J. Taipale et al.] // *Behavioral Ecology*. – 2007. – Vol. 19 (3). – P. 539–545.
5. Peiman K. S. Ecology and evolution of resource-related heterospecific aggression / K.S. Peiman, B.W. Robinson // *Quarterly Review of Biology*. – 2010. – Vol. 85. – P. 133–158.
6. The evolutionary consequences of interspecific aggression / [G.F. Grether, C.N. Anderson, J.P. Drury et al.] // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2013. – Vol. 1289. – P. 48–68.
7. The use and relative importance of intraspecific and interspecific social information in a bird community / [T. Jaakkonen, S.M. Kivelä, C.M. Meier et al.] // *Behavioral Ecology*. – 2014. – Vol. 26 (1). – P. 55–64.
8. Pernati druzi. Ptashinij svit Ukraini / [Elektronij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://pernatidruzi.org.ua/art.php?id=565>
9. Il'ina T. A. Bjudzhet vremeni i jenergii u samca i samki zjablika *Fringilla coelebs* v gnezdovoj period / T. A. Il'ina, L. V. Fedorjanskaja // *Bjudzhety vremeni i jenergii u ptic v prirode*. – L., 1982. – S. 109–124.
10. Popov S. V. Metodicheskie rekomendacii po jetologicheskim nabljudenijam za mlekopitajushhimi v nevole / S. V. Popov, O. G. Il'chenko. – M. : Moskovskij zoolpark, 1990. – 76 s.
11. Panov E. N. Mehanizmy kommunikacii u ptic / E.N. Panov – M. : Nauka, 1978. – 304 s.
12. Egorova G. V. Sravnitel'naja jekologija blizkorodstvennyh vidov muholovok roda *Ficedula* / G. V. Egorova, A. E. Ivanov, V. M. Konstantinov – M. : FGOU-VPO-MGAVMiB im. K.I. Skrjabina, 2007. – 179 s.
13. Ivanov A. E. Jekologija blizkorodstvennyh vidov muholovok roda *Ficedula* v mestah ih simbiotopii / A. E. Ivanov // *Russkij ornitologicheskij zhurnal*. – 2006. – T. 13. – Vip. 351. – S. 87–94.
14. Garamszegi L. Z. A meta-analysis of correlated behaviors with implications for behavioral syndromes: relationships between particular behavioral traits / [L. Z. Garamszegi, G. Markó, G. Herczeg ] // *Behavioral Ecology*. – 2013. – Vol. 24 (5). – P. 1068–1080.
15. Colléter M. Personality traits predict hierarchy rank in male rainbowfish social groups / M. Colléter, C. Brown // *Animal Behaviour*. – 2011. – Vol. 81 (6). – P. 1231–1237.
16. Hewitt S.E. Context-dependent linear dominance hierarchies in social groups of European badgers, *Meles meles* / S.E. Hewitt, D. W. Macdonald, H. L. Dugdale // *Animal Behaviour*. – 2009. – Vol. 77 (1). – P. 161–169.
17. Weiss B. M. longitudinal study of dominance and aggression in greylag geese (*Anser anser*) / B. M. Weiss, K. Kotrschal, K. A. Foerster // *Behavioral Ecology*. – 2011. – Vol. 22 (3). – P. 616–624.
18. Dingemanse N. J. Interacting personalities: behavioural ecology meets quantitative genetics / N. J. Dingemanse, Y. G. Araya-Ajoy // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2015. – Vol. 30 (2). – P. 88–97.

УДК 576.895.122

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЯЙЦЕПРОДУКЦИИ *PARAMPHISTOMUM CERVI* В ОРГАНИЗМЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Рзаев Н.М., Насиров А.М.

*Институт зоологии НАН Азербайджана*  
1073, Азербайджан, Баку, ул. А. Аббасзаде, проезд 1128, квартал 504

namigrza@gmail.com

Исследованы количественные показатели и сезонная динамика яйцепродукции *P. cervi* в организме крупного рогатого скота в Азербайджане. Результаты исследований показали, что выделение яиц парамфистоматами происходит во все сезоны. Наиболее высокие показатели яйцепродукции парамфистоматом отмечаются в летний период и достигают 424,5 экз. яиц в сутки.

*Ключевые слова:* парамфистоматоз, яйцепродукция, крупный рогатый скот.

Рзаев Н.М., Насиров А.М. СЕЗОННА ДИНАМІКА ЯЙЦЕПРОДУКЦІЇ *PARAMPHISTOMUM CERVI* В ОРГАНІЗМІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ В АЗЕРБАЙДЖАНІ / Інститут зоології НАН Азербайджану; 1073, Азербайджан, Баку, вул. А. Аббасзаде, проїзд 1128, квартал 504

Досліджено кількісні показники і сезонна динаміка яйцепродукції *P. cervi* в організмі великої рогатої худоби в Азербайджані. Результати досліджень показали, що виділення яєць парамфистоматами відбувається в усі сезони. Найбільш високі показники яйцепродукції парамфистоматом відзначаються в літній період і досягають 424,5 екз. яєць на добу.

*Ключові слова:* парамфистоматоз, яйцепродукція, велика рогата худоба.

Rzayev N.M., Nasirov A.M. SEASONAL DYNAMICS OF PARAMPHISTOMUM CERVI EGG PRODUCTS IN THE BODY OF CATTLE IN AZERBAIJAN / Institute of Zoology, NAS of Azerbaijan; AZ 1073, Azerbaijan, Baku, Pass. 1128, block 504

A characteristic feature of parasitic animals is their high fertility during the reproductive stage of their lifecycles. High fertility is a survival strategy that many parasites, including trematodes, have evolved to withstand the environmental stresses that threaten to reduce the number of reproductively active animals below the replacement rate for the species. The high fertility of trematodes has been reported by several investigators. Research has also shown that the level of fertility in trematodes varies with the species involved.

One of the most common trematode species that incurs significant damage on domestic livestock is *Paramphistomum cervi*. One reason for the wide dissemination of this helminthiasis is its high fertility, which is affected by a number of factors such as the season, climatic conditions, time of day, age of animals and a number of other reasons. So the number of authors note that reducing of eggs paramfistomatosis are in the autumn-winter period in Ukraine, in the Nizhny Novgorod region and other. The study of paramfistomatosis eggs in North Ossetia and in the Chechen Republic have also shown that paramfistomatosis eggs which are in the body cattle varies depending on the season.

Azerbaijan studies conducted in previous years were focused mainly on the study of issues of distribution and species composition paramfistomatosis pathogens, as well as its intermediate host. A study on the propagative paramfistomatosis stages in Azerbaijan was not conducted.

A deeper understanding of the seasonal variation in the reproductive activity of trematodes within their definitive hosts could contribute to the development of an effective strategy aimed at controlling parasite loads. The aim of the present study was to quantify the seasonal variability of trematode infestations in the cattle in Azerbaijan.

The indirect life cycle of *P. cervi* requires a maturation stage in the digestive tract of a definitive host which is typically a ruminant. The eggs produced by the mature trematode are released into the environment when the animal host defecates. To quantify the seasonal variability of *P. cervi* in Azerbaijani cattle, we conducted a field study in the Khachmaz region where *P. cervi* is endemic.

Each quarter of the year, we calculated the parasite burden of 6 (total n = 24) cattle that were spontaneously infected with this trematode. The total number of eggs excreted daily was calculated by counting the number of eggs found in 1 g of feces multiplied by the total daily fecal output for each animal prior to slaughter. In addition, the number of adult *P. cervi* found in the rumen of the same 6 animals was estimated at slaughter. The fecundity of the mature trematodes was calculated by dividing the daily egg production by the total number of adult parasites.

The results of this study indicated that the maximum fertility of *P. cervi* occurs in the summer. In the warmer months, the average number of trematode eggs in 1 g of cattle feces was  $30.1 \pm 2.7$  eggs per animal for an average of 192,640 eggs defecated per day. On average, each adult trematode produces 424.5 eggs per day during the period of maximum fecundity. In autumn, the average daily yield of eggs decreased slightly due to a decreased fertility of the adult parasites. The lowest egg production occurred in the winter. The average number of eggs laid daily by each mature trematode is 42% greater in the summer than it is in the winter.

As the trematodes mature, the number of eggs each parasite produces also increases, resulting in an increase in the number of eggs found in the feces. The reduction in the egg production in the autumn and winter is primarily due to the fact that not all of the *P. cervi* reach genital maturity.

*Key words:* Paramphistomosis, egg products, cattle.

## ВВЕДЕНИЕ

Характерной особенностью паразитических животных является их высокая плодовитость в период репродуктивной активности [1]. Высокая плодовитость является одним из приобретений паразитических животных, в том числе и трематод, в процессе эволюции, служащих для их сохранения. Высокую плодовитость трематод отмечают многие исследователи [2-4]. Позже К.И.Скрябин [5] в своей работе указывал на большую плодовитость разных видов трематод. Одним из широко распространенных трематодозов, наносящих ощутимый ущерб животноводству в республике, является парамфистоматоз. Исследования, проведенные в предыдущие годы, были направлены на изучение вопросов распространения и видового состава возбудителей парамфистоматоза, а также его промежуточных хозяев [6-8].

Целью работы является изучение количественных показателей и сезонной изменчивости яйцепродукции *P. cervi* у крупного рогатого скота в условиях Азербайджана.

Исследования по изучению яйцепродукции парамфистомат, проведенные [9] в Северной Осетии и [10] в Чеченской республике, показали, что яйцепродукция парамфистомат в организме крупного рогатого скота меняется в зависимости от сезона года. Знания об изменении плодовитости в период репродуктивной активности трематод в разные сезоны в организме дефинитивных хозяев помогут выработке противогельминтозных мероприятий для оптимизации сроков борьбы с данными трематодозами.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения количественных показателей и сезонной изменчивости яйцепродукции *P. cervi* у крупного рогатого скота в условиях Азербайджана нами были проведены исследования в хозяйствах Хачмазского района, неблагоприятных по парамфистоматозам.

Были обследованы сезонно по 6 голов крупного рогатого скота, спонтанно инвазированных парамфистоматозом. Для этого брали пробы фекалий и исследовали количественным методом копроовоскопии для учета яиц парамфистом в 1 г фекалий. Первоначально подсчитывали количество яиц парамфистомат в 1 г фекалий, которое затем умножали на величину общей массы фекалий, испражненных одним животным в течение суток. Также в каждом квартале подсчитывали количество парамфистом в рубце и других отделах желудочно-кишечного тракта 6 убойных животных.

Яйцепродукцию парамфистом рассчитывали путем деления количества яиц парамфистом в фекалиях животного, собранных в течение суток, на количество обнаруженных в рубце убойных животных парамфистом. Полученные результаты обработали статистически с получением средних величин.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, в дефинитивном хозяине происходит развитие парамфистомат до стадии мариты, которая затем выделяет яйца парамфистомат во внешнюю среду вместе с фекалиями. Результаты исследований по количественным показателям и сезонной динамике яйцепродукции *P. cervi* в организме крупного рогатого скота представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Сезонная динамика яйцепродукции *P. cervi* у крупного рогатого скота в условиях Азербайджана

| Сезоны года | Кол-во исследованных животных | Среднее кол-во яиц парамфистом в гр. фекалий, экз. | Выделено фекалий в сутки одним животным, кг | Общее кол-во яиц парамфистом в фекалиях, тыс. экз./сут. | Обнаружено взрослых парамфистом, в среднем, экз | Среднее кол-во выделенных яиц парамфистом в сутки, экз. |
|-------------|-------------------------------|--|---|---|---|---|
| Зима        | 6                             | 19,3±2,4   | 6,1±0,2                                     | 117730  | 394,2±46,3                                      | 298,6   |
| Весна       | 6                             | 24,6±3,4   | 6,2±0,4                                     | 152520  | 423,3±41,6                                      | 360,3   |
| Лето        | 6                             | 30,1±2,7   | 6,4±0,4                                     | 192640  | 453,8±45,3                                      | 424,5   |
| Осень       | 6                             | 21,7±2,4   | 5,9±0,1                                     | 128030  | 419,6±42,1                                      | 305,1   |
| В среднем   | 6                             | 23,9±2,7   | 6,2±0,3                                     | 147730  | 422,7±43,8                                      | 347,1   |

Как видно из таблицы 1, при исследовании проб фекалий крупного рогатого скота зимой обнаружили в среднем по  $19,3 \pm 2,4$  экз. яиц парамфистом в грамме фекалий. Общее количество их в общей массе фекалий, выделенных в течение суток, составило 117730 экз.

Количество имагинальных фасциол, обнаруженных в рубце 6 голов убойного крупного рогатого скота, – от 21 до 59 экз. (в среднем  $394,2 \pm 46,3$  экз.). Следовательно, одной парамфистомой выделено в течение суток в среднем по  $475,6 \pm 54,3$  экз. яиц.

Среднее количество яиц парамфистом в грамме фекалий в весенний период составило  $24,6 \pm 3,4$  экз. Учитывая то, что в течение одних суток одной головой крупного рогатого скота в среднем выделено  $6,2 \pm 0,4$  г фекальных масс, нами рассчитано общее количество выделенных яиц парамфистом, которое составило 152520 экз. При исследовании в тот же период 6 голов убойного крупного рогатого скота обнаружили в среднем  $423,3 \pm 41,6$  экз. имагинальных парамфистом. Следовательно одной парамфистомой в течение 24 часов выделено в среднем по 360,3 экз. яиц.

Аналогичные исследования, проведенные летом, показали, что среднее количество яиц парамфистом в г фекалий у крупного рогатого скота составило  $30,1 \pm 2,7$  экз./гол. В этот период установлена максимальная яйцепродукция парамфистом, которая составила 192640 экз. яиц в сутки. Осенью среднее количество яиц парамфистом в г фекалий у крупного рогатого скота уменьшается и было равно  $21,7 \pm 2,4$  экз.

При осмотре рубцов 6 голов убойного крупного рогатого скота обнаружили в среднем по  $419,6 \pm 42,1$  экз. имагинальных парамфистом. Расчеты показали, что одной парамфистомой выделено в течение суток, в среднем, по 305,1 экз. яиц, что значительно меньше, чем летом. Полученные результаты по изучению яйцепродукции парамфистом свидетельствуют о том, что максимальная плодовитость парамфистом в организме крупного рогатого скота проявляется в летний период. Осенью количество выделенных яиц парамфистом с фекалиями незначительно уменьшилось, что обусловлено уменьшением их яйцепродукции.

Наименьшая яйцепродукция парамфистом отмечена зимой. Уменьшение яйцепродукции парамфистом в осенне-зимний период связано прежде всего с тем, что в это время в организме крупного рогатого не все парамфистомы достигли половой имагинальной стадии.

По мере их дальнейшего развития увеличивается яйцепродукция парамфистом и, соответственно, увеличивается количество их яиц в фекалиях крупного рогатого скота. В процентном отношении среднее количество яиц, выделенных одной парамфистомой в сутки летом повысилась в сравнении с зимним периодом на 42%.

В дальнейших исследованиях нами предусмотрен сравнительный анализ сезонной динамики яйцепродукции *Paramphistomum cervi* в организме крупного рогатого скота в различных регионах Азербайджана.

## ВЫВОДЫ

1. Максимальная яйцепродукция парамфистом у крупного рогатого скота отмечается в летний период и составляет 424,5 экз. яиц в сутки.
2. Наиболее высокоэффективными будут противопарамфистоматозные мероприятия проведенные весной и осенью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Догель В. А. Общая паразитология / В. А. Догель. – Л. : ЛГУ, 1962. – 464 с.
2. Кеннеди К. Экологическая паразитология / К. Кеннеди. – М. : Мир, 1978. – 230 с.

3. Leuckart R. Die Parasiten des Menschen / R. Leuckart. – Leipzig, 1896. – 564 p.
4. Weinland E. Beobachten an *Pasciola hepatica* Stoffwechsel und lebensweise / E. Weinland, Th. Brand // *Z.vergl. Physiol.* – 1926. – Vol. 4, № 2. – P. 212.
5. Скрябин К. И. Трематоды животных и человека. Основы трематодологии / К. И. Скрябин. – М.–Л. : АН СССР, 1948. – 600 с.
6. К изучению распространения парамфистоматат жвачных животных в Азербайджане / [Асадов С. М., Колесниченко М. Л., Меликов Ю. Ф. и др.] // *Исслед. по гельминтологии в Азербайджане.* – 1975. – С. 24-28.
7. Рзаев Н. М. Антропогенная трансформация ландшафтов, как фактор образования локальных очагов парамфистоматоза сельскохозяйственных жвачных животных / Н. М. Рзаев // *Материалы междунар. науч. конф. посвящ. 130-летию со дня рождения К. И. Скрябина (Москва, 9-11 дек. 2008 г.).* – М. – 2008. – С. 312-315.
8. Рзаев Н. М. Результаты эпизоотологического мониторинга распространения парамфистоматоза в районах Малого Кавказа Азербайджана / Н. М. Рзаев // *Сборник науч. статей междунар. симпозиума «Паразиты Голарктики» (Петразаводск, 4-8 октября 2010 г.).* – Петразаводск, 2008. – Т. 2. – С. 73-75.
9. Рехвиашвили Э. И. Эколого-эпизоотологические особенности трематодозов жвачных животных в условиях Северного и Центрального Кавказа и иммунобиологические основы их профилактики: автореф. на соискание науч. степени д-ра вет. наук: спец. 03.00.19 – Паразитология / Э. И. Рехвиашвили. – Иваново, 2002. – 46 с.
10. Ауторхановым А. Х. Эпизоотология парамфистоматозов жвачных животных в Чеченской Республике и меры борьбы с ними: автореф. на соискание науч. степени канд. вет. наук 03.00.19 – «Паразитология» / А. Х. Ауторхановым. – М., 2011. – 23 с.

#### REFERENCES

1. Dogel' V. A. Obshhaja parazitologija / V. A. Dogel'. – L. : LGU, 1962. – 464 s.
2. Kennedi K. Jekologicheskaja parazitologija / K. Kennedi. – M. : Mir, 1978. – 230 s.
3. Leuckart R. Die Parasiten des Menschen / R. Leuckart. – Leipzig, 1896. – 564 r.
4. Weinland E. Beobachten an *Pasciola hepatica* Stoffwechsel und lebensweise / E. Weinland, Th. Brand // *Z.vergl. Physiol.* – 1926. – Vol. 4, № 2. – P. 212.
5. Skrjabin K. I. Trematody zhivotnyh i cheloveka. Osnovy trematodologii / K. I. Skrjabin. – M.–L. : AN SSSR, 1948. – 600 s.
6. K izucheniju rasprostraneniya paramfistomatat zhvachnyh zhivotnyh v Azerbajdzhane / [Asadov S. M., Kolesnichenko M. L., Melikov Ju. F. i dr.] // *Issled. po gel'mintologii v Azerbajdzhane.* – 1975. – S. 24-28.
7. Rzaev N. M. Antropogennaja transformacija landshaftov, kak faktor obrazovaniya lokal'nyh ochagov paramfistomatoza sel'skohoz'jajstvennyh zhvachnyh zhivotnyh / N. M. Rzaev // *Materialy mezhdunar. nauch. konf. posvjashh. 130-letiju so dnja rozhdenija K. I. Skrjabina (Moskva, 9-11 dek. 2008 g.).* – M. – 2008. – S. 312-315.
8. Rzaev N. M. Rezul'taty jepizootologicheskogo monitoringa rasprostraneniya paramfistomatoza v rajonah Malogo Kavkaza Azerbajdzhana / N. M. Rzaev // *Sbornik nauch. statej mezhdunar. simpoziuma «Parazity Golarctiki» (Petrazavodsk, 4-8 oktjabrja 2010 g.).* – Petrazavodsk, 2008. – Т. 2. – S. 73-75.
9. Rehviashvili Je. I. Jekologo-jepizootologicheskije osobennosti trematodozov zhvachnyh zhivotnyh v uslovijah Severnogo i Central'nogo Kavkaza i immunobiologicheskije osnovy ih profilaktiki: avtoref. na soiskanie nauch. stepeni d-ra vet. nauk: spec. 03.00.19 – Parazitologija / Je.I. Rehviashvili. – Ivanovo, 2002. – 46 s.
10. Autorhanovym A. H. Jepizootologija paramfistomatozov zhvachnyh zhivotnyh v Chechenskoj Respublike i mery bor'by s nimi: avtoref. na soiskanie nauch. stepeni kand. vet. nauk 03.00.19 – «Parazitologija» / A. H. Autorhanovym. – M., 2011. – 23 s.

## ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ЛИСИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ (*VULPES VULPES* L., 1758) ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ФАКТОРИ, ЩО ЇЇ ЗУМОВЛЮЮТЬ

Томах О.О., Лебедева Н.І.

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

lebnatalya@yandex.ru

Проаналізовано динаміку чисельності лисиці звичайної Запорізької області в 1970-2015 роках. Як предиктори впливу кліматичних факторів на зміни чисельності виду використовували середньорічну температуру повітря; середньорічну відносну вологість повітря; річну суму опадів; середню висоту снігового покриву; середньорічну швидкість вітру. Встановлено, що динаміка чисельності лисиці Запорізької області за досліджуваний період характеризується загальною тенденцією до скорочення поголів'я. За цей період можна виділити 12 піків чисельності з періодичністю від 1 до 6 років. Результати наших досліджень свідчать про наявність певного корелятивного зв'язку між чисельністю лисиці та кліматичними факторами. Основними трофічними і топічними конкурентами лисиці Запорізької області виступають вовк, собака єнотоподібний, а в останні роки ще й шакал. Визначено, що на зміни чисельності лисиці впливають господарська діяльність та рекреація, що підвищує ступінь фактора неспокою. У природних умовах фактори завжди діють у складних співвідношеннях, через що конкретний характер динаміки чисельності лисиці формується як відповідь на весь комплекс умов певного регіону.

*Ключові слова: лисиця звичайна, популяція, динаміка чисельності, фактори середовища, клімат, біотичні фактори, антропогенні фактори.*

Томах А.А., Лебедева Н.И. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИСИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VULPES VULPES* L., 1758) ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ФАКТОРЫ, ЕЁ ПРЕДОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Проанализирована динамика численности лисицы обыкновенной Запорожской области в 1970-2015 годах. В качестве предикторов влияния климатических факторов на изменения численности вида использовали среднегодовую температуру воздуха; среднегодовую относительную влажность воздуха; годовую сумму осадков; среднюю высоту снежного покрова; среднегодовую скорость ветра. Установлено, что динамика численности лисицы Запорожской области за исследуемый период характеризуется общей тенденцией к сокращению поголовья. За этот период можно выделить 12 пиков численности с периодичностью от 1 до 6 лет. Результаты наших исследований свидетельствуют о наличии некоторой коррелятивной связи между численностью лисицы и климатическими факторами. Основными и трофическими и топическими конкурентами лисицы Запорожской области являются волк, собака енотовидная, а в последние годы еще и шакал. Установлено, что на изменения численности лисицы влияют хозяйственная деятельность и рекреация, повышая степень фактора беспокойства. В естественных условиях факторы всегда действуют в сложных соотношениях, из-за чего конкретный характер динамики численности лисицы формируется как ответ на весь комплекс условий определенного региона.

*Ключевые слова: лисица обыкновенная, популяция, динамика численности, факторы среды, климат, биотические факторы, антропогенные факторы.*

Tomah A.A., Lebedeva N.I. RED FOX (*VULPES VULPES* L., 1758) NUMBER DYNAMICS AND ITS PREDETERMINING FACTORS IN ZAPORIZHZHYA REGION / Zaporizhzhya National University; 69900, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovski str., 66

Dynamic processes research in animals populations has the big theoretical and practical value. Dynamics of number reflects all set of population reaction and a kind as a whole on environment conditions influence.

Fox ordinary is ecologically flexible kind. It has adapted to various living environment conditions. Fox ordinary populations are unstable and are characterised by fluctuations with the unequal periods in different areas. Factors, which define dynamics of predator number, are various in different parts of an area and have its specificity and operate more often discordant.

The quantitative estimation of the ecological factors, which influence on dynamic processes in animals populations in changed biocenoses can be a basis for working out of actions for economic activities

optimisation for the protection purpose and rational use of predatory mammals. Therefore the purpose of the given work is research of ecological factors influence on fox ordinary number dynamics in Zaporizhzhya refion.

For fox number dynamics analysis archival departmental materials of the State agency of wood resources of Ukraine (1970-1996) and Department of ecology and natural resources of the Zaporizhzhya regional state administration (2001-2015) were used.

Convenient index of animals number cyclic changes is exponential growth rate. Absolute value  $r > 0$  testifies to growth, and  $r < 0$  – about decrease in animals population number.

The average summer air temperature, mid-annual air relative humidity, annual rainfall, average snow cover height, average summer wind speed were used in quality of climatic factors influence predictors on studied kind number variability.

Fox number dynamics in Zaporizhzhya region in 1970-2015 is characterised by the general tendency of the livestock population reduction ( $r = -0,02$ ). For this period the predator number was reduced in 2,6 times. As a whole for the investigated period it is possible to allocate 12 peaks of predator number with periodicity from 1 till 6 years.

Results of our researches testify to presence of some correlation relationships between fox number and climatic factors. The carried out analysis testifies to very weak dependence between investigated indices.

The group of biotic factors covers influence on fox number dynamics, its forages, competitors, pathogenic agents and other. The base as trophic and as topical fox competitors in Zaporizhzhya region are the wolf, the racoon dog, and in the last years the jackal also. From the specified kinds some influence on population of an investigated predator is carried out by the wolf.

Researches have shown, that fox number changes in Zaporizhzhya region are influenced by economic activities and recreation, which raise anxiety factor degree. Hunting on region territories does not render essential influence for a predator population condition.

In natural conditions factors which have been considered, always operate in compound relationships because of what concrete character of fox number dynamics is formed as the answer to all certain region conditions complex. The analysis of our data testifies that kind number dynamics is defined not by separate factors on a chain «the factor – kind population», and more difficult process of environment cyclic variability that demands the further detailed researches.

*Key words: red fox, population, dynamics of population, environment factors, climate, biotic factors, anthropogenous factors.*

## ВСТУП

До основних екологічних особливостей популяції будь-якого виду відносяться динаміка чисельності, статевовікова структура популяції, плодючість тощо. Дослідження динамічних процесів у популяціях тварин має велике теоретичне і практичне значення. Саме динаміка чисельності відбиває всю сукупність реакцій популяції та виду в цілому на вплив умов середовища. Вивчення закономірностей динаміки чисельності розпадається на кілька окремих взаємопідлеглих питань: наявність чи відсутність періодичних коливань чисельності, причини періодичності, залежність чисельності від змін умов середовища та специфіки структури популяції [1-4].

Лисиця звичайна має велику екологічну пластичність. Циклічні зміни чисельності властиві більшості популяцій. Популяції звичайної лисиці є нестійкими й характеризуються коливаннями з неоднаковими періодами в різних районах. Періодичні зміни чисельності виду, які фіксуються статистикою багаторічних досліджень, – це лише зовнішнє відображення складних процесів, що відбуваються в популяції. Фактори, які визначають динаміку чисельності лисиці, досить різноманітні, у різних частинах ареалу мають свою специфіку та діють частіше неузгоджено [4-8].

В умовах значної трансформації ландшафтів Запорізької області особливого значення набуває реакція популяції лисиці на чинники довкілля та їх мобільність, що можуть бути вирішальними факторами динаміки чисельності досліджуваного хижака. Кількісна оцінка екологічних факторів, що впливають на динамічні процеси в популяціях тварин у змінених біоценозах, може бути підґрунтям для розробки заходів щодо оптимізації господарської діяльності з метою охорони та раціонального використання хижих ссавців. Тому метою дослідження є оцінка впливу екологічних факторів на динаміку чисельності

лисиці звичайної Запорізької області.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для аналізу динаміки чисельності лисиці використано архівні відомчі матеріали Державного агентства лісових ресурсів України (1970-1996 рр.) та Департаменту екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації (2001-2015 рр.).

Зручним показником циклічних змін чисельності тварин є експоненціальна швидкість росту (ЕШР), абсолютне значення показника більше 0 свідчить про зростання популяції тварин, а менше 0 – про зниження чисельності [9].

Як предиктори впливу кліматичних факторів на мінливість чисельності досліджуваного виду використовували середньорічну температуру повітря; середньорічну відносну вологість повітря; річну суму опадів; середню висоту снігового покриву; середньорічну швидкість вітру. Показники макрокліматичних змінних отримані з бази відкритого доступу WorldClim – Global Climate Data [10]. Статистична обробка даних проводилася за допомогою стандартного пакета програм StatSoft STATISTICA 10.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка чисельності лисиці Запорізької області в 1970-2015 роках характеризується загальною тенденцією до скорочення поголів'я (ЕШР = - 0,02). За цей період чисельність хижака скоротилася у 2,6 разу. Загалом за досліджуваний період можна виділити 12 піків чисельності хижака з періодичністю від 1 до 6 років (рис. 1).

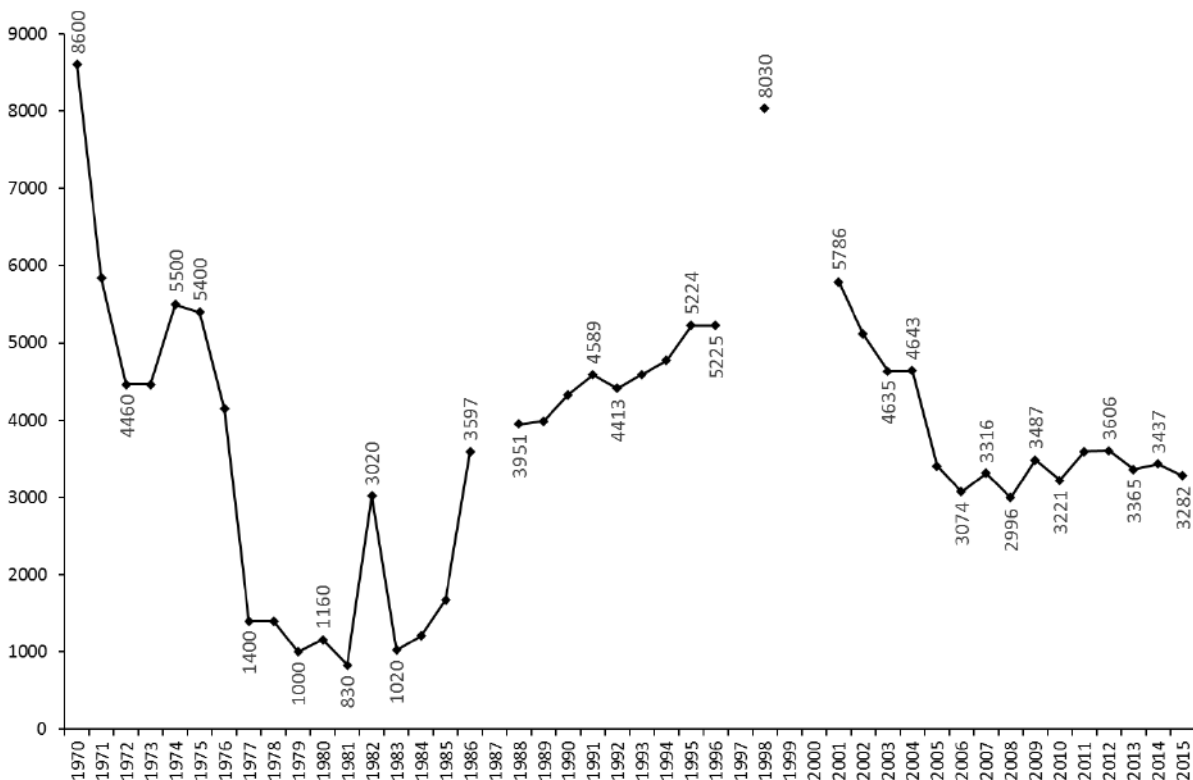


Рис.1. Динаміка чисельності лисиці звичайної Запорізької області

У 1970-1977 роках спостерігається різкий спад чисельності, і в подальшому поголів'я лисиці продовжує скорочуватися та в 1981 році набуває мінімального значення – 830 особин, що в 10,4 разу менше порівняно з 1970 роком (рис. 1). Експоненціальна швидкість росту у 1970-1981 роках складає ЕШР = - 0,21.

У 1981-1998 роках на території Запорізької області спостерігається відновлення чисельності цього виду (ЕШР = 0,13). Експоненціальна швидкість росту в період 1998-2006 років складала  $EШР = -0,12$ . З 2006 року спостерігається повільне збільшення чисельності лисиці (ЕШР = 0,01) і до 2015 року збільшується у 1,1 раз порівняно із 2006 роком (рис. 1).

Вплив абіотичних факторів на популяцію лисиці Запорізької області реалізується через складові клімату. Роль цих чинників у формуванні закономірних циклів динаміки чисельності пов'язана з циклічним характером багаторічних змін умов погоди. Результати наших досліджень свідчать про наявність певного корелятивного зв'язку між чисельністю лисиці та кліматичними факторами в період 2005-2015 років. Так, середньорічна температура перебуває в слабкому позитивному зв'язку з чисельністю населення хижака ( $r = 0,12$ ). Середньорічна вологість повітря та сума опадів, перебуває у слабкому зворотному зв'язку (коефіцієнт кореляції чисельності хижака із зазначеними факторами складає - 0,31 та - 0,22 відповідно), а середня висота снігового покриву – у дуже слабкому зворотному зв'язку ( $r = -0,05$ ). Середньорічна швидкість вітру із чисельністю лисиці перебуває у зворотному зв'язку середньої сили ( $r = -0,48$ ). Це, на нашу думку, можна пояснити тим, що саме ця складова клімату зумовлює жорсткість погоди певного регіону. Узагалі, кореляційний аналіз взаємозв'язку чисельності лисиці та абіотичних факторів у Запорізькій області свідчить про дуже слабку залежність між цими показниками. Подібна ситуація спостерігалась для популяції хижака досліджуваного регіону в 1970-1996 роках [11].

Значення біоценотичних взаємовідносин як фактора регуляції щільності популяції й формування закономірних змін чисельності є давно відомим. Група біотичних факторів охоплює вплив на динаміку чисельності лисиці, її їжі, конкурентів, збудників захворювань тощо [6-8, 11-13]. Коливання врожаю основних кормів лисиці відбивається на чисельності та розміщенні тварин по території. Трофічними конкурентами лисиці виступають хижі ссавці та птахи, у живленні яких присутні мишоподібні гризуни, птахи та інші дрібні тварини. Топічна конкуренція існує у двох формах: біотопічна та через гніздові нори. Місць, які придатні для утворення нір, багато, але фактор неспокою визначає і їх вибір, і тривалість існування та використання нір [11, 14]. І трофічними, і топічними конкурентами лисиці Запорізької області виступають вовк (*Canis lupus*), собака енотоподібний (*Nictereutes procionoides*), в останні роки ще й шакал (*Canis aureus*). Із зазначених видів певний вплив на популяцію досліджуваного хижака здійснює лише вовк. Чисельність цих видів перебуває в слабкому зворотному зв'язку ( $r = -0,23$ ).

Зараз чисельність лисиці здебільшого залежить від антропогенних факторів. Для популяцій, що експлуатуються, виділяють дві форми впливу: пряме переслідування та трансформацію ландшафтів, що призводить до змін середовища існування тварин та зменшення його ємності. Найбільший вплив антропогенних чинників лисиця відчуває на землях загального користування, де дуже значним є фактор неспокою. Крім того, тут спостерігається майже повне розорювання земель, створення значних за площею полів із монокультурами, безперервний цикл польових робіт. Як наслідок цих форм антропогенного впливу, спостерігається загибель тварин від отруйних речовин під час проведення сільськогосподарських робіт та руйнування сховищ хижака [5, 11].

За період 1984-2015 років розмір вилучення лисиці на території Запорізької області коливався від 2% до 91,5%, в середньому 40,9% від загальної чисельності популяції. Коефіцієнт кореляції між чисельністю хижака та його здобиччю складає 0,12, у зв'язку з цим можна вважати, що полювання на території досліджуваного регіону не здійснює вирішального впливу на стан популяції хижака.

У природних умовах фактори, розглянуті вище, завжди діють у складних

співвідношеннях, через що конкретний характер динаміки чисельності лисиці формується як відповідь на весь комплекс умов певного регіону. Аналіз наших даних свідчить про те, що динаміка чисельності виду визначається не окремими факторами за ланцюжком «фактор – популяція виду», а більш складним процесом циклічної мінливості природного середовища, що потребує подальших детальних досліджень.

### ВИСНОВКИ

У популяції лисиці Запорізької області спостерігаються неперіодичні коливання чисельності. Період 1970-2015 років характеризується загальною тенденцією до скорочення поголів'я хижака. У цей період можна виділити 12 піків чисельності з періодичністю від 1 до 6 років.

Швидкість вітру зумовлює жорсткість погоди певного регіону, що пояснює наявність зворотного зв'язку середньої сили ( $r = -0,48$ ) зазначеної складової клімату на чисельність лисиці Запорізької області.

Найбільш значущими біотичними чинниками є наявність та доступність основних кормів. Серед конкурентів, і трофічних, і топічних, найбільшого значення набуває лише вовк ( $r = -0,23$ ).

Антропогенне навантаження на угіддя, зокрема господарська діяльність та рекреація, підвищуючи ступінь фактора неспокою, впливають на зміни чисельності хижака. Полювання на території Запорізької області не здійснює вирішального впливу на стан популяції лисиці звичайної.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Большаков В. Н. Экологическое прогнозирование / В.Н. Большаков. – М. : Знание, 1983. – 63 с.
2. Большаков В. Н. Половая структура популяций млекопитающих и ее динамика / В. Н. Большаков, Б. С. Кубанцев. – М. : Наука, 1984. – 233 с.
3. Шварц С. С. Эволюционная экология животных. Экологические механизмы эволюционных процессов / С.С. Шварц. – Свердловск, 1969. – 200 с.
4. Шилов И. А. Динамика популяций и популяционные циклы / И.А. Шилов // Структура популяций млекопитающих. – М. : Наука, 1991. – С. 151-165.
5. Лебедева Н. И. Лисица звичайна (*Vulpes vulpes* L., 1758) в умовах Нижнього Подніпров'я (морфологія, екологія, практичне значення): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.08 «Зоологія» / Н. И. Лебедева. – К., 2003. – 20 с.
6. Вайсфельд М. А. Красная лисица / М. А. Вайсфельд // Песец, лисица, енотовидная собака. Размещение запасов, экология, использование и охрана. – М. : Наука, 1985. – С. 73-115.
7. Кидирбаева А. Ю. Современное состояние численности популяции лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes* L., 1758) в условиях Приаралья [Электронный ресурс] / А. Ю. Кидирбаева // Теория и практика современной науки. – 2015. – № 4 (4). – Режим доступа : [http://modern-j.ru/domains\\_data/files/4/KidirbaevaOBYKNOVENNOY.pdf](http://modern-j.ru/domains_data/files/4/KidirbaevaOBYKNOVENNOY.pdf)
8. Численность лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*) на Нижнем Дону / [В. А. Миноранский, О. П. Добровольский, В. Н. Иванченко и др.] // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2012. – № 1. – С. 550-551.
9. Коли Г. Анализ популяций позвоночных / Г. Коли. – М. : Мир, 1979. – 362 с.



10. WorldClim – Global Climate Data [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)
11. Лебедева Н. І. Фактори, які обумовлюють динаміку чисельності лисиці звичайної (*Vulpes vulpes* L., 1758) у Нижньому Подніпров'ї / Н. І. Лебедева, В. І. Домніч // Вісник Запорізького державного університету. Біологічні науки. – 2001. – № 1. – С. 178-186.
12. Северцов С. А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных / С. А. Северцов. – М.-Л. : АН СССР, 1941. – 316 с.
13. Factors affecting the diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a heterogeneous Mediterranean landscape / [Bakaloudis D. E., Bontzorlos V. A., Vlachos C. G. et al.] // Turkish Journal of Zoology. – 2015. – Vol. 39. – P. 1151-1159
14. Домніч В. І. Типы и особенности строения нор лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*) Нижнего Приднепровья / В. И. Домніч, Н. И. Лебедева // Вестник зоологии. – 2000. – № 14. – С. 124-128.

### REFERENCES

1. Bol'shakov V. N. Jekologicheskoe prognozirovanie / V.N. Bol'shakov. – М. : Znanie, 1983. – 63 s.
2. Bol'shakov V. N. Polovaja struktura populjacij mlekopitajushhih i ee dinamika / V.N. Bol'shakov, B. S. Kubancev. – М. : Nauka, 1984. – 233 s.
3. Shvarc S. S. Jevoljucionnaja jekologija zhivotnyh. Jekologicheskie mehanizmy jevoljucionnyh processov / S. S. Shvarc. – Sverdlovsk, 1969. – 200 c.
4. Shilov I. A. Dinamika populjacij i populjacionnye cikly / I. A. Shilov // Struktura populjacij mlekopitajushhih. – М. : Nauka, 1991. – S. 151-165.
5. Lebedeva N. I. Lisicja zvichajna (*Vulpes vulpes* L., 1758) v umovah Nizhn'ogo Podniprova (morfologija, ekologija, praktichne znachennja): avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biol. nauk: spec. 03.00.08 "Zoologija" / N. I. Lebedeva. – К., 2003. – 20 s.
6. Vajsfel'd M. A. Krasnaja lisica / M. A. Vajsfel'd // Pesec, lisica, enotovidnaja sobaka. Razmeshhenie zapasov, jekologija, ispol'zovanie i ohrana. – М. : Nauka, 1985. – S. 73-115.
7. Kidirbaeva A. Ju. Sovremennoe sostojanie chislennosti populjacji lisicy obyknovennoj (*Vulpes vulpes* L., 1758) v uslovijah Priaral'ja [Elektronnij resurs] / A. Ju. Kidirbaeva // Teorija i praktika sovremennoj nauki. – 2015. – № 4 (4). – Rezhim dostupu : [http://modern-j.ru/domains\\_data/files/4/KidirbaevaOBYKNOVENNOY.pdf](http://modern-j.ru/domains_data/files/4/KidirbaevaOBYKNOVENNOY.pdf)
8. Chislennost' lisicy obyknovennoj (*Vulpes vulpes*) na Nizhnem Donu / [V. A. Minoranskij, O. P. Dobrovolskij, V. N. Ivanchenko i dr.] // Sovremennye problemy prirodopol'zovanija, ohotovedenija i zverovodstva. – 2012. – № 1. – S. 550-551.
9. Koli G. Analiz populjacij pozvonochnyh / G. Koli. – М. : Mir, 1979. – 362 s.
10. WorldClim – Global Climate Data [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)
11. Lebedeva N. I. Faktori, jaki obumovljujut' dinamiku chisel'nosti lisicy zvichajnoi (*Vulpes vulpes* L., 1758) u Nizhn'omu Podniprova / N.I. Lebedeva, V.I. Domnich // Visnik Zaporiz'kogo derzhavnogo universitetu. Biologichni nauki. – 2001. – № 1. – S. 178-186.
12. Severcov S. A. Dinamika naselenija i prisposobitel'naja jevoljucija zhivotnyh / S.A. Severcov. – М.-Л. : АН СССР, 1941. – 316 с.
13. Factors affecting the diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in a heterogeneous Mediterranean landscape / [Bakaloudis D. E., Bontzorlos V. A., Vlachos C. G. et al.] // Turkish Journal of Zoology. – 2015. – Vol. 39. – P. 1151-1159
14. Domnich V. I. Tipy i osobennosti stroenija nor lisicy obyknovennoj (*Vulpes vulpes*) Nizhnego Pridneprova / V. I. Domnich, N. I. Lebedeva // Vestnik zoologii. – 2000. – № 14. – S. 124-128.

## ВИДОВИЙ СКЛАД ГІДРОБІОНТІВ КУРАХІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Хомич В.В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, Україна, Київ, вул. Генерала Родимцева, 19*

homuch1991@ya.ru

Водойма-охолоджувач Курахівської ТЕС є водосховищем, побудованим у 1950 р. на річці Вовча, яка належить до басейну Дніпра. У статті подано результати досліджень гідрохімічного режиму, встановлено сучасний склад основних груп гідробіонтів (фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос та іхтіофауна) Курахівського водосховища, проаналізовано їхній розмірні характеристики.

*Ключові слова: гідрохімічний режим, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос, іхтіофауна, Курахівське водосховище, річка Вовча.*

Хомыч В.В. ВИДОВОЙ СОСТАВ ГИДРОБИОНТОВ КУРАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА / Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины; 03041, Украина, Киев, ул. Генерала Родимцева, 19

Водоем-охладитель Кураховской ТЭС – это водохранилище, построенное в 1950 г. на речке Волчья, которая относится к бассейну Днепра. В статье представлены результаты исследований гидрохимического режима, установлен современный состав основных групп гидробионтов (фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос и ихтиофауна) Кураховского водохранилища, приведены их размерные характеристики.

*Ключевые слова: гидрохимический режим, фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос, ихтиофауна, Кураховское водохранилище, река Волчья.*

Khomych V.V. SPECIES COMPOSITION OF HYDROBIONTS IN KURAKHOVE RESERVOIR / National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine; 03041, Ukraine, Kyiv, Rodymtsev str., 19

In recent years, in different geographic regions of Ukraine and abroad there are studies on the impact of TPS waste water on fish directly from the cooling ponds of various types, reservoirs, rivers, lakes, ponds. Water temperature increasing in the reservoir creates a new warm-water biotope with a longer vegetation period, which has a significant impact on the composition of fish fauna and on change of biological indicators of certain types. One of these reservoirs, suitable for pasture growing of carp, grass carp, bigheads and other fish types is cooling reservoir of Kurakhove Thermal power station, located on the river Wolf (basin of Dnipro river) near Kurakhove town Donetsk region. The purpose of the study - to find out the current species composition of hydrobionts in Kurakhove reservoir at Wolf river reservoir due to operation renewal of TPS of the same name.

The study was conducted in June 2016 on eight points in Kurakhove reservoir located on Wolf River (Dnipro basin) near Kurakhove town Donetsk region. We investigated species composition and abundance of forage organisms of major groups (phytoplankton, zooplankton and macrozoobenthos), state of ichthyofauna (species composition, abundance of fish, increase, their fish productivity) and other necessary components. Collection of ichthyological material was carried out by taking fish during fishing by fishermen of "Kurakhovske fishing" LLC with stake nets with cells 36-120 mm. Moreover catches with hatchling small dragnet portage length 25 m. Desk and statistical material treatment performed by standard ichthyological methods.

As a result of studies it was defined that a significant impact on the hydrological and hydrochemical have surface and ground water with high salinity, the main components of which are sulphates and chlorides, which are typical for the southern regions of Ukraine. Zooplankton includes 20 taxons of three major taxonomic groups, rotifers (Rotatoria), cladocera (Sladocera) and copepods (Copepoda) crustaceans. The main taxonomic groups dominant in number of taxons were rotifers (9 species) cladocera are 6 types and copepods – 3 species. The number of species in the samples ranged from 9 to 14. Also, the samples were naupliar and copepod stages of copepods crustaceans and larvae of bivalves – veliger. In macrozoobenthos species composition of the reservoir 27 species of benthic invertebrates has been recorded. In general, these 4 types of the most common members of zoobenthos have been dominated in the reservoir: *Gammarus lacustris*, *Chironomus plumosus*, *Lymnaea stagnalis* and *Dreissena*

*polymorpha*. Their existence conditions have significant influence on state and especially on the formation of benthic communities.

One of such factor that limits the development of this biota in the reservoir is increased water temperature, which in summer can reach more than 30°C. According to the results of research (2006 and 2016) and industry reports of «Kurakhovske fishing» LLC it was found that 15-19 fish species are living in the reservoir. The largest is the carp family – 11 species (*Abramis brama*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus*, *Carassius gibelio*, *Tinca tinca*, *Silurus glanis*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Aristichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Rhodeus amarus*, *Gobio gobio*). The perch family is represented by three species (*Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, *Gymnocephalus cernuus*). Other families: pickerel – *Esox lucius*, gobiid – *Neogobius fluviatilis*, loaches – *Cobitis taenia*, sharplings – *Pungitius platygaster* and sunfishes – *Lepomis gibbosus* are represented with one species. In general, the above materials indicate that the species composition and abundance of hydrobionts in Kurakhove reservoir main influential factor is the increased water temperature caused by the operation of TPS.

*Key words:* hydrochemical regime, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos, ichtiofauna, Kurakhove Reservoir, Vovcha River.

## ВСТУП

В останні роки в різних географічних районах України і за кордоном розгорнулися дослідження з впливу скидних вод ТЕС на рибу безпосередньо у водоймах-охолоджувачах різного типу: водосховищах, річках, озерах, ставках [12]. Підвищення температури води у водоймі створює новий тепловодний біотоп із більш тривалим вегетаційним періодом, що чинить значний вплив як на склад фауни риби, так і на зміну біологічних показників окремих видів.

Водойми-охолоджувачі як об'єкти рибогосподарської експлуатації – якісно нові типи водойм, освоєння яких є одним із перспективних напрямів сучасної пасовищної аквакультури. У таких водоймах практично відсутнє ефективне природне відтворення більшості промислово цінних видів риби, тут необхідне систематичне вселення життєстійкого рибопосадкового матеріалу культивованих видів риби та організація досить специфічного промислу. Україна має на обліку великі площі тепловодних водойм-охолоджувачів різноманітних енергетичних об'єктів. Серед них технічні водосховища ТЕС, ДРЕС, АЕС та інші [13]. Їх загальна площа складає більше 10 тис. га.

Особливістю водойм цього типу є підвищена температура води протягом усього календарного року і значне подовження вегетаційного періоду, на відміну від природних умов. Останнє сприяє більш інтенсивному росту риби, ранньому статевому дозріванню, збільшенню плодючості й виживаності потомства, а також значному підвищенню показників рибопродуктивності. Стосовно останнього, для багатьох водойм-охолоджувачів у недалекому минулому вона складала 10-30 кг/га. В умовах високих температур найперспективнішими видами риби для отримання товарної продукції є теплолюбні представники іхтіофауни – канальний сом, тиляпія, а також карась, короп, та рослиноїдні риби. Значне місце в отриманні рибної продукції на теплих водах донедавна належало басейновому та садковому вирощуванню, коли на обмеженій площі можна отримати від десятків до декількох тонн товарної риби.

Однією з таких водойм, придатних для випасного вирощування коропа, білого амура, товстолобів та інших видів риби, є водойма-охолоджувач Курахівської ТЕС, яка розташована на р. Вовча (басейн р. Дніпро) біля м. Курахове Донецької області.

Мета дослідження – з'ясувати сучасний видовий склад гідробіонтів Курахівського водосховища річки Вовча у зв'язку з поновленням роботи однойменної ТЕЦ.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили в червні 2016 р. на восьми пунктах у Курахівському водосховищі, розташованому на річці Вовча (басейн Дніпра) біля м. Курахове Донецької області. Вивчався гідрохімічний режим, якість водного середовища та відповідність показників

граничнодопустимим концентраціям (ГДК) [6]. Досліджено видовий склад та чисельність основних груп кормових організмів (фітопланктон, зоопланктон та макрозообентос) [3-6, 14], стан іхтіофауни (видовий склад, чисельність риб, ріст, їх рибопродуктивність) [1, 8, 11] та інші необхідні складові.

Збір іхтіологічного матеріалу здійснювався шляхом відбору риб під час проведення лову рибалками ТОВ «Курахівське рибне господарство» ставними сітками з вічком 36-120 мм. Крім цього, проводились облови мальковим волоком довжиною 25 м. Камеральну та статистичну обробку матеріалу виконували за стандартними іхтіологічними методиками [6, 11]. Чисельність молоді риб та промислової іхтіофауни водойми визначали репрезентативними методиками [7, 15].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Водойма-охолоджувач Курахівської ТЕС є водосховищем, побудованим у 1950 р. на р. Вовча, яка належить до басейну Дніпра. Площа водосховища складає 1530 га, об'єм води – 62,5 млн. м<sup>3</sup>, довжина – 11,0 км, середня ширина – 1,35 км, середня глибина – 4,8 м, максимальна – 14 м, площа водозбору – 1086 км<sup>2</sup> [9].

Головне значення в наповненні водосховища має річка Вовча. Значний вплив у період становлення гідрологічного і гідрохімічного режимів зробили поверхневі і підземні води з високим ступенем мінералізації, основними компонентами яких є сульфати і хлориди, що характерно для південних регіонів України [9].

Особливістю Курахівського водосховища є те, що воно утворене трьома плесами: верхнім (пункти № 1-2), середнім (пункти № 3-6) та нижнім (пункти № 7-10). Плеса сполучаються між собою водорегулюючими гідротехнічними спорудами та каналом для пропуску маломірних плавзасобів. Термічний вплив Курахівської ТЕС поширюється на нижнє та середнє плесо.

*Хімічний режим* води водосховища в червні 2016 р. характеризувався такими даними. Загальна мінералізація коливалася в межах 1311,28-1453,35 мг/л, твердість води – 23,3-24,5 мг-екв/л, вміст іонів кальцію – 150,0-230,0 мг/л, магнію – 147,8-196,8 мг/л, натрію+калію – 1,45-6,25 мг/л, гідрокарбонатів – 394,2-420,9 мг/л, сульфатів – 88,0-136,0 мг/л, хлоридів – 386,95-553,8 мг/л, нітритів – 0,0002-0,0985 мг/л, нітратів – 0,007-0,016 мг/л, амонію – 0,0 мг/л, фосфатів – 0,020-0,102 мг/л. Водневий показник (рН) води складав 7,7-8,5. Вміст розчиненого у воді кисню становив 6,8-9,1 мг/л. Явищ задухи риби у водосховищі не спостерігалось.

*Фітопланктон.* У дослідженій водоймі зареєстровано 49 видів водоростей із семи відділів. За чисельністю домінували синьозелені (61,8-73,6%), яких було зареєстровано 10 видів. Із них найбільших показників досягали дрібноклітинні види *Merismopedia minima* Beck, 1897 і *Merismopedia punctata* Meyen, 1839. За біомасою домінували діатомові (62,3-70,4%). Єдиним домінантом з діатомових була *Nitzschia longissima* Ralfs, 1861, яка досягала значних показників і чисельності, і біомаси (відповідно 17,8-26,8% і 46,8-53,5%). Слід зазначити, що цей вид вважається солонуватоводним, відповідно, можна припустити значну мінералізацію води дослідженого водосховища.

Отже, досліджений фітопланктон можна охарактеризувати як синьозелено-діатомовий. Низькі показники сапробності не повинні створювати хибного уявлення про хороший стан водойми – масовий розвиток синьозелених і олігодомінантна структура фітопланктону свідчать про незбалансованість середовища, викликаного різницею температур води

в різних ділянках водосховища. Найбіднішою за складом фітопланктону є верхня ділянка, де налічується 21 вид.

**Зоопланктон.** Видовий склад представлений 20 видами із трьох основних систематичних груп: коловертки (*Rotatoria*), гіллястовусі (*Cladocera*) та веслоногі (*Copepoda*) ракоподібні. Основною систематичною групою, домінуючою за чисельністю таксонів, були коловертки (9 видів), гіллястовусі ракоподібні представлені 6 видами, а веслоногі – 3 видами. Кількість видів у пробах коливалась від 9 до 14. Також у пробах було зареєстровано наупліальні та копеподні стадії розвитку веслоногих ракоподібних та личинки двостулкових молюсків – велігери.

Кількісні показники зоопланктону, як і фітопланктону, коливалась у середніх значеннях. Основними чинниками, що впливають на кількісні показники планктону взагалі, є температура та робота турбін. У водоймах-охолоджувачах, і у вегетаційний період, і взимку, спостерігається позитивна кореляція між біомасою фітопланктону і температурою води. Однак при підвищенні температури води до 30-35°C, як правило, відбувається пригноблення й послаблення інтенсивності фотосинтезу більшості водоростей [10].

У видовому складі *макрозообентосу* водосховища зареєстровано 27 видів донних безхребетних. Загалом у водоймі домінували такі 4 види найбільш поширених представників зообентосу: *Gammarus lacustris* G.O. Sars, 1863; *Chironomus plumosus* Linnaeus, 1758; *Lymnaea stagnalis* Linnaeus, 1758 та *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771. Значний вплив на стан та особливості формування донних ценозів мають умови їх існування.

Одним із факторів, який лімітує розвиток біоти в цій водоймі, є підвищена температура води, яка влітку може сягати вище 30°C.

При збільшенні температури води знижується також рівень розвитку окремих груп планктонних і бентосних безхребетних тварин [12]. Найбільш чуттєві до цього показника гіллястовусі ракоподібні (*Cladocera*), тривалість життя яких падає більш ніж у три рази при температурі води +30°C порівняно з +15°C. Для донної фауни температурний максимум, при якому вона розвивається оптимально, не повинен перевищувати +25°C [10]. В окремих випадках відбувається бурхливий розвиток коловерток (*Rotatoria*). Припустима верхня межа температур для водяних комах досягає +45-50°C.

**Іхтіофауна.** За результатами наукових досліджень (2006 та 2016 рр.) та промисловими звітами ТОВ «Курахівське рибне господарство» встановлено, що у водосховищі мешкає 15–19 видів риб (табл. 1).

З наведеного в таблиці 1 видового списку іхтіофауни Курахівського водосховища два види (*Tinca tinca* та *Silurus glanis*) внесені за даними місцевого населення та рибалок. Нещодавно в складі іхтіофауни вивченої водойми з'явився вселенець – сонячна риба (*Lepomis gibbosus*), чисельність якого швидко зростає.

Найчисленнішою є родина коропових – 11 видів (лящ, краснопірка, верховодка, карась сріблястий, лин, сом європейський, товстолоб білий, товстолоб строкатий, короп, гірчак, пічкур). Родина окуневих представлена трьома видами (окунь, судак, йорж). Інші родини - шукові, бичкові, в'юнові, колючкові та центрархові представлені по одному виду. Розмірно-вагові показники наводяться в таблиці 2.

Таблиця 1 – Видовий склад риб Курахівського водосховища

| Вид  | Роки      |           |
|--|-----------|-----------|
|  | 2006*     | 2016      |
| <b>Родина Коропіві</b>   | <b>8</b>  | <b>11</b> |
| Лящ звичайний – <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)                      | +         | +         |
| Краснопірка звичайна – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) | +         | +         |
| Верховодка звичайна – <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)            | +         | +         |
| Карась сріблястий – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)                 | +         | +         |
| Лин звичайний – <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)**                      | +         | +         |
| Сом європейський – <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)**                | +         | +         |
| Білий товстолоб – <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)  | –         | +         |
| Строкатий товстолоб – <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)       | –         | +         |
| Короп звичайний – <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)                  | –         | +         |
| Гірчак європейський – <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)                  | +         | +         |
| Пічкур звичайний – <i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)                     | +         | +         |
| <b>Родина Окуневі</b>  | <b>3</b>  | <b>3</b>  |
| Окунь звичайний – <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)                | +         | +         |
| Судак звичайний – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)                | +         | +         |
| Йорж звичайний – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)             | +         | +         |
| <b>Родина Щукові</b>   | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| Щука звичайна – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)                        | +         | +         |
| <b>Родина Бичкові</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| Бичок пісочник – <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)               | +         | +         |
| <b>Родина В'юнові</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| Щипавка звичайна – <i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)                  | +         | +         |
| <b>Родина Колючкові</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| Колючка мала південна – <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)       | +         | +         |
| <b>Родина Центрархові</b>  | –         | <b>1</b>  |
| Сонячна риба – <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)                    | –         | +         |
| <b>Всього</b>  | <b>15</b> | <b>19</b> |

Примітка: \* – за матеріалами наукових звітів кафедри загальної зоології та іхтіології НУБіП України;  
 \*\* – за даними місцевого населення.

Таблиця 2 – Розмірно-вагові та вікові показники основних промислових риб

| Види риб                           | Кількість риб (n), шт. | Абсолютна довжина тіла риб (min-max), см | Маса риб (min-max), кг | Вік |
|------------------------------------|------------------------|--|------------------------|-----|
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 12                     | 12,0-15,0                                | 0,09-0,11              | 4   |
| <i>Carassius gibelio</i>           | 6                      | 36,1-39,1                                | 0,75-0,8               | 6   |
|                                    | 34                     | 27,5-30,0                                | 0,49-0,54              | 4   |
|                                    | 36                     | 23,5-25,5                                | 0,30-0,312             | 3   |
| <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> | 10                     | 50–65                                    | 1,2-3                  | 3-6 |
| <i>Cyprinus carpio</i>             | 6                      | 46,5-53,                                 | 2,0-2,5                | 5   |
|                                    | 4                      | 34,3-36,0                                | 0,60-0,70              | 3   |
| <i>Perca fluviatilis</i>           | 4                      | 21,0-24,1                                | 0,20-0,25              | 4   |
|                                    | 2                      | 16,5                                     | 0,1                    | 3   |
| <i>Sander lucioperca</i>           | 2                      | 51,0                                     | 1,10                   | 4   |
|                                    | 10                     | 30,0-32,0                                | 0,19-0,21              | 2   |
|                                    | 12                     | 21,0-24,1                                | 0,20-0,25              | 1   |
| <i>Lepomis gibbosus</i>            | 10                     | 7,6-10,7                                 | 0,028-0,088            | 2   |

Стабільність складу іхтіофауни підтверджують облови мальковою волокушею, у яких виявлені ті самі види (табл. 3).

Таблиця 3 – Видовий склад та розмірні показники риб за результатами лову малькової волокуші

| Види риб                           | Кількість риб (n), шт. | Абсолютна довжина тіла риб (min-max), см | M±m       |
|------------------------------------|------------------------|--|-----------|
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> | 22                     | 5,5-10,2                                 | 7,7±0,29  |
| <i>Alburnus alburnus</i>           | 34                     | 5,2-11,5                                 | 8,2±0,32  |
| <i>Carassius gibelio</i>           | 13                     | 2,0-9,9                                  | 4,1±0,59  |
| <i>Rhodeus amarus</i>              | 21                     | 3,1-6,5                                  | 4,8±0,24  |
| <i>Gobio gobio</i>                 | 11                     | 8,0-13,5                                 | 10,9±0,50 |
| <i>Perca fluviatilis</i>           | 39                     | 3,0-14,5                                 | 6,9±0,43  |
| <i>Gymnocephalus cernuus</i>       | 2                      | 13,2-14,0                                | 13,6±0,40 |

Курахівське водосховище є досить перспективним для планування та проведення моніторингу за станом гідробіонтів та розробки стратегії їх використання в умовах штучно створених водойм України.

## ВИСНОВКИ

1. У результаті наукових досліджень Курахівського водосховища річки Вовча у червні 2016 року було встановлено, що якість води знаходиться на рівні допустимих ГДК. За 65 років існування у водосховищі встановився стабільний гідрохімічний та гідробіологічний режим, про що свідчать високі показники видового складу гідробіонтів.
2. У складі фітопланктону зареєстровано 49 видів водоростей із семи відділів. Зоопланктон включає 20 таксонів із трьох основних систематичних груп, коловертки (*Rotatoria*), гіллястовуси (*Cladocera*) та веслоногі (*Copepoda*) ракоподібні. У видовому складі макрозообентосу водосховища зареєстровано 27 видів донних безхребетних. Видовий склад риб у Курахівському водосховищі представлений 19 видами риб із 7 родин.
3. На видовий склад гідробіонтів у Курахівському водосховищі основним впливовим чинником є підвищена температура води, викликана роботою ТЕЦ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / [под ред. Ю. С. Решетникова]. – Т. 1. – М. : Наука, 2002. – 379 с.
2. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста по чешуе, костям и отолитам / В. Л. Брюзгин. – К. : Наукова думка, 1969. – 187 с.
3. Гусева К. А. К методике учета фитопланктона / К. А. Гусева // Труды института биологии водохранилищ. – 1959. – Т. 2. – С. 44–51.
4. Жадин В. И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных / В. И. Жадин // Жизнь пресных вод СССР. – М.-Л. : АН СССР. – 1956. – Т. 4, Вып. 1. – 382 с.
5. Матвиенко О. М. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР / О. М. Матвиенко, Т. В. Догадина. – К. : Наукова думка, 1970. – 730 с.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін.]; за ред. Романенко В. Д. – К. : ЛОГОС, 2006. – 408 с.
7. Митрофанов В.П. Экологические основы морфологического анализа рыб / В.П. Митрофанов. – Алма-Ата : КазГУ, 1977. – 32 с.
8. Мовчан Ю. В. Риби України: (визначник-довідник) / Ю.В. Мовчан. – К. : Золоті ворота, 2011. – 444 с.
9. Паламарчук М. М. Водний фонд України – Довідниковий посібник / М.М. Паламарчук, Н.Б. Закорчевна. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 320 с.
10. Итоги изучения гидробиологического режима пресных водоемов-охладителей юга УССР / [Пидгайко М. А., Гринь В. Г., Поливанная М. Р., и др.] // Гидробиологический журнал. – 1970. – Т. 6, № 2. – С. 36-44.
11. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
12. Протасов А. А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС / А. А. Протасов, А. А. Силаева. – К. : Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2012. – 272 с.



13. Протасов А. А. Концептуальные подходы к организации гидробиологического мониторинга техно-экосистем ТЭС и АЭС / А. А. Протасов, Е. И. Зубкова, А. А. Силаева // Гидробиологический журнал. – 2015. – Т. 51, № 6 (306). – С. 67-80.
14. Моллюски / Старобогатов Я. И., Прозорова Л. А., Богатов В. В., Саенко Е. М. // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Моллюски, полихеты, немертины. – С.-Пб. : Наука, 2004. – Т. 6. – С. 9-491.
15. Визначення коефіцієнтів уловистості контрольних знарядь лову тюльки та молоді інших риб у водосховищах Дніпра / П. Г. Шевченко, М. В. Коваль, В. М. Колесніков, Т. В. Медина // Рибне господарство. – 1993. – Вип. 47. – С. 42-45.

#### REFERENCES

1. Atlas presnovodnyh ryb Rossii: v 2 t. / [pod red. Ju. S. Reshetnikova]. – Т. 1. – М. : Nauka, 2002. – 379 s.
2. Brjuzgin V. L. Metody izuchenija rosta po cheshue, kostjam i otolitam / V.L. Brjuzgin. – К. : Naukova dumka, 1969. – 187 s.
3. Guseva K. A. K metodike ucheta fitoplanktona / K. A. Guseva // Trudy instituta biologii vodohranilishh. – Т. 2. – 1959. – S. 44–51.
4. Zhadin V. I. Metodika izuchenija donnoj fauny vodoemov i jekologii donnyh bezpozvonochnyh / V.I. Zhadin // Zhizn' presnyh vod SSSR. – М.-Л. : Izd-vo AN SSSR. – 1956. – Т. 4, вып. 1. – 382 s.
5. Matvienko O. M. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej Ukrainskoj SSR / O. M. Matvienko, T. V. Dogadina. – К. : Naukova dumka, 1970. – 730 s.
6. Metodi gidroekologichnih doslidzhen' poverhnevih vod / [Arsan O. M., Davidov O. A., D'jachenko T. M. ta in.]; za red. Romanenko V.D. – К. : LOGOS, 2006. – 408 s.
7. Mitrofanov V. P. Jekologicheskie osnovy morfologicheskogo analiza ryb / V. P. Mitrofanov. – Alma-Ata : KazGU, 1977. – 32 s.
8. Movchan Ju.V. Ribi Ukraini: (viznachnik-dovidnik) / Ju.V. Movchan. – К. : Zoloti vorota, 2011. – 444 s.
9. Palamarchuk M.M.. Vodnij fond Ukraini – Dovidnikovij posibnik/ M.M. Palamarchuk, N.B. Zakorchevna. – К. : Nika-Centr, 2006. – 320 s.
10. Itogi izuchenija gidrobiologicheskogo rezhima presnyh vodoemov-ohladiatelj juga USSR / [M. A. Pidgajko, V. G. Grin', M. R. Polivannaja, i dr.] // Gidrobiologicheskij zhurnal. 1970. – 6, № 2. – S. 36-44.
11. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniju ryb / I. F. Pravdin. – М. : Pishhevaja promyshlennost', 1966. – 376 s.
12. Protasov A. A. Konturnye gruppirovki gidrobiontov v tehno-jekosistemah TJeS i AJeS / A. A. Protasov, A. A. Silaeva. – К. : In-t gidrobiologii NAN Ukrainy, 2012. – 272 s.
13. Protasov A. A. Konceptual'nye podhody k organizacii gidrobiologicheskogo monitoringa tehno-jekosistem TJeS i AJeS / A. A. Protasov, E. I. Zubkova, A. A. Silaeva // Gidrobiologicheskij zhurnal. – 2015.– 51, № 6 (306). – S. 67-80.
14. Molljuski / [Ja. I. Starobogatov, L. A. Prozorova, V. V. Bogatov, E. M. Saenko] // Opredelitel' presnovodnyh bezpozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij. Т. 6. Molljuski, polihety, nemertiny. – С.-Пб. : Nauka, 2004. – С. 9-491.
15. Viznachennja koeficientiv ulovistosti kontrol'nih znarjad' lovu tjul'ki ta molodi inshih rib u vodoshovishhah Dnipra / [P. G. Shevchenko, M. V. Koval', V. M. Kolesnikov, T. V. Medina] // Ribne gospodarstvo. – 1993. – Vip. 47. – S. 42-45.

## РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН

УДК 613.84-055.2

### ВПЛИВ ТЮТЮНОПАЛІННЯ НА ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ЖІНОК

Апончук Л. С.

*Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки  
43025, Україна, Луцьк, вул. Потапова, 9*

aponchukl@yandex.ru

Досліджено й проаналізовано стан показників периферичного та мозкового кровообігу в осіб жіночої статі, які є курцями, та контрольної групи. Під час дослідження виявлено зниження основних показників кровонаповнення нижніх кінцівок, а також показників мозкової гемодинаміки. Відзначено зниження тонусу та пластичності судинного русла, звуження кровоносних судин, порушення симетричного кровонаповнення нижніх кінцівок, у жінок-курців, особливо у тих, у яких великий стаж куріння (показники більш знижені). Виявлено, що жінки, які курять, характеризуються зниженим об'ємним мозковим кровообігом, зниженим ударним об'ємом крові, підвищеним тонусом артерій розподілу. Також у них виявлено ознаки утрудненого венозного відтоку в обох півкулях.

*Ключові слова: тютюнопаління, жінки-курці, мозкова гемодинаміка, периферична гемодинаміка, тонус судин, кровообіг.*

Апончук Л. С. ВЛИЯНИЕ КУРЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ЛИЦ ЖЕНСКОГО ПОЛА / Восточноервропейский национальный университет им. Лесы Украинки; 43025, Украина, Луцк, ул. Потапова, 9

Исследовано и проанализировано состояние показателей мозгового и периферического кровообращения у лиц женского пола, которые являются курильщиками, и контрольной группы. В ходе исследования выявлено снижение основных показателей кровенаполнения нижних конечностей и показателей мозговой гемодинамики. Отмечено снижение тонуса и пластичности сосудистого русла, сужение кровеносных сосудов а также нарушение симметричного кровенаполнения нижних конечностей, у курящих, особенно у тех, в которых большой стаж курения (показатели более снижены). Виявлено, что женщины, которые курят, характеризуются пониженным объемным кровообращением мозговой гемодинамики, пониженным ударным объемом крови, повышенным тонусом артерий распределения. Также у них обнаружили признаки затрудненного венозного оттока в обоих полушариях.

*Ключевые слова: табакокурение, курящие женщины, мозговая гемодинамика, периферическая гемодинамика, тонус сосудов, кровообращение.*

Aponchuk L. S. THE IMPACT OF SMOKING ON PERIPHERAL HEMODYNAMICS OF WOMEN / Eastern European National University of Lesya Ukrainka; 43025, Ukraine, Lutsk, Potapova str., 9

The massive spread of smoking is the major reason for extensive cardiovascular diseases. It is proved that smokers as opposed to non-smokers are 2-3 times more likely to develop heart attack and preinfarction angina, stenocardia and other heart diseases. At this point the death rate caused by these diseases of those who smoke is much higher. Life expectancy of smokers is up to 4,6-8,3 years lower than life expectancy of non-smokers, and in addition the reduction in the length of life depends on the age at which people start smoking.

Although the fight against smoking at the state level in many countries has led to a reduced number of smokers, nevertheless the number of smokers among youth and women continues to increase. At the same time the risk of disease increases not only for smokers, but also for the future generations. Smoking inflicts great harm to everyone, but especially to the younger generation, whose body is in the process of puberty, that is why smoking can negatively affect their offspring. Smoking is not just a personal problem of each individual, but it is also an acute social problem, so the whole future of humanity is connected with it.

The research was carried out in the «Environmental Physiology» laboratory of Physiology Department of Human and Animal Biology Faculty of Lesya Ukrainka Eastern European National University. The study

of cerebral hemodynamics was conducted on the basis of the method of rheoencephalography and peripheral – rheovasography on a set of programming and hardware methods of medical examination of children and adults «Askold» (Kiev, 1998).

Rheogram recording was carried out in the front-mastoidal leads, allowing rheoencephalography to register separately for both hemispheres of the brain and to determine the basic amplitude-time characteristics of cerebral blood flow and changes in vascular tone. Rheovasography is carried out by one-stage or sequential registration of rheogram of upper and lower limbs or their segments (lower leg, feet).

In the course of our study 120 females at the age of 17-21 years were examined. They were divided into 3 groups (according to Fagerstrom test): Group I – women with a smoking experience of more than 3 years, who smoke more than 10 cigarettes every 24 hours and have a high level of nicotine addiction (40 people); Group II – women with a smoking experience from 1 to 3 years, who smoke up to 10 cigarettes every 24 hours and have low and average level of nicotine addiction (40 people); Group III – women who don't smoke (40 people).

For the analysis of the research results the methods of parametric and nonparametric statistics (depending on division of values) were used. Statistical data processing was carried out by using software MedStat, normality distributions of variables were tested on the basis of Shapiro-Wilk test in order to determine indicators using criterion of Student, Wilcoxon.

The indicators of peripheral and cerebral blood flow by female smokers who belong to the control group were investigated and analyzed. The study showed a reduction in the main indicators of the blood supply of upper and lower limbs and in cerebral hemodynamic indicators.

In the course of the study of peripheral hemodynamics of the lower extremities statistically lower values of the circulatory system were observed by female smoker examinees belonging to three groups of smokers.

Women who smoke have violations of peripheral blood flow. In particular, the indicator of pulse blood filling (T) which characterizes the functional state of small caliber blood vessels and the time of blood flow to the extremities has a significantly lower indicators, in right and as well as in left lower leg than in the control group of the examinees: 0,674 seconds (right side) 0,67 seconds (left side) – group I, 0,766 seconds (right side), 0,76 s (left side) – group II and 0,868 seconds (right side), 0,86 s (left side) – group III at  $p < 0,05$ .

The decrease in the time delay (distribution) of the rheowave (Ra), which describes the time from Q wave of the simultaneously recorded electrocardiogram (ECG) before the next rheowave was recorded. This indicator is significantly lower by female smokers compared with the control group, as on the right ( $p < 0,05$ ) and on the left-side of lower leg. However, women who have experience of smoking of over 3 years and smoke more than 10 cigarettes a day and have a high level of dependence (group I), Ra indicator on the left side of the lower than a standard level (0,23-0,25 s). Ra index describes the overall state of the vessels, their tone and elasticity on the stretch from the heart to the investigated area of bloodstream, thus this result indicates an increase in vascular tone of arteries within women who are smokers.

The analysis of peripheral blood of the lower extremities showed an increase of the ratio L1 to the T of the right ( $p < 0,05$ ) and left lower leg at  $p > 0,05$ . This indicates stagnation of venous blood in the lower limbs, which leads to poor circulation in the abdomen, and negatively affects the body on the whole. Prolonged exposure to tobacco smoke affects the immune, nervous and endocrine systems. Immune system reduces emissions to blood of special enzymes that have a protective function, by this the weakening of cellular immunity takes place.

The analysis of the study showed differences between the values of parameters of cerebral hemodynamics in all studied groups. For comparative analysis the values of the three groups of the studied women were compared.

Pulse oscillation interval (T), which describes the functional status of small blood vessel caliber and the time of blood flow to the brain of female smokers is statistically lower than in the control group and is as follows: 0,71 s (right hemisphere), 0,69 s (left hemisphere) – group I, 0,83 s (right hemisphere), 0,82 s (left brain) – group II at  $p < 0,05$  (Table 5) at a rate of 0,748-0,836 s. As shown in Table 1 the T score tends to increase in the control group of patients (group III) at  $p < 0,05$ , but does not have a pathological nature.

Indicator value of fast filling time (ab) and maximum filling time (ax) within female smokers in groups I and II are lower than in the control group. However, in the group of smokers (group I and II) and non-smokers (group III), values of ab are below the norm by 50% in the left as well as in the right hemisphere at  $p > 0,05$ . This indicates a reduction of the elastic characteristics of the vessels and their elasticity.

Our results allow to state violation of circulation in the lower extremities. Prolonged exposure to tobacco causes loss of elasticity and tone of the vascular bed, vasoconstriction, and violation of symmetrical blood supply in limbs, which can cause a decrease in blood flow due to narrowing or blockage of arteries. By female smokers relation L1 to T of the right and left forearm is higher than in the control group. This indicates stagnation of venous blood in the lower limbs, which leads to poor circulation in the abdomen, and negatively affects the body on the whole

Having analyzed the main rheoencephalographic indicators, we established that women who smoke (especially those ones with greater smoking experience) are characterized by low circulation volume of brain hemodynamics, decreased stroke volume, increased arterial tone distribution. Within female smokers moderate asymmetry (15 to 25%) in the blood supply of vertebral-basilar vascular pool was also recorded and some characteristics of complicated venous outflow in both hemispheres were recorded as well. This indicates a decrease in blood flow in main vessels that cause hypoxia (oxygen starvation) of brain cells by reducing the amount of oxygen.

The received results make it possible to assert that prolonged smoking, namely its length has a negative impact on peripheral and cerebral blood flow.

*Key words: smoking, female smokers, brain hemodynamics, peripheral hemodynamics, vascular tone, blood circulation.*

## ВСТУП

У багатьох країнах явище тютюнопаління, а також поширеність хвороб і смертей, спричинених вживанням тютюну, вважається великою медичною, соціальною та економічною проблемою [1]. Відомо, що ця шкідлива звичка згубно позначається на здоров'ї: призводить до серйозних захворювань серцево-судинної, дихальної систем, провокує розвиток онкологічних захворювань. Більш того, результати численних досліджень, проведених і за кордоном, і в нашій країні, свідчать, що від наслідків, пов'язаних із палінням, помирає більше людей, ніж від вживання алкоголю, наркотиків, а також від авто- і авіакатастроф, разом узятих [2].

Сьогодні відзначають дуже несприятливу тенденцію, яка відображає недостатню увагу до проблеми паління серед жінок: кількість жінок, що палять, сьогодні в багатьох європейських країнах практично зрівнялася з числом чоловіків-курців, а серед підлітків нерідко дівчата курять навіть більше, ніж юнаки. В Україні за статистикою палять 67% чоловіків і 17% жінок [3].

Ця згубна звичка корелює з виникненням і прогресуванням коронарної хвороби серця, цереброваскулярних захворювань [4], розладами периферичного кровообігу, ураженням вен верхніх та нижніх кінцівок. Більшість лікарів вважають паління лише фактором ризику серцево-судинної патології, а не головним етіологічним стимулом її розвитку. Насправді ж йдеться про тривалий, хронічний вплив на організм людини ніби незначних концентрацій небезпечних хімічних сполук.

У вітчизняній науковій літературі є недостатня кількість наукових робіт, присвячених впливу паління, особливо на периферичну і мозкову гемодинаміку, тому дослідження тепер є актуальним.

Мета нашого дослідження – проаналізувати та вивчити стан показників мозкової та периферичної гемодинаміки в жінок-курців. Відповідно до мети були поставлені завдання: вивчити особливості мозкового кровообігу правої та лівої півкуль головного мозку в жінок-курців; дослідити периферичний кровообіг гомілок у жінок, які палять; зробити порівняльний аналіз показників мозкової та периферичної гемодинаміки в жінок-курців з контрольною групою досліджуваних.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження здійснювалося в першій половині дня на базі лабораторії «Екологічної фізіології» кафедри фізіології людини і тварин біологічного факультету Східноєвропейського університету ім. Лесі Українки. Вивчення мозкової гемодинаміки

проводилося за методикою реоенцефалографії (РЕГ) [5], а периферичної – реовазографії на комплексі програмних і апаратних методів медичного обстеження дітей та дорослих «Аскольд» (Київ, 1998).

Запис реограми здійснювався у фронто-мастоїдальних відведеннях, що дозволяло реєструвати РЕГ окремо в обох півкулях головного мозку та визначати основні амплітудно-часові характеристики мозкового кровотоку та зміни судинного тонуусу.

Реовазографія здійснюється шляхом одномоментної або послідовної реєстрації реограм нижніх кінцівок або їхніх сегментів (гомілки, стопи).

Контингент досліджуваних складала особи жіночої статі, віком 17-21 років. До початку дослідження кожна жінка давала добровільно погоджувалася на участь у дослідженні (за власним підписом). Усього обстежено 120 осіб і поділено на 3 групи (за тестом Фагерстрема) [6]:

- I група – жінки, які мають стаж куріння понад 3 роки, за добу викурюють більше 10 сигарет і мають високий рівень залежності (40 осіб);
- II група – жінки, які мають стаж куріння від 1 до 3 років, за добу викурюють до 10 сигарет і мають низький та середній рівень залежності (40 осіб);
- III група – жінки, які не курять (40 осіб).

Для аналізу результатів дослідження використані методи параметричної і непараметричної статистики (залежно від розподілу значень). Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення MedStat, нормальність розподілів змінних перевіряли тестом Шапіро-Віллка, для визначення значень використовували критерій Стюдента, Вілкоксона [7].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У дослідженні периферичної гемодинаміки нижніх кінцівок спостерігали статистично нижчі значення показників судинної системи в досліджуваних жінок-курців трьох груп (табл. 1, 2).

Таблиця 1 – Параметри реовазограми гомілки (n = 120)

| Показник | Півкуля | Група I |                 | Група II |                 | Група III |                 | Вірогідність різниці між групами |
|----------|---------|---------|-----------------|----------|-----------------|-----------|-----------------|----------------------------------|
|          |         | Медіана | Похибка медіани | Медіана  | Похибка медіани | Медіана   | Похибка медіани |                                  |
| 1        | 2       | 3       | 4               | 5        | 6               | 7         | 8               | 9                                |
| T, с     | права   | 0,674*  | 0,037           | 0,766*   | 0,031           | 0,868*    | 2,8             | P < 0,05                         |
| L1, с    | ліва    | 0,026   | 0,0038          | 0,024    | 0,0068          | 0,026     | 0,0061          | P > 0,05                         |
| L, с     | права   | 0,072   | 0,011           | 0,086    | 0,011           | 0,06      | 0,01            | P > 0,05                         |
|          | ліва    | 0,07    | 0,011           | 0,066    | 0,013           | 0,068     | 0,014           | P > 0,05                         |
| Ra, с    | права   | 0,256*  | 0,019           | 0,256    | 0,017           | 0,266*    | 0,02            | P < 0,05                         |
|          | ліва    | 0,248   | 0,02            | 0,254    | 0,016           | 0,256     | 0,02            | P > 0,05                         |

Продовження таблиці 1

| 1          | 2     | 3       | 4     | 5       | 6      | 7       | 8       | 9        |
|------------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|---------|----------|
| L1/T,<br>% | права | 3,439   | 0,67  | 3,176   | 0,49   | 3,149   | 0,73    | P > 0,05 |
|            | ліва  | 3,971*  | 0,81  | 3,198   | 1,3    | 2,804*  | 0,92    | P < 0,05 |
| PK,<br>%   | права | 10,235* | 1,6   | 11,39   | 1,4    | 6,985*  | 1,4     | P < 0,05 |
|            | ліва  | 11,08   | 1,4   | 9,44    | 1,7    | 8,44    | 1,7     | P > 0,05 |
| PI,<br>Ом  | права | 0,006   | 0,011 | 0,006   | 0,0012 | 0,006   | 0,00077 | P > 0,05 |
|            | ліва  | 0,006   | 0,005 | 0,005   | 0,0012 | 0,006   | 0,001   | P > 0,05 |
| КА, %      |       | 34,8485 | 17    | 35,4165 | 40     | 47,7275 | 17      | P > 0,05 |

Примітка: \* – дані достовірно відмінюються ( $p < 0,05$ ); T – період пульсового кровонаповнення, L1 – час швидкого наповнення, L – час максимального наповнення, Ra – час запізнення реохвилі, L1/T – відношення часу швидкого наповнення до періоду пульсового кровонаповнення, PK – реографічний коефіцієнт, PI – географічний індекс, КА – коефіцієнт асиметрії.

Таблиця 2 – Параметри реовазограми гомілки (n = 120)

| Показник | Півкуля | Група I |                    | Група II |                    | Група III |                    | Вірогідність різниці між групами |
|----------|---------|---------|--------------------|----------|--------------------|-----------|--------------------|----------------------------------|
|          |         | Середнє | Похибка середнього | Середнє  | Похибка середнього | Середнє   | Похибка середнього |                                  |
| T, с     | ліва    | 0,67*   | 0,003              | 0,76*    | 0,019              | 0,86*     | 0,027              | P < 0,05                         |
| L1, с    | права   | 0,025   | 0,0029             | 0,025    | 0,0026             | 0,032     | 0,0041             | P > 0,05                         |
| A,<br>Ом | права   | 0,0097  | 0,0057             | 0,0044   | 0,0006             | 0,0041    | 0,00038            | P > 0,05                         |
|          | ліва    | 0,0079  | 0,0036             | 0,0046   | 0,00056            | 0,0041    | 0,0004             | P > 0,05                         |

Примітка: \* – дані достовірно відрізняються ( $p < 0,05$ ); T – період пульсового кровонаповнення, L1 – час швидкого наповнення, A – амплітуда швидкого наповнення.

Наведені дані в таблицях 1, 2 свідчать про те, що в жінок, які палять, виражені порушення периферичного кровотоку. Зокрема показник періоду пульсового кровонаповнення (T), що характеризує функціональний стан судин малого та дрібного калібру, а також час притоку крові до кінцівок, має достовірно нижчі значення, і правої, і лівої гомілки, ніж контрольна група досліджуваних жінок: 0,674 с (правий бік), 0,67 с (лівий бік) – I група, 0,766 с (правий бік), 0,76 с (лівий бік) – II група і 0,868 с (правий бік), 0,86 с (лівий бік) – III група при  $p < 0,05$ .

Відмічено зниження показника часу запізнення (поширення) реохвилі (Ra), що характеризує час від зубця Q синхронно записаної електрокардіограми (ЕКГ) до початку наступної реохвилі. Цей показник є достовірно нижчим у жінок-курців порівняно з групою контролю, і правого ( $p < 0,05$ ), і лівого боку гомілки. Проте в жінок, які мають стаж куріння понад 3 роки, та за добу викурюють понад 10 сигарет і мають високий рівень залежності (I група), показник Ra з лівого боку нижче норми (0,23-0,25 с) (рис. 1). Показник Ra характеризує сумарний стан судин, їх тонус і пружність на відрізьку від серця до досліджуваної ділянки кровоносного русла, цей результат свідчить про збільшення судинного тонуусу артерій у жінок, які є курцями.

Аналіз периферичного кровообігу нижніх кінцівок виявив підвищення показника відношення L1 до T правої ( $p < 0,05$ ) і лівої гомілки при  $p > 0,05$  (табл. 1). Це вказує на застій венозної крові в нижніх кінцівках, що призводить до порушення кровообігу в черевній порожнині, а також негативно впливає на організм загалом. Тривала дія тютюнового диму також впливає на імунну, нервову, ендокринну системи. Імунна система зменшує викид до крові спеціальних ферментів, що виконують захисну функцію, внаслідок цього відбувається ослаблення системи клітинного імунітету [8].

Під час дослідження були виявлені значно нижчі значення коефіцієнта асиметрії (КА) у жінок-курців при  $p > 0,05$  (табл. 1). Можна припустити, що тривале тютюнопаління, а саме вплив нікотину, може спричинити порушення кровообігу – звуження кровоносних судин, зниження їх еластичності, пружності та тонуусу дрібних судин, які забезпечують кровопостачання життєво важливих органів: серця, мозку.

Не встановлено істотних відмінностей між величиною реографічного індексу (PI), який характеризує величину і швидкість притоку (відтоку) крові в досліджуваній ділянці в досліджуваних жінок трьох груп при  $p > 0,05$  (табл. 1).

Аналіз дослідження виявив відмінності між значеннями показників мозкової гемодинаміки у всіх групах досліджуваних (табл. 3, 4). Для проведення порівняльного аналізу зіставлені значення показників у трьох групах досліджуваних жінок.

Таблиця 3 – Параметри реоенцефалограми фронтостойдальних відведень у жінок (n=120)

| Показник | Півкуля | Група I |                 | Група II |                 | Група III |                 | Вірогідність різниць між групами |
|----------|---------|---------|-----------------|----------|-----------------|-----------|-----------------|----------------------------------|
|          |         | Медіана | Похибка медіани | Медіана  | Похибка медіани | Медіана   | Похибка медіани |                                  |
| T, с     | права   | 0,71*   | 0,04            | 0,83*    | 0,03            | 0,92*     | 0,13            | $P < 0,05$                       |
|          | ліва    | 0,69*   | 0,038           | 0,82*    | 0,019           | 0,91*     | 0,13            | $P < 0,05$                       |
| аб, с    | права   | 0,048   | 0,014           | 0,048    | 0,03            | 0,052     | 0,037           | $P > 0,05$                       |
|          | ліва    | 0,048   | 0,0023          | 0,048    | 0,016           | 0,052     | 0,14            | $P > 0,05$                       |
| ах, с    | права   | 0,108*  | 0,017           | 0,158*   | 0,032           | 0,212*    | 0,14            | $P < 0,05$                       |
|          | ліва    | 0,102*  | 0,01            | 0,164*   | 0,012           | 0,226*    | 0,14            | $P < 0,05$                       |
| Ra, с    | права   | 0,158   | 0,011           | 0,156    | 0,014           | 0,164     | 0,14            | $P > 0,05$                       |
|          | ліва    | 0,156   | 0,014           | 0,156    | 0,012           | 0,16      | 0,14            | $P > 0,05$                       |
| Аб, Ом   | права   | 0,056   | 0,027           | 0,053    | 0,01            | 0,049     | 0,01            | $P > 0,05$                       |
|          | ліва    | 0,063   | 0,007           | 0,053    | 0,009           | 0,053     | 0,008           | $P > 0,05$                       |
| A1, %    | права   | 89,01*  | 3,2             | 92,52    | 3,8             | 95,91*    | 54              | $P < 0,05$                       |
|          | ліва    | 89,06*  | 3,8             | 94,14    | 2,9             | 94,84*    | 4,1             | $P < 0,05$                       |
| Ах, Ом   | ліва    | 0,089   | 0,019           | 0,0805   | 0,011           | 0,091     | 0,45            | $P > 0,05$                       |
| КА, %    |         | 18,36   | 74              | 22,215   | 53              | 21,175    | 1,42            | $P > 0,05$                       |

Примітка: \* – дані достовірно відрізняються ( $p < 0,05$ ); T – період пульсового кровонаповнення, аб – час швидкого наповнення, ах – час максимального наповнення, Ra – час запізнення реохвилі, Аб – амплітуда швидкого наповнення, A1 – дикротичний індекс, Ах – реографічний індекс, КА – коефіцієнт асиметрії.

Таблиця 4 – Параметри реоенцефалограми фронтотастодальних відведень у жінок (n = 120)

| Показник | Півкуля | Група I |                    | Група II |                    | Група III |                    | Вірогідність різниці між групами |
|----------|---------|---------|--------------------|----------|--------------------|-----------|--------------------|----------------------------------|
|          |         | Середнє | Похибка середнього | Середнє  | Похибка середнього | Середнє   | Похибка середнього |                                  |
| Ах, Ом   | права   | 0,12    | 0,019              | 0,11     | 0,01               | 0,096     | 0,0098             | P > 0,05                         |

Примітка: \* – дані достовірно відрізняються ( $p < 0,05$ ); Ах – реографічний індекс.

Як свідчать результати дослідження, період пульсового коливання (Т), який характеризує стан судин малого та дрібного калібру і час притоку крові до мозку в жінок-курців, статистично нижчий, ніж у контрольній групі досліджуваних, і становить: 0,71 с (права півкуля), 0,69 с (ліва півкуля) – I група, 0,83 с (права півкуля), 0,82 с (ліва півкуля) – II група при  $p < 0,05$ . (табл. 3) за норми 0,748-0,836 с. Як видно з таблиці 1, показник Т виявляє тенденцію до збільшення в контрольній групі досліджуваних (III група) при  $p < 0,05$ , але не містить в собі патологічного характеру.

Залежно від величини об'ємного пульсового кровонаповнення цей показник може бути в межах норми – зниженим або підвищеним. Зниження об'ємного пульсового кровонаповнення має кілька ступенів: помірне, якщо значення менше норми не більше 40%; значне, якщо менше норми на 40-60%; різко виражене, якщо менше норми на 60-90%; і критичне, коли амплітуда реоенцефалограми межує з технічними можливостями реографа [5].

Зниження цього показника свідчить про значне зниження об'ємного пульсового кровонаповнення, підвищення тонуусу артерій розподілу, тобто спостерігається явище гіпертонуусу, тому слід зауважити, що тютюнопаління негативно впливає на мозковий кровообіг [9, 10, 11].

Одним із найінформативніших і фізіологічно обґрунтованих показників реограми є коефіцієнт асиметрії (КА), це дуже важливий показник, який відображає асиметрію пульсового кровонаповнення внутрішньомозкових судин для правої та лівої півкуль [12]. Залежно від величини коефіцієнта асиметрії розрізняють кілька ступенів асиметрії кровонаповнення, якщо коефіцієнт дорівнює 7% і менше, то суттєвої асиметрії кровонаповнення немає, при значенні коефіцієнта асиметрії від 8 до 14% асиметрію кровонаповнення характеризують як невелику. Якщо коефіцієнт асиметрії від 15 до 25%, то це свідчить про наявність помірної асиметрії кровонаповнення, при коефіцієнті, що дорівнює 26% і більше, – він розцінюється як значний [13].

Наші дані показали помірну асиметрію кровонаповнення усередині досліджуваного басейну, значення його коливалося в межах від 15 до 25%. Перша група досліджуваних відзначилася значенням 18,36%, друга – 22,215%, а третя – 21,175% при  $p > 0,05$  (табл. 3).

За даними таблиці 3 можна визначити, що значення показників часу швидкого наповнення (Аб) та часу максимального наповнення (Ах) у жінок-курців I і II групи нижчі, ніж у контрольній групі. Проте в групі курців (I і II група) та некурців (III група) значення показника Аб є нижчим від норми на 50% і в лівій, і в правій півкулі при  $p > 0,05$ . Це свідчить про зниження еластичних особливостей судин та їх пружності.

Час запізнення (поширення) реохвилі (Ra) характеризує тонічний стан судин на відрізьку



від серця до досліджуваної ділянки. Із підвищенням судинного тонузу час запізнення реохвилі зменшується, а зі зниженням – дещо збільшується [12]. Показник часу запізнення реохвилі (Ra) перевищує норму (0,110-0,120 с) у жінок в обох півкулях як контрольної групи, так і жінок-курців обох груп. Але в жінок-курців цей показник є нижчим, ніж у контрольній групі досліджуваних, і становить: 0,158 с (права півкуля) та 0,156 с (ліва півкуля) – I група, 0,156 с (права півкуля) та 0,156 с (ліва півкуля) – II, 0,164 с (права півкуля) та 0,16 с (ліва півкуля) – III група група при  $p > 0,05$  (табл. 3). Зменшення цього інтервалу може бути ознакою або підвищення тонузу, або склерозу магістральних судин.

Амплітуда швидкого наповнення (Ab) у всіх досліджуваних жінок трьох груп є зниженою, але достовірної різниці не зафіксовано ( $p > 0,05$ ). У жінок-курців I групи для правої півкулі цей показник становить 0,056 Ом, а в жінок контрольної групи – 0,049 Ом. Для лівої півкулі простежується майже аналогічна тенденція (табл. 3). Виявлено зниження показника Ab на 50% у всіх досліджуваних жінок трьох груп за норми 0,126-0,142 Ом, хоча в жінок-курців, зниження цього показника виражається набагато чіткіше, ніж у контрольній. Зниження показника Ab свідчить про порушення кровонаповнення судин головного мозку, що є причиною гіпоксії (кисневого голодування) клітин головного мозку в результаті зменшення кількості кисню, що вдихається, і збільшення насичення крові вуглекислим газом.

Амплітуда швидкого наповнення пропорційна об'єму притоку артеріальної крові в мозок і відтоку венозної крові в момент максимального розтягнення судин. Деякі вчені зазначають [12], що амплітуда реоенцефалограми залежить від частоти серцевих скорочень, ударного об'єму крові, артеріального тиску і тонузу судинних стінок.

У трьох групах не виявлено достовірних відмінностей ( $p > 0,05$ ) між значеннями реографічного індексу (Ax) – важливого показника, який дає змогу визначати відносне значення пульсового кровонаповнення інтракраніальних судин. Реографічний індекс є зниженим у трьох групах досліджуваних жінок (права та ліва півкулі) порівняно із нормою (0,126-0,142 Ом), але в жінок-курців спостерігається більш чітке зниження показника Ax при  $p > 0,05$ . Дані таблиць 3, 4 свідчать, що реографічний індекс менший 1 (ліва півкуля). Це свідчить про зниження кровопостачання мозку та зменшення об'єму циркулюючої крові (гіповолемія).

Отримані дані реоенцефалограми дозволили виявити ознаки утрудненого венозного відтоку (Vb) з обох півкуль головного мозку в жінок, які курять [9, 10].

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні особливостей периферичної та мозкової гемодинаміки під впливом соціальних факторів різної природи.

## **ВИСНОВКИ**

1. Наші результати дозволяють стверджувати про порушення кровообігу в нижніх кінцівках. Тривалий вплив тютюнопаління призводить до втрати еластичності й тонузу судинного русла, звуження кровеносних судин, а також порушення симетричного кровонаповнення кінцівок, що може спричинити зменшення припливу крові внаслідок звуження або закупорки артерій.
2. Проаналізувавши основні реоенцефалографічні показники, ми виявили, що жінки, які курять (особливо ті, які мають великий стаж куріння), характеризуються зниженим об'ємним кровообігом мозкової гемодинаміки, зниженим ударним об'ємом крові, підвищеним тонузом артерій розподілу. Це свідчить про наявність еласто-тонічних змін судин та ознак утрудненого венозного відтоку в курців.

Отримані результати можуть слугувати підґрунтям щодо подальшого вивчення мозкової гемодинаміки, а також кровотоку у верхніх і нижніх кінцівках у жінок, які мають шкідливі звички.

### ЛІТЕРАТУРА

1. US Department of Health and Human Services. Preventing Tobacco Use among Youth and Young Adults. Executive Summary. – 2012. – 11 p.
2. Котова М. Б. Профилактика курения у подростков / М.Б. Котова, А.А. Александров, В. Б. Розанов // Вопросы психологии. – 2008. – № 2. – С. 55-60.
3. Кваша Е. А. Основные факторы риска и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний среди женщин возраста 40-59 лет (данные 20-летнего проспективного наблюдения) / Е. А. Кваша // Кровообіг та гемостаз. – 2008. – № 2. – С. 16-20.
4. Герман А. К. Мозговой кровотоку у курящих / А. К. Герман, В. Л. Логийко // Лікарська справа. – 1995. – № 1-2. – С. 123-125.
5. Яруллин Х. Х. Клиническая реоэнцефалография / Х.Х. Яруллин. – М. : Медицина, 1983. – 271 с.
6. Кваша О. О. Рекомендації з профілактики і лікування тютюнопаління / О. О. Кваша, І. М. Горбась, І. П. Смирнова // Здоров'я України. – 2010. – № 2 (231). – С. 34-36.
7. Лях Ю.Е. Математическое моделирование при решении задач класификации в биомедицине / Ю. Е. Лях, В. Г. Гурьянов // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 69-76.
8. Габриелян К. Г. Уровень адаптационных возможностей организма студентов и курение / К. Г. Габриелян // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 2. – С. 110-113.
9. Изменения центральной гемодинамики и мозгового кровотока при курении у студентов / [Власова О. В., Попова Г. А., Ковальногов А. В. и др.] // Вестник НГУ. Серия : Биология, клиническая медицина. – 2008. – Т. 6, Вып. 3. – С. 48-55.
10. Власова О. В. Показатели центральной гемодинамики и мозгового кровотока у женщин при курении / О. В. Власова, Г. А. Попова, В. И. Циркин // Вопросы наркологии. – 2008. – № 5. – С. 77-86.
11. Перминов А. А. Гендерные особенности влияния курения на вегетативную нервную систему у лиц юношеского возраста / А. А. Перминов, Д. Ю. Кувшинов, О. С. Рыбникова // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – № 3-2. – С. 64-69.
12. Зенков Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней: (Руководство для врачей) / Зенков Л. Р., М. А Ронкин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Медицина, 1991. – 640 с.
13. Кузнецов А. А. О естественной нормализации диаграммы ритма сердца / А. А. Кузнецов, С. А. Пермяков // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. Нижний Новгород. – 2012. – Т. 78, № 4 (97). – С. 363-368.

### REFERENCES

1. US Department of Health and Human Services. Preventing Tobacco Use among Youth and Young Adults. Executive Summary. – 2012. – 11 p.
2. Kotova M. B. Profilaktika kurenija u podroستkov / M.B Kotova, A. A. Aleksandrov, V.B. Rozanov // Voprosy psihologii. – 2008. – № 2. – S. 55-60.

3. Kvasha E.A. Osnovnye faktory riska i smertnost' ot serdechno-sosudistykh zabojevanij sredi zhenshhin vozrasta 40-59 let (dannye 20-letnego prospektivnogo nabljudeniya) / E. A. Kvasha // Krovoobig ta gemostaz. – 2008. – № 2. – S. 16-20.
4. German A.K. Mozgovoj krovotok u kurjashhh / A.K. German, V.L Logijko // Likars'ka sprava. – 1995. – № 1-2. – S. 123-125.
5. Jarullin H.H. Klinicheskaja reojencefalografija / H.H. Jarullin. – M. : Medicina, 1983. – 271 s.
6. Kvasha O. O. Rekomendacii z profilaktiki i likuvannja tjutjunopalinnja / O. O. Kvasha, I. M. Gorbas', I. P. Smirnova // Zdorov'ja Ukraini. – 2010. – № 2 (231). – S. 34-36.
7. Ljah Ju.E. Matematicheskoe modelirovanie pri reshenii zadach klasifikacii v biomedicine / Ju.E. Ljah, V.G. Gur'janov // Ukrains'kij zhurnal telemedicini ta medichnoi telematiki. – 2012. – T. 10, № 2. – S. 69-76.
8. Gabrieljan K.G. Uroven' adaptacionnyh vozmozhnostej organizma studentov i kurenje / K.G. Gabrieljan // Fiziologija cheloveka. – 2006. – T. 32, № 2. – S. 110-113.
9. Izmeneniya central'noj gemodinamiki i mozgovogo krovotoka pri kurenii u studentov / [Vlasova O. V., Popova G.A., Koval'nogov A.V. i dr.] // Vestnik NGU. Serija : Biologija, klinicheskaja medicina. – 2008. – T. 6, Vyp. 3. – S. 48-55.
10. Vlasova O.V. Pokazateli central'noj gemodinamiki i mozgovogo krovotoka u zhenshhin pri kurenii / O.V. Vlasova, G.A. Popova, V.I. Cirkin // Voprosy narkologii. – 2008. – № 5. – S. 77-86.
11. Perminov A.A. Gendernye osobennosti vlijaniya kurenija na vegetativnuju nervnuju sistemu u lic junosheskogo vozrasta / A.A. Perminov, D.Ju. Kuvshinov, O.S. Rybnikova // Sibirskij medicinskij zhurnal. – 2008. – № 3-2. – S. 64-69.
12. Zenkov L.R. Funkcional'naja diagnostika nervnyh boleznej: (Rukovodstvo dlja vrachej) / L.R. Zenkov, M.A Ronkin. – 2-e izd. pererab. i dop. – M. : Medicina, 1991. – 640 s.
13. Kuznecov A. A. O estestvennoj normalizacii diagrammy ritma serdca / A. A. Kuznecov, S. A. Permjakov // Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. R.E. Alekseeva. Nizhnij Novgorod. – 2012. – T. 78, № 4 (97). – S. 363-368.

УДК 612.1:612.616.2:616.697

## **ОСОБЛИВОСТІ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТА ІМУННИХ ПОКАЗНИКІВ У СПЕРМІ І СИРОВАТЦІ КРОВІ ПРИ БЕЗПЛІДДІ**

Бовт В.Д., Романова М.Д.

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

rom-ma@ukr.net

Статтю присвячено вивченню проблеми безпліддя, а саме визначенню морфо-функціональних та імунних особливостей сперми й сироватки крові безплідних чоловіків. За результатами обстежень чоловіків репродуктивного віку встановлено морфо-функціональні особливості еякуляту в безплідних осіб та виявлено такі відхилення від норми: зменшення об'єму еякуляту в 1,5 рази ( $p < 0,05$ ) та кількості сперматозоїдів майже в 7 разів ( $p < 0,05$ ), збільшення в'язкості у 2 рази ( $p < 0,05$ ), підвищення рН на 0,2 одиниць рН, та наявність аглютинації, еритроцитів, сперміофагів та великої кількості лейкоцитів. Під час досліджень було відмічено, що в сім'яній плазмі та сироватці крові 19,65% безплідних чоловіків концентрація антиспермальних антитіл збільшена в 6 раз відносно чоловіків, у яких репродуктивна функція не порушена. Із усіх 117 обстежених чоловіків у 11,96% осіб ймовірною причиною безпліддя є утворення антиспермальних антитіл внаслідок порушення функції гемато-тестикулярного бар'єру. Проаналізувавши отримані дані, можливо припустити, що таке порушення спричинене раніше перенесеними урогенітальними інфекціями, оскільки в цих осіб виявлені антитіла IgG до *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis*.

*Ключові слова:* сперматогенез, антиспермальні антитіла, гемато-тестикулярний бар'єр, аутоімунне безпліддя, урогенітальні інфекції.

Бовт В.Д., Романова М.Д. ОСОБЕННОСТИ МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СПЕРМЕ И СЫВОРОТКЕ КРОВИ ПРИ БЕСПЛОДИИ / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, Жуковского, 66

Статья посвящена изучению проблемы бесплодия, а именно определению морфо-функциональных и иммунных особенностей спермы и сыворотки крови бесплодных мужчин. По результатам обследований мужчин репродуктивного возраста установлены морфо-функциональные особенности эякулята у бесплодных лиц и выявлены следующие отклонения от нормы: уменьшение объема эякулята в 1,5 раза ( $p < 0,05$ ) и количества сперматозоидов почти в 7 раз ( $p < 0,05$ ), увеличение вязкости в 2 раза ( $p < 0,05$ ), повышение pH на 0,2 единиц pH, и наличие агглютинации, эритроцитов, спермиофагов и большое количество лейкоцитов. В ходе исследований было отмечено, что в семенной плазме и сыворотке крови 19,65% бесплодных мужчин концентрация антиспермальных антител увеличена в 6 раз относительно мужчин, у которых репродуктивная функция не нарушена. Из всех 117 обследованных мужчин в 11,96% лиц вероятной причиной бесплодия является образование антиспермальных антител вследствие нарушения функции гемато-тестикулярного барьера. Проанализировав полученные данные, можно предположить, что данное нарушение вызвано ранее перенесенными урогенитальными инфекциями, поскольку у этих лиц обнаружены антитела IgG к *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* и *T. vaginalis*.

*Ключевые слова:* сперматогенез, антиспермальные антитела, гемато-тестикулярный барьер, аутоиммунное бесплодие, урогенитальные инфекции.

Bovt V.D., Romanova M.D. MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES AND IMMUNOLOGICAL PARAMETERS SEMEN AND BLOOD INFERTILITY MAN/ Zaporizhzhya National University, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

One of the current problems in Europe are that many couples could not have a child, particularly in Ukraine, their number is about 1 million. Consider the two main causes of male infertility: sperm quality decline and pathology of testicles, respectively two forms of disorders – obstructive and secretory, also a special form of infertility – immune. It is that up to 20% of cases of idiopathic infertility due to immunological causes. In men, immune disorders arising from the pathology of the damage blood-testis barrier. Antisperm antibodies (ASA) – polyclonal immunoglobulins G, A and M, which are interact with sperm, and block the penetration of the egg, making it practically impossible process of fertilization or embryo implantation process block. Laboratory diagnosis of immune infertility today includes measurement blood and seminal fluid to antisperm antibodies - immunoglobulin G and A, because obtaining the semen does not allow to detect such pathology. Main indicators for suspected autoimmune fertilization is such as agglutination, aggregation, reduced mobility, and testicular injury or biopsy, vasectomy, infection transmitted sexually.

For the survey was selected 117 men, who brought ejaculate and venous blood from January to September 2016. All this men were divided into two groups: Group 1-55 men ( $29,5 \pm 1,89$ ), which was not diagnosed with infertility; 2 group – 62 men ( $31,4 \pm 2,3$ ), are not able to conceive a child more than 1 year. Collecting venous blood was performed according to the instruction. Semen analysis performed macro- and microscopically and used automatic analyzer sperm fertility APS-500 production Biola, Russia. To determine the anti-sperm antibodies (ASA) and antibodies to urogenital infections were use solid phase ELISA method. All studies were conducted according to the manual test systems. To investigate the presence of antibodies in serum was selected four common pathogens such as ureaplasma (*Ureaplasma urealiticum*), Mycoplasma (*Mycoplasma hominis*), chlamydia (*Chlamydia trachomatis*), trichomonas (*Trichomonas vaginalis*). The data was statistically processed using the computer program «STATISTICA 6.0».

Based on the results of surveys of men of reproductive age was found morphological functional features in the ejaculate of infertile people and revealed the following abnormalities: a decrease ejaculate volume of 1.5 times ( $p < 0.05$ ) and sperm count almost 7 times ( $p < 0.05$ ), an increase of viscosity was 2-fold ( $p < 0.05$ ), increase pH by 0.2 pH units, and the presence of agglutination, red blood cells, spermioфаге and a large number of white blood cells. During the research, it was observed that the semen plasma and serum 19.65% of infertile men had concentration of anti-sperm antibodies increased 6 times relative to men, in which reproductive function is not impaired. Of all the surveyed 117 men was found in 11.96% infertility man anti-sperm antibodies due to dysfunction of the blood-testis barrier. After analyzing the data, we may suggest that the breach caused by the previously wrapped urogenital infections, because in blood of these people were found IgG to *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis*.

*Key words:* spermatogenesis, antisperm antibodies, blood-testis barrier, autoimmune infertility, urogenital infections.

## ВСТУП

Однією з актуальних проблем сьогодення у Європі, з якою стикаються безліч подружніх пар, є безпліддя, зокрема в Україні їхня кількість становить близько 1 мільйона [1]. Чоловічий фактор є причиною безплідності в 50% шлюбів [2]. Негативний вплив на генеративну здатність у чоловіків чинять різні ендокринні, імунні та генетичні порушення [3]. Встановлено, що безплідність є психотравмуючим фактором, який призводить до депресії та розпаду шлюбу. Отже, актуальність дослідження безплідності включає соціальні, медичні та психологічні аспекти [4].

Розглядають дві основні причини чоловічого безпліддя: зниження якості сперми та патологія тестикул (ячок), відповідно дві форми порушень – секреторну і обтураційну, також виділяють особливу форму безпліддя – імунну [5]. Рюмке і Вільсон (1954) повідомили про наявність антиспермальних антитіл у безплідних чоловіків, що привернуло велику увагу вчених та започаткувало дискусію щодо ролі імунної системи в безплідді [6]. Вважається, що близько 20% випадків ідіопатичного безпліддя пов'язані з імунологічними причинами [7].

У чоловіків імунні порушення виникають через патологію гемато-тестикулярного бар'єру, його пошкодження призводить до виходу сперматозоїдів за його межі, тим самим запускаючи утворення в крові та безпосередньо в сім'яній рідині антитіл до сперматозоїдів і сперматогенного епітелію сім'яних каналців [8, 9].

Антиспермальні антитіла (АСА) – поліклональні імуноглобуліни G, A і M, які під час взаємодії із сперматозоїдами здатні їх іммобілізувати, аглютинувати, блокувати процес пенетрації в яйцеклітину, унеможлиблюючи процес запліднення, або блокувати процес імплантації ембріону [10], тобто мають цитотоксичну, іммобілізуючу та аглютинуючу здатність. Наприклад: якщо антитіла «осідають» на хвості, то спермії не можуть нормально рухатися і не досягають своєї мети – яйцеклітини; якщо ж їх локалізація на голівці, то жіночі клітини відразу розпізнають антитіла і починають їх знищувати разом із сперматозоїдами; блокують рецептори на голівці сперматозоїда, відповідальної за контакт із *zona pellucida*; пригнічують ріст та розвиток зародку [11]. Утворюються антитіла в крові, яечках, сім'явиносних протоках та їхніх придатках [12].

Отже, порушення гематотестикулярного бар'єру призводить також до порушень сперматогенезу (оліго-, терато- і азооспермії) [13].

Лабораторна діагностика імунної неплідності сьогодні включає дослідження крові та сім'яної рідини на антиспермальні антитіла – імуноглобуліни G та A, оскільки проведення стандартної спермограми не дозволяє виявити таку патологію [14]. Основними показниками для підозри на аутоімунне запліднення є відхилення від норми спермограми, а саме аглютинація, агрегація, знижена рухливість, також перенесені травми ячок або біопсія, вазектомія, інфекції, що передаються статевим шляхом.

Цікаво, що в Україні останнім часом інфекції, що передаються статевим шляхом (ПСПШ), значно поширюються, як і прямо пропорційне зростання безплідності пар [15].

Проводять визначення антитіл класу G до найбільш розповсюджених ПСПШ, оскільки ці антитіла складають основний клас імуноглобулінів (до 75%), та захищають організм від бактерій, вірусів і токсинів. Виявлення високих титрів IgG до певного збудника вказує на те, що організм перебуває на стадії реконвалесценції або певне захворювання перенесене давно [16].

Мета роботи – вивчення морфо-функціональних та імунних особливостей показників у спермі та сироватці крові при безплідді.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для обстеження було вибрано 117 чоловіків, які здавали еякулят та венозну кров з січня по вересень 2016 року. У них було зібрано анамнез для встановлення ймовірної причини ушкодження гемато-тестикулярного бар'єру, а саме перенесення інфекцій, що передаються статевим шляхом.

Усіх обстежених чоловіків поділили на дві групи: 1 група – 55 чоловіків ( $29,5 \pm 1,89$ ), у яких не було встановлено діагноз безпліддя; 2 група – 62 чоловіка ( $31,4 \pm 2,3$ ), не здатні до зачаття понад 1 рік.

Чоловіки здавали сім'яну рідину згідно з правилами збору біоматеріалу [17] та особисто доставляли на аналіз безпосередньо в лабораторію. Забір венозної крові проводився згідно з інструкцією взяття біоматеріалу.

Аналіз спермограми проводився макро- і мікроскопічно та за допомогою автоматичного аналізатора фертильності сперми АФС-500 (виробництво Біола, Росія).

Макроскопічне дослідження включало оцінку розрідження та визначення рН. Мікроскопічне дослідження еякуляту проводився згідно із рекомендаціями ВООЗ у 2 етапи [18]. На першому етапі оцінюється концентрація, рухливість, агрегація і аглютинація сперматозоїдів, а також наявність інших клітинних елементів. Дослідження проводиться на нефарбованих нативних мазках з використанням світлової або фазово-контрастної мікроскопії. На другому етапі проводиться морфологічна класифікація сперматозоїдів, при необхідності оцінюються пофарбовані препарати на життєздатність сперматозоїдів (фарбування за Блюмом). Під час дослідження вимірювали такі показники: загальна концентрація сперматозоїдів (млн/мл); загальна кількість сперматозоїдів в еякуляті (млн); нормальна морфологія сперматозоїдів.

Для визначення антиспермальних антитіл (АСА) та антитіл до уrogenітальних інфекцій було використано твердофазний імуноферментний метод за допомогою тест-систем. Усі дослідження проводилися згідно з інструкціями виробника до тест-систем [19].

Визначення АСА у сім'яній плазмі здійснювалося так: попередньо було підготовлено еякулят – після доставки у лабораторію поміщено в термостат для розрідження на 1 годину при  $+37^{\circ}\text{C}$ . Потім сім'яну рідину перенесли із первинного нетоксичного контейнера для біоматеріалу в пробірку для центрифугування. Центрифугували протягом 10 хвилин при 300 g. Далі супернатант було відібрано в одноразову пластикову пробірку для проведення подальшого аналізу.

Дослідження АСА та антитіл до уrogenітальних інфекцій у сироватці крові проводили забір венозної крові в одноразову вакуумну пробірку із коагулянтом [19]. Після утворення видимого згустку пробірку центрифугували при 300 g протягом 10 хвилин. Сироватку відбирали в одноразову пластикову пробірку для подальшого аналізу.

Для дослідження на наявність антитіл у сироватці крові було вибрано чотири поширені збудники ППСШ: уреapлазма (*Ureaplasma urealiticum*), мікоплазма (*Mycoplasma hominis*), хламідія (*Chlamydia trachomatis*), трихомонада (*Trichomonada vaginalis*). Було використано тест-системи: «Anti-sperm antibody in seminal plasma» та «Anti-sperm antibody in serum» виробництва «DRG», Німеччина, та чотирьох тест-систем для визначення наявності антитіл IgG до *U. urealiticum*, *M. hominis*, *C. trachomatis* і *T. vaginalis* виробництва «Вектор-Бест», Росія. Усі вимірювання проведено за допомогою автоматичного імуноферментного аналізатора «Lazurite», виробництва «Dynex Technologies» США.

Визначення АСА є кількісною методикою, при обстеженні всіх пацієнтів одночасно аналізувалися контрольний та калібрувальні стандарти. Отримані результати автоматично перераховувалися на концентрацію, якість дослідження оцінювалася за даними

контрольного зразка. Згідно з інструкцією виробника реактиву норма концентрації АСА для здорових чоловіків до 60,00 Од/мл. Чутливість методу становить від 1,00 до 250,00 Од/мл, коефіцієнт варіації складає менше 7,21%. Отримані дані статистично оброблені [18, 20].

Визначення антитіл до ПСШ є якісною методикою, наявність або відсутність оцінювалася за допомогою порівняння оптичної густини результату пацієнта до точки відсікання, яка вираховується за допомогою формули (для кожного методу різна), що залежить від значення оптичної густини негативного контролю. Якість дослідження оцінювалася за даними позитивного і негативного контрольних зразків. У нормі антитіла повинні бути відсутні.

Отримані дані статистично оброблені за допомогою комп'ютерної програми «STATISTICA 6.0».

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведеного обстеження виявлено, що в чоловіків 1 групи значних відхилень параметрів еякуляту від норм не відмічено, проте в чоловіків 2 групи явно виражені такі відхилення: аглютинація, низька рухливість, низька життєздатність сперматозоїдів. Виявлено, що в 2 групі об'єм еякуляту менший майже в 1,5 разу ( $p < 0,05$ ), відмічається збільшення в'язкості у 2 рази ( $p < 0,05$ ), яке призводить до зниження фертильності сперми. Також відмічене підвищення рН сперми на 0,2 одиниць (відносно норми 7,2-8,0), що прямо свідчить про порушення функції простати (зміни виділення її секрету) та збільшення часу розрідження також вказує на запальні процеси статевої системи (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники спермограми в чоловіків із безпліддям

| Параметр<br>Група    | 1 група<br>(n=55) | 2 група<br>(n=62) |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Об'єм, мл            | 3,33 ± 0,71       | 1,5 ± 0,49*       |
| В'язкість, см        | 0,85 ± 0,37       | 1,93 ± 0,38*      |
| рН, од               | 7,53 ± 0,20       | 8,21 ± 0,43*      |
| Час розрідження, хв: | 0%                | 57%               |

Примітка: \* – різниця достовірна щодо контролю з  $p < 0,05$ .

Також був проведений аналіз морфологічних досліджень еякуляту (кількість та нормальні морфологічні форми сперматозоїдів, наявність аглютинації, лейкоцитів, еритроцитів та сперміофагів) (табл. 2). У 1 групі всі морфологічні параметри були в нормі, а саме відсутність аглютинації, еритроцитів та сперміофагів. У 2 групі чоловіків відзначене загальне зменшення кількості сперматозоїдів майже в 7 ( $p < 0,05$ ) разів та зниження їх кількості з нормальною морфологією у 3 рази ( $p < 0,05$ ). Також наявна аглютинація сперматозоїдів, що різко знижувала їхню рухливість, а отже, і вірогідність зачаття. У нормі еритроцити, лейкоцити та сперміофаги повинні бути відсутні. Виявлені еритроцити та сперміофаги у 2 групі чоловіків є показниками запального процесу у чоловіків. Значна кількість лейкоцитів може свідчити про гострий запальний процес уrogenітального тракту внаслідок інфекцій, що передаються статевим шляхом (табл. 2).

Таблиця 2 – Морфологічні показники спермограми у чоловіків із безпліддям

| Параметр<br>Група                              | 1 група<br>(n=55) | 2 група<br>(n=62) |
|--|-------------------|-------------------|
| Кількість сперматозоїдів, млн                  | 333,32±18,57      | 50,6±19,4*        |
| Нормальні морфологічні форми сперматозоїдів, % | 36,47±2,45        | 12,68±7,94*       |
| Аглютинація, наявність%                        | 0                 | 14                |
| Лейкоцити, в п/з                               | 2,11±1,14         | 8,11±1,96*        |
| Еритроцити, %                                  | 0                 | 8                 |

Примітка: \* – різниця достовірна щодо контролю з  $p < 0,05$ .

Отже, у всіх безплідних чоловіків 2 групи спостерігались такі основні зміни еякуляту, як наявність аглютинації, збільшення лейкоцитів та наявність дегенеративних сперматозоїдів з патологією голови та хвоста.

Аглютинація сперматозоїдів має різну природу, велику частку такої патології спричиняє наявність антиспермальних антитіл у сім'яній плазмі та крові чоловіка, тому наступним кроком було визначено концентрацію АСА у двох групах. Як свідчать літературні джерела, у здорових чоловіків із нормальною фертильністю наявні АСА у сім'яній рідині і сироватці крові, та становить від 2-6% [20], тому рівень виявлених антитіл у чоловіків 1 групи не перевищує референтний інтервал. У 2 групі чоловіків АСА наявні тільки в 19,65% осіб (2.1 група) та перевищує в 6 разів у сім'яній плазмі та сироватці крові порівняно із 1 групою. У решти 33,33% (2.2 група) безплідних чоловіків, із 2 групи, концентрація АСА в нормі. Для виключення діагнозу – аутоімунного безпліддя таким чоловікам необхідне проведення додаткових досліджень (табл. 3).

Таблиця 3 – Концентрація антиспермальних антитіл у сім'яній плазмі та сироватці крові у чоловіків із безпліддям

| Параметр<br>Група   | 1 група<br>(n=55) | 2 група             |                     |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|
|   |                   | 2.1 група<br>(n=23) | 2.2 група<br>(n=39) |
| Концентрація антиспермальних антитіл у сім'яній плазмі, Од/мл | 21,04±3,69        | 123,65±5,34*        | 34,07±1,59*         |
| Концентрація антиспермальних антитіл у сироватці крові, Од/мл | 16,37±2,12        | 89,32±6,10**        | 27,56±1,78*         |

Примітка: \* – різниця достовірна щодо контролю з  $p < 0,05$ ; \*\* – різниця достовірна щодо контролю з  $p < 0,01$ .

За аналізом власних досліджень та спираючись на літературні джерела [21], у чоловіків із високою концентрацією АСА можна припустити причину бездітності – аутоімунне безпліддя. Отримані результати збігаються з літературними даними – у 20% чоловіків безплідність розвивається внаслідок порушення гемато-тестикулярного бар'єру.

Визначення рівня АСА – це вже встановлення факту порушення гемато-тестикулярного бар'єру, але що саме спровокувало утворення великої кількості, АСА відповіді не дає. Його можуть порушувати велика кількість внутрішніх і зовнішніх чинників, тому визначення першопричини безпліддя та її усунення дає шанс чоловіку стати батьком.



Як свідчать літературні дані, за останні роки в Україні у 84,5% чоловіків із непліддям у шлюбі причиною репродуктивних розладів були захворювання статевих органів – найбільш часто інфекційно-запальні ураження, зокрема хронічний простатит, збудниками яких є деякі мікроорганізми [22], як *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis*. Ці мікроорганізми спричиняють тяжкі інфекційні захворювання та мають складний перебіг та довготривале лікування. Наслідки таких інфекційних захворювань бувають різними. Імуноферментне визначення антитіл є непрямим методом виявлення збудника та дає змогу оцінити наявність імунітету до нього.

Наступним кроком стало дослідження сироватки крові на наявність антитіл до ПСШ: антитіл IgG до *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis* у 2.2 групі чоловіків (23 особи). На наявність антитіл до ПСШ було обстежено сироватку чоловіків 2.2 групи із високою концентрацією АСА.

Встановивши, що в 60,87% (14 осіб) чоловіків були наявні IgG до *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis*, можемо припустити причину появи АСА є перенесені уrogenітальні інфекції, які передаються статевим шляхом. У чоловіків із наявними антитілами до уrogenітальних інфекцій спектр був такий: хламідійна інфекція – у 26,08% чоловіків виявлені антитіла, у 17,39% до мікоплазми, 13,06% до уреapлазми та 4,34% до трихомонади.

Аналіз отриманих даних дає змогу припустити можливу причину порушення гематотестикулярного бар'єру, внаслідок чого відбувається утворення АСА – перенесені уrogenітальні захворювання, що призвели до аутоімунного безпліддя.

Причину такого інфікування ПСШ можна віднести до числа суто національних чинників, що сприяють поширеності цієї патології. Це різке падіння рівня життя великої частини населення за останні роки (світова криза 2008 року), масове безробіття, бідність, підвищення неконтрольованої мобільності населення (внаслідок політичних причин та проведення антитерористичної операції), міграцію як у межах країни, так і за кордон, нестійкість родин, збільшення кількості сиріт та дітей, позбавлених батьківської турботи, поширення зловживання алкоголем і наркотиками, ранні статеві контакти і незахищений секс, безвідповідальне ставлення до власного здоров'я і здоров'я партнера [22].

Отже, за результатами комплексного обстеження, враховуючи морфо-функціональні показники еякуляту, рівень АСА, наявність антитіл до уrogenітальних інфекцій, можна стверджувати що в 11,96% із всіх обстежених чоловіків виявлені значні відхилення від норми за всіма параметрами, через що вони стають бездітними внаслідок перенесених уrogenітальних інфекцій.

На основі отриманих результатів доцільно провести подальші вимірювання рівня андрогенів (статевих гормонів чоловіків) та ймовірний вплив, при порушенні їх синтезу, на репродуктивну функцію в організмі чоловіків.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами обстежень чоловіків репродуктивного віку встановлено морфо-функціональні особливості еякуляту в безплідних осіб та виявлено такі відхилення від норми: зменшення об'єму еякуляту в 1,5 разу ( $p < 0,05$ ) та кількості сперматозоїдів майже в 7 разів ( $p < 0,05$ ), збільшення в'язкості у 2 рази ( $p < 0,05$ ), підвищення рН на 0,2 одиниць рН, наявність аглютинації, еритроцитів, сперміофагів та великої кількості лейкоцитів.
2. Під час досліджень було відмічено, що в сім'яній плазмі та сироватці крові 19,65% безплідних чоловіків концентрація антиспермальних антитіл збільшена в 6 разів відносно чоловіків, у яких репродуктивна функція не порушена.

3. Из 117 обстежених чоловіків у 11,96% осіб ймовірною причиною безпліддя є утворення антиспермальних антитіл внаслідок порушення функції гематотестикулярного бар'єру. Проаналізувавши отримані дані, можливо припустити, що таке порушення викликане раніше перенесеними урогенітальними інфекціями, оскільки в цих осіб виявлені IgG до *U. urealiticum*, *M. hominis*, *Chl. trachomatis* та *T. vaginalis*.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. A unique view on male infertility around the globe/ [Agarwal A., Mulgund A., Namada A., Chyatte M. R. ] // *Reprod. Biol. Endocrinol.* – 2015. – Apr 26. – P. 13-37.
2. Юзько О. Проблемні питання діагностики та лікування безпліддя / О. Юзько // Актуальні питання материнства та дитинства в Україні: матеріали наук.-практ. конф. із міжнародною участю (Київ, 24-25 вересня 2015р.) / – 2015. – С. 65.
3. Поворознюк М. В. Причини порушень репродуктивного здоров'я у чоловіків із безпліддям у шлюбі / М.В. Поворознюк // *Здоров'я чоловіка*. – 2015. – № 2 (53). – С. 162-165.
4. Ворник Б. М. Психологические аспекты бесплодного брака / Б.М. Ворник // *Здоров'я чоловіка*. – 2012. – № 4. – С. 146-149.
5. Guidelines on Male Infertility [Ел. ресурс] / [A. Jungwirth, T. Diemer, G.R Dohle et al.]. – European Association of Urology, – 2015. – 42 p. – Режим доступу: [http://uroweb.org/wp-content/uploads/17-Male-Infertility\\_LR1.pdf](http://uroweb.org/wp-content/uploads/17-Male-Infertility_LR1.pdf)
6. Bohring C. Isolation and identification of sperm membrane antigens recognized by antisperm antibodies, and their possible role in immunological infertility disease / C. Bohring // *Molecular Human Reproduction*. – 2001. – Vol. 7, № 2. – P. 113-118.
7. Божедомов В. А Мужское иммунологическое бесплодие (этиология, патогенез, диагностика, лечение) : автореф. дис. на соискание науч. степени доктора мед. наук: спец. 14.00.36 «Аллергология и иммунология» / А. В. Божедомов. – М. : РМАПО, 2001. – 46 с.
8. Базалицька С. В. Особливості експресії протеїну claudin 11 та стан гематотестикулярного бар'єру при різних формах чоловічої неплідності / С. В. Базалицька // *Світ медицини та біології*. – 2015. – № 2 (49). – С. 79-82.
9. Lu J. C. Antisperm Immunity and Infertility / J.C. Lu, Y.F. Huang, N.Q. Lu // *Clin Immunol.* – 2008. – № 4 (1). – P. 113-126.
10. Antisperm antibodies in infertile men and their effect on semen parameters: a systematic review and meta-analysis / [D. Cui, G. Han, Y. Shang, C. et. all.] // *Clin Chim Acta.* – 2015. – № 15. – P. 444:29-36.
11. Isolation and identification of sperm membrane antigens recognized by antisperm antibodies, and their possible role in immunological infertility disease / [Bohring C., Krause E., Habermann B. et al.] // *Molecular Human Reproduction*. – 2001. – Vol. 7, № 2. – P. 113-118.
12. Naz R. K. Antisperm antibodies: origin, regulation, and sperm reactivity in human infertility / R. K. Naz, A. C. Menge // *Fertil Steril.* – 1994. – Vol. 61 (6). – P. 1001-1013.
13. Mruk D. D. The Mammalian Blood-Testis Barrier: Its Biology and Regulation / D. D. Mruk, C. Yan Cheng // *Endocr Rev.* – 2015. – Vol.36 (5). – P. 564-591.
14. Genetic male infertility and mutation of CATSPER ion channels / [Hildebrand M. S., Avenarius M. R., Fellous M. et al.] // *Eur J Hum Genet.* – 2010. – Vol. 18(11). – P. 1178-1184.

15. Сергеева Т. А. Епідемічна тенденція захворюваності на віл-інфекцію та інфекції, що передаються статевим шляхом, в сучасних умовах (на прикладі м. Київ) / Т. А. Сергеева, Н. С. Бугаєнко // Профілактична медицина. – 2013. – № 3-4 (21). – С. 20-28.
16. Humoral innate immune response and disease / [ Stephanie N. S., Sriram V., Kai Y., et all.] // Clin Immunol. – 2012. – Vol. 144 (2). – P. 142-158.
17. Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen 5th ed. [Ел. ресурс]. – Geneva : WHO. – 2010. – 223 p. – Режим доступу : [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789_eng.pdf)
18. Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved Standard - Sixth Edition [Ел. ресурс] / [Ernst D.J., Ballance L. O., Calam R. R., et al.]. – USA. – 2007. – 41 p. – Режим доступу : [http://shop.clsi.org/site/Sample\\_pdf/H3A6\\_sample.pdf](http://shop.clsi.org/site/Sample_pdf/H3A6_sample.pdf)
19. Value of serum antisperm antibodies in diagnosing obstructive azoospermia / [Lee R., Goldstein M., Ullery B. W. et al.] // J. Urol. – 2009, – Vol. 181 (1). – P. 264-279.
20. Kremer J. Treatment of infertility caused by antisperm antibodies / Kremer J., Jager S., Kuiken J. // Int J Fertil. – 1978. – Vol. 3 (4). – P. 270-276.
21. Линник С. О. Упровадження в Україні Глобальної стратегії профілактики інфекцій, що передаються статевим шляхом, та боротьби з ними / С. О. Линник // Статистика України. – 2013. – № 1. – С. 71-75.

#### REFERENCES

1. A unique view on male infertility around the globe/ [Agarwal A., Mulgund A., Hamada A., Chyatte M. R. ] // Reprod. Biol. Endocrinol. – 2015. – Apr 26. – R. 13-37.
2. Juz'ko O. Problemni pitannja diagnostiki ta likuvannja bezpliddja / O. Juz'ko // Aktual'ni pitannja materinstva ta ditinstva v Ukraini: materialy nauk.-prakt. konf. iz mizhnarodnoju uchastju (Kiiv, 24-25 veresnja 2015r.) / – 2015. – S. 65.
3. Povoroznjuk M.V. Prichini porushen' reproduktivnogo zdorov'ja u cholovikiv iz bezpliddjam u shljubi / M.V. Povoroznjuk // Zdorov'e muzhchiny. – 2015. – № 2 (53). – S. 162-165.
4. Vornik B.M. Psihologicheskie aspekty besplodnogo braka / B.M. Vornik // Zdorov'e muzhchiny. – 2012. – № 4. – S. 146-149.
5. Guidelines on Male Infertility [El. resurs] / [A. Jungwirth, T. Diemer, G. R Dohle, A. Giwercman, et. all.]. - European Association of Urology, – 2015. – 42 r. – Rezhim dostupu : [http://uroweb.org/wp-content/uploads/17-Male-Infertility\\_LR1.pdf](http://uroweb.org/wp-content/uploads/17-Male-Infertility_LR1.pdf)
6. Bohring C. Isolation and identification of sperm membrane antigens recognized by antisperm antibodies, and their possible role in immunological infertility disease / S. Bohring // Molecular Human Reproduction. – 2001. – Vol.7, № 2. – R. 113-118.
7. Bozhedomov V. A Muzhskoe immunologicheskoe besplodie (jetiologija, patogenez, diagnostika, lechenie) : avtoref. dis. na soiskanie nauch. stepeni doktora med. nauk: spec. 14.00.36 «Allergologija i immunologija» / A. V. Bozhedomov. – M. : RMAPO, 2001. – 46 s.
8. Bazalic'ka S.V. Osoblivosti ekspresii proteinu claudin 11 ta stan gemato-testikuljarnogo bar'eru pri riznih formah cholovichoї neplidnosti / S.V. Bazalic'ka // Svit medicini ta biologii. – 2015. – № 2 (49). – S. 79-82.
9. Lu J. C. Antisperm Immunity and Infertility / J. C. Lu, Y. F. Huang, N. Q. Lu // Clin Immunol. – 2008. – № 4 (1). – R. 113-126.
10. Antisperm antibodies in infertile men and their effect on semen parameters: a systematic review and meta-analysis / [D. Cui, G. Han, Y. Shang, C. et. all.] // Clin Chim Acta. – 2015. – № 15. – R. 444:29-36.
11. Isolation and identification of sperm membrane antigens recognized by antisperm antibodies, and their possible role in immunological infertility disease / [Bohring S., Krause E., Habermann V. et all.] // Molecular Human Reproduction. – 2001. – Vol. 7, № 2. – R. 113-118.
12. Naz R. K. Antisperm antibodies: origin, regulation, and sperm reactivity in human infertility / R.K. Naz, A. C. Menge // Fertil Steril. – 1994. – Vol.61 (6). – R. 1001-1013.
13. Mruk D. D. The Mammalian Blood-Testis Barrier: Its Biology and Regulation / D. D. Mruk, C. Yan Cheng // Endocr Rev. – 2015. – Vol. 36 (5). – P. 564-591.

14. Genetic male infertility and mutation of CATSPER ion channels / [Hildebrand M. S., Avenarius M. R., Fellous M. et al.] // Eur J Hum Genet. – 2010. – Vol.18 (11). – R. 1178-1184.
15. Sergeeva T.A. Epidemichna tendencija zahvorjuvanosti na vil-infekciju ta infekcii, shho peredajut'sja statevim shljahom, v suchasni umovah (na prikladi m. Kiiv) / T.A. Sergeeva, N.S. Bugaenko // Profilaktichna medicina. – 2013. – № 3-4 (21). – S. 20-28.
16. Humoral innate immune response and disease / [Stephanie N.S., Sriram V., Kai Y., et all.] // Clin Immunol. – 2012. – Vol. 144 (2). – R. 142-158.
17. Laboratory Manual for the Examination and Processing of Human Semen 5th ed. [El. resurs]. – Geneva : WHO. – 2010. – 223 r. – Rezhim dostupu : [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44261/1/9789241547789_eng.pdf)
18. Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved Standard - Sixth Edition [El. resurs] / [Ernst D.J., Ballance L.O., Calam R.R., et al.]. – USA, – 2007. – 41 r. – Rezhim dostupu : [http://shop.clsi.org/site/Sample\\_pdf/H3A6\\_sample.pdf](http://shop.clsi.org/site/Sample_pdf/H3A6_sample.pdf)
19. Value of serum antisperm antibodies in diagnosing obstructive azoospermia / [Lee R., Goldstein M., Ullery B.W., et al.] // J. Urol. – 2009, – Vol. 181 (1). – R. 264-279.
20. Kremer J. Treatment of infertility caused by antisperm antibodies / Kremer J., Jager S., Kuiken J. // Int J Fertil. – 1978. – Vol. 3 (4). – R. 270-276.
21. Linnik S.O. Uprovadzhenja v Ukraini Global'noi strategii profilaktiki infekcij, shho peredajut'sja statevim shljahom, ta borot'bi z nimi / S.O.Linnik // Statistika Ukraini. – 2013. – № 1. – S. 71-75.

УДК 612.13:612. D17–057.875

## ОСОБЛИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ В СТУДЕНТОК ЗАЛЕЖНО ВІД ХРОНОБІОЛОГІЧНИХ ТИПІВ

Гутнікова П.О., Задорожня В.Ю.

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

druzam\_z@mail.ru

Проведений аналіз особливостей рівня функціонування системи кровообігу та адаптаційних резервів організму в студенток I та IV курсів біологічного факультету залежно від їхніх хронобіологічних типів виявив певні відмінності між дівчатами різних хронотипів та курсів. За результатами оцінки величини індексу функціональних змін в осіб I та IV курсів, не залежно від їх хронобіологічних типів, рівень адаптації можна вважати задовільним. Незважаючи на це, упродовж навчання функціональні резерви студенток незалежно від хронотипу дещо знижуються, про що свідчать відхилення від умовної норми показників подвійного добутку, коефіцієнта економізації кровообігу та коефіцієнта витривалості.

*Ключові слова: система кровообігу, адаптація, студентки, індекс функціональних змін, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень, подвійний добуток, коефіцієнт економізації кровообігу, коефіцієнт витривалості.*

Гутникова П.А., Задорожня В.Ю. ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Проведенный анализ особенностей уровня функционирования системы кровообращения и адаптационных резервов организма у студенток I и IV курсов биологического факультета в зависимости от их хронобиологических типов обнаружил некоторые различия между девушками разных хронотипов на разных курсах. По результатам оценки величины индекса функциональных изменений у лиц I и IV курсов независимо от их хронобиологических типов уровень адаптации можно считать удовлетворительным. Несмотря на это, на протяжении обучения функциональные резервы студенток независимо от хронотипа несколько снижаются, о чем свидетельствуют отклонения от условной нормы показателей двойного произведения, коэффициента экономизации кровообращения и коэффициента выносливости.

*Ключевые слова: система кровообращения, адаптация, студентки, индекс функциональных изменений, артериальное давление, частота сердечных сокращений, двойное произведение, коэффициент экономизации кровообращения, коэффициент выносливости.*

Gutnikova P.A., Zadorozhnja V.Ju. CARDIOVASCULAR SYSTEM INDICES FEATURES ON STUDENTS DEPENDING ON THEIR CHRONOBIOLOGICAL TYPES / Zaporizhzhya national university; 69600, Ukraine, Zaporozhye, Zhukovsky str., 66

Blood circulation system functioning level and adaptation reserves features analysis on biological faculty I and IV courses students organism was carried out depending on their chronobiological types.

60 students took part in examination (30 I course female students with the middle age  $17,3 \pm 0,16$  and 30 IV course female students with the middle age  $20,5 \pm 0,74$  years).

In the research beginning chronobiological type of students performance was defined. Then all persons have been in addition divided into subgroups depending on their chronotype. The biorhythmological performance types analysis was spent by means of questioning with use of Ostberg's test questionnaire.

In the further research anthropometric measures (growth, body weight, Kettle's index (IK, c.u.)) and hemodynamics indices (systolic arterial pressure (APs, mmHg), diastolic arterial pressure (APd, mmHg), pulse pressure (APp, mmHg), heart rate (HR, BPM) were defined depending on students performance chronobiological types by standard techniques. Calculated by standard techniques parameters (average dynamic arterial pressure (ADAP, mmHg), rate pressure product (W, mmHg  $\times$  BPM), systolic volume (SV, ml), minute blood volume (MBV, ml), blood circulation economization index (BCEI), endurance coefficient (EC, c.u.)) were used for the cardiovascular system physiological functions integrated characteristic.

A.P. Berseneva's functional changes index (FCI, c.u.), which reflects functional interrelations difficult structure, which characterize cardiovascular system functioning level, was used for the blood circulation system functioning level estimation and its adaptation potential definition.

By results of the spent I and IV courses students anonymous questioning, on the each course persons with three chronobiological performance types have been revealed. Among the girls of both courses the indifferent type was prevailing, but at I course students this type was met on 6% more than among IV course students. Evening chronobiological type at IV course girls was defined on 27% more often, than at I course students. Girls with morning chronotype on I course was more on 21% than on IV course.

It is established, that at I course students with evening chronobiological type persons with body weight deficiency prevail. At I course girls with evening chronotype body weight deficiency was met more often on 41% than at persons with morning chronotype, and on 57% than at persons with indifferent type. The greatest percent of girls with normal weight was defined in a subgroup with indifferent chronobiological type, that on 31% more than persons with morning chronotype and on 64% more than girls with evening chronotype. Weight surplus was defined at I course girls with evening and morning chronobiological type.

Among the IV course students with evening and indifferent chronobiological types persons with normal weight (71% and 76% accordingly) were prevailing, and in a subgroup of girls with morning type normal weight was observed at all (100%) surveyed. Persons with overweight were among the IV course students with indifferent chronobiological type unlike I course girls with the same chronotype, among which persons with overweight were not revealed.

Significant differences between separate indices have been established at I and IV courses girls haemodynamic indices comparison depending on their chronobiological types. Among the IV course girls with evening chronotype APp indices were significantly up by 30,42% ( $p < 0,001$ ) in comparison with I course students. Hemodynamics indices significant differences at girls with morning chronotype were defined on HR and MBV indices. So, decrease in these indices at IV course girls on 17,68% ( $p < 0,001$ ) and 23,57% accordingly in comparison with I course students was observed.

By results of FCI value estimation at both courses students irrespective of their chronobiological types it is possible to consider satisfactory adaptation level. Despite it during training students functional reserves show little decrease irrespective of chronotype, to what deviations from conditional norm of W, BCEI and EC indices testify.

*Key words: blood circulation system, adaptation, students, functional changes index, arterial pressure, heart rate, rate pressure product, blood circulation economization index, endurance coefficient.*

## ВСТУП

Здоров'я нації безпосередньо залежить від здоров'я сучасної молоді і є самоцінністю держави та пріоритетним напрям державної політики. Молодість як біологічно універсальна певна фаза життєвого циклу має відповідні вікові межі. Найбільш однорідною і за віком, і за соціальними характеристиками часткою молоді є студенти, основним видом діяльності яких є навчання та підготовка до майбутнього трудового

життя [1]. Здоров'я молоді є одним із основних показників соціального і медичного благополуччя суспільства.

Навчально-трудова діяльність у вищому навчальному закладі пов'язана з переходом організму студентів на новий рівень функціонального стану, що забезпечує можливість здійснення цієї діяльності. Високе розумове й психоемоційне навантаження, вимушене порушення режиму праці, відпочинку, харчування й решта чинників вимагають від студентів мобілізації сил для адаптації до нових умов проживання, навчання, формування міжособистісних відносин і подолання складних життєвих ситуацій [2].

Потенційним підходом до аналізу адаптаційних можливостей організму є вивчення його функціонального стану, який відображає відносну тривалість процесів, що протікають в організмі, – тонічну складову активності. Базовий рівень функціонального стану залежить від індивідуальних особливостей організму [3].

У питаннях здоров'я врахування індивідуальних особливостей людини є найважливішим чинником. Однією з таких особливостей людини є її хронотип, під яким розуміється характер добової динаміки функціональної активності різних органів і систем організму, який є частиною процесу адаптації. Перебіг цього процесу багато в чому визначає стан здоров'я та рівень працездатності людини [4].

Люди різних хронотипів по-різному реагують на зовнішні впливи. Ритмічна організація фізіологічних функцій впливає на стан здоров'я, працездатність і резистентність організму до різних впливів. Кожному біоритмологічному типу властиві специфічні особливості життєдіяльності, що зумовлюють належну стійкість організму людини до одних факторів і підвищену чутливість – до інших. Відповідно, ігнорування своєї приналежності до того чи іншого біоритмологічного типу при організації індивідуального способу життя, зокрема режиму дня, може призвести до надмірно високого навантаження на організм тоді, коли останній перебуває в стані низької працездатності. При систематичному повторенні подібної ситуації це може призвести до розвитку перевтоми, а потім – і до формування патології [5].

Запорукою гарного здоров'я людини є високі функціональні резерви, перш за все, основних життєзабезпечувальних систем організму. Напруга адаптаційних механізмів знаходить відображення в зміні об'єктивних показників функціонування організму. Одним з індикаторів функціонального стану організму є серцево-судинна система з її багаторівневою системою регуляції [6].

Застосування хронобіологічного підходу до оцінки стану соматичного здоров'я студентів дає змогу виявити «слабкі ланки» в системі адаптаційних реакцій організму до нових соціальних умов існування та пояснити причини зміни природних циркадних ритмів людини [7].

Мета дослідження – визначення особливостей показників серцево-судинної системи в студенток залежно від їхнього хронобіологічного типу.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Дослідження проводилося на базі лабораторії кафедри фізіології, імунології й біохімії з курсом цивільного захисту та медицини біологічного факультету Запорізького національного університету. У обстеженні брали участь 60 студенток (30 студенток I курсу, середній вік яких складав  $17,3 \pm 0,16$ , та 30 студенток IV курсу –  $20,5 \pm 0,74$  років) біологічного факультету. Критерієм для виключення з дослідження було наявність діагностованих патологій (хронічні захворювання) та гострих запальних захворювань. Обстеження проводили на початку другого навчального семестру (2015-2016 н.р.) у ранкову пору доби, близько 11-ї години.

На початку дослідження визначали хронобіологічний тип працездатності студенток, після чого всі особи були додатково розподілені на підгрупи залежно від їх хронотипу. Аналіз

біоритмологічних типів працездатності проводився за допомогою анкетування з використанням тест-опитувальника Остберга [8, 9].

Далі в дослідженні визначали антропометричні показники (зріст, вага тіла, індекс Кетле (ІК, ум.од)) та показники гемодинаміки (систоличний тиск (АТс, мм.рт.ст); діастолічний тиск (АТд, мм.рт.ст); пульсовий тиск (АТп, мм.рт.ст); частоту пульсу (ЧСС, уд/хв)) залежно від хронобіологічних типів працездатності студенток, за стандартними методиками. Для інтегральної характеристики фізіологічних функцій серцево-судинної системи використовувалися розрахункові параметри: середньо-динамічний тиск (СДТ, мм рт. ст.), подвійний добуток ( $W$ , мм рт.ст.  $\times$  уд/хв.), ударний об'єм (УО, мл), хвилинний об'єм крові (ХОК, мл/хв), коефіцієнт економізації кровообігу (КЕК), коефіцієнт витривалості (КВ, ум.од) за стандартними методиками.

Для оцінки рівня функціонування системи кровообігу та визначення її адаптаційного потенціалу був використаний індекс функціональних змін (ІФЗ, ум.од) А.П. Берсеневої, який відбиває складну структуру функціональних взаємозв'язків, що характеризують рівень функціонування серцево-судинної системи [10].

Статистичну обробку даних проводили з використанням стандартного пакета статистичних програм STATISTICA (StatSoft, США) версії 7.0. Статистичну значимість відмінностей визначали за двовибірковим t-критерієм Стьюдента для незалежних вибірок, пороговий рівень статистичної значущості приймався при значенні критерію  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами проведеного анонімного анкетування студенток I та IV курсів були виявлені особи з трьома хронобіологічними типами працездатності на кожному курсі, але співвідношення цих хронотипів мало певні відмінності (рис. 1).

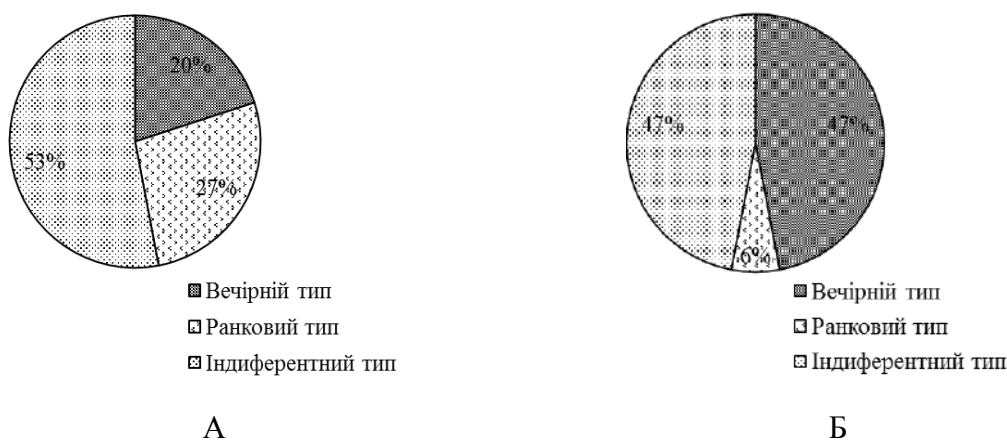


Рис. 1. Співвідношення хронобіологічних типів серед студенток I (А) та IV (Б) курсів

Серед дівчат обох курсів переважав індиферентний тип, але в студенток I курсу цей тип зустрічаються на 6% більше ніж серед студенток IV курсу. Вечірній хронобіологічний тип у дівчат IV курсу визначався на 27% частіше ніж у студенток I курсу. Дівчат із ранковим хронотипом на I курсі було більше на 21% ніж на IV курсі.

Відомо, що в осіб із ранковим хронобіологічним типом («жайворонків») пік працездатності припадає на 10-12-ту годину, а спад – на 18-19-ту годину, а в осіб із вечірнім хронотипом («сов»), навпаки: пік – о 18 годині і пізніше, а спад – о 7-10-й годині. Особи з індиферентним хронотипом (аритміки – «голуби») пристосовуються і до ранкового, і вечірнього режиму праці [4].

Отримані дані антропометричних показників та їх статистичний аналіз у дівчат I та IV курсів залежно від хронобіологічних типів не виявив достовірних відмінностей за показниками росту, вагою та ІК (табл. 1).

Таблиця 1 – Антропометричні дані студентів I та IV курсів залежно від хронобіологічного типу

| Показники | I курс<br>(n = 30) |              |                   | IV курс<br>(n = 30) |              |                   |
|-----------|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------|-------------------|
|           | Вечірній тип       | Ранковий тип | Індиферентний тип | Вечірній тип        | Ранковий тип | Індиферентний тип |
| Зріст, см | 165,6±2,87         | 164,8±2,23   | 164,5±1,89        | 171,1±1,20          | 171,5 ±1,5   | 167,7±1,12        |
| Вага, кг  | 51,4 ± 5,90        | 55,7 ± 3,79  | 53,7 ±1,29        | 60,2 ± 2,17         | 59,0 ± 1,0   | 58,2 ± 2,09       |
| ІК, ум.од | 19,2 ± 1,45        | 20,4 ± 1,27  | 19,8 ± 0,39       | 20,4 ± 0,73         | 20,0 ± 0,69  | 20,8 ± 0,71       |

Величини індексу маси тіла (ІК) добре відбивають запаси жиру в організмі, і можуть вчасно сигналізувати про його надлишок, та ризик розвитку ожиріння, що може спричинити розвиток низки захворювань. Але усереднені показники індексу Кетле дівчат обох курсів з урахуванням їхніх хронотипів показали нормальну вагу тіла. Отже, отримані середні значення даних антропометричних показників не змогли повною мірою відбити наявність відмінностей морфологічного статусу дівчат обох курсів залежно від їхнього хронобіологічного типу. Тому нами був проведений аналіз індивідуальних показників, тобто аналізовано відсоткове співвідношення індивідуальних значень ІК у студенток I та IV курсів залежно від їхнього хронобіологічного типу (рис. 2). Так, було встановлено, що в студенток I курсу з вечірнім хронобіологічним типом переважають особи з дефіцитом маси тіла (рис. 2 А).

Необхідно враховувати, що значний дефіцит маси тіла – це основна передумова розвитку дистрофії. Як правило, головною причиною активного розвитку дистрофії є постійне недоїдання (аліментарна дистрофія), що, можливо, є провідною причиною низької ваги в дівчат цього віку. Нераціональне харчування може мати і змушений характер, і навмисний. Стрімке бажання «тримати форму на відповідному рівні» найчастіше призводить до зовсім невиправданої відмови від приймання їжі в необхідних корисних для організму обсягах. Наслідком цього стану є порушення в процесах метаболізму, що потім відбивається в стрімкому зниженні працездатності та інших розладах здоров'я.

У дівчат із вечірнім хронотипом I курсу дефіцит маси тіла зустрічався частіше на 41% ніж в осіб із ранковим хронотипом, та на 57% – ніж в осіб з індиферентним типом. Отже, інформаційний ряд залежності дефіциту маси тіла від хронобіологічного типу в студенток I курсу мав такий вигляд:

вечірній тип > ранковий тип > індиферентний тип.

Найбільший відсоток дівчат із нормальною вагою визначено в підгрупі з індиферентним хронобіологічним типом, що на 31% більше ніж осіб із ранковим хронотипом та на 64% більше ніж дівчат із вечірнім хронотипом. Отже, інформаційний ряд залежності нормальної ваги від хронобіологічного типу в студенток I курсу був таким:

індиферентний тип > ранковий тип > вечірній тип.



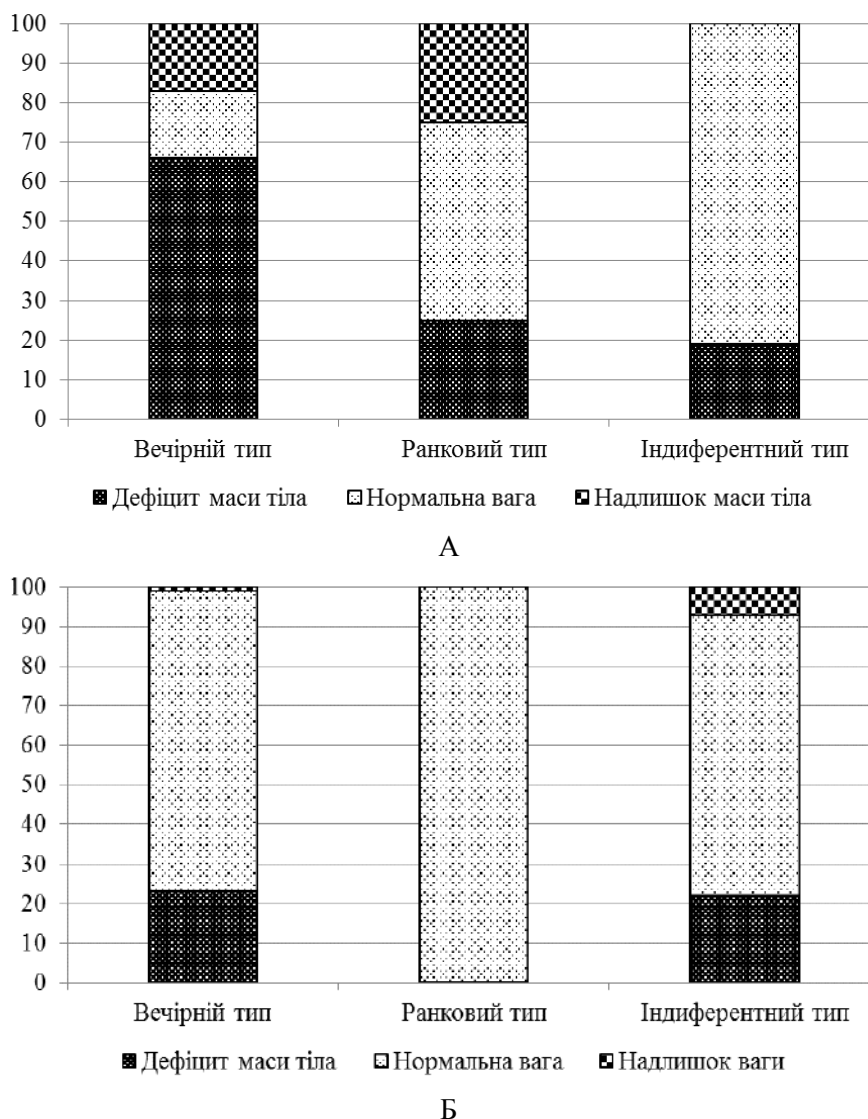


Рис. 2. Відсоткове співвідношення індексу маси тіла студенток I курсу (А) та IV курсу (Б) залежно від їхнього хронобіологічного типу.

Надлишок ваги визначено у дівчат I курсу із вечірнім та ранковим хронобіологічним типом. Причому студенток із надлишком ваги на 8% було більше у підгрупі із ранковим типом ніж у підгрупі з вечірнім хронотипом. У підгрупі осіб з індиферентним типом осіб із надлишком ваги не виявлено.

Індивідуальний аналіз розрахункового показника росто-вагового індексу Кетле показав, що серед студенток IV курсу з вечірнім та індиферентними хронобіологічними типами (рис. 2 Б) переважають особи з нормальною вагою (71% та 76% відповідно), а в підгрупі дівчат із ранковим типом нормальна вага спостерігалася у всіх (100%) обстежених.

Так, інформаційний ряд залежності нормальної ваги від хронобіологічного типу в студенток IV курсу був таким:

ранковий тип > вечірній тип > індиферентний тип.

Дівчата IV курсу з надлишком ваги мали індиферентний тип, їх кількість на 6% була більше ніж у підгрупі з вечірнім типом. Кількість осіб із дефіцитом маси тіла була приблизно однаковою в підгрупах із вечірнім та індиферентними типами.

При порівнянні розрахункових даних ІК дівчат I та IV курсів із вечірнім хронобіологічним типом можна відмітити, що студенток IV курсу із дефіцитом маси тіла та надлишком ваги було менше на 43% та 6% відповідно ніж на I курсі.

Серед студенток з індіферентним хронобіологічним типом на IV курсі визначено осіб із надлишковою вагою на відміну від дівчат із таким сакмим хронотипом на I курсі, у яких надлишкова вага не виявлена. Кількість студенток IV курсу, що мали індіферентний тип та дефіцит маси тіла, незначно переважала (на 3%) порівняно з I курсом.

Результати оцінки функціональних можливостей серцево-судинної системи організму студенток I та IV курсів залежно від хронобіологічного типу наведено в таблиці 2. Середні показники ЧСС у студенток I курсу із вечірнім та індіферентними хронобіологічними типами коливалися в межах норми. У дівчат із ранковим хронобіологічним типом ЧСС на 10,13% було вищим за верхню межу норми, та на 19,36% ( $p < 0,001$ ) вірогідно вище ніж у дівчат з індіферентним хронобіологічним типом, й на 12,38% перевищує показники серцевих скорочень дівчат із вечірнім типом.

Середні величини  $AT_C$ ,  $AT_D$ ,  $AT_P$  та СДТ студенток I курсу із різним хронобіологічним типом перебували в межах норми та статистично значимих відмінностей між ними не виявлено.

Таблиця 2 – Показники гемодинаміки студенток I та IV курсів залежно від їхнього хронобіологічного типу

| Показники          | Курс | Вечірній тип                      | Ранковий тип                       | Індіферентний тип          |
|--------------------|------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| ЧСС, уд.хв.        | I    | 73,5 ± 5,53                       | 82,6 ± 2,77                        | 69,2 ± 2,20***             |
|                    | IV   | 72,0 ± 2,70                       | <b>68,0 ± 2,0<sup>†††</sup></b>    | 72,5 ± 3,07                |
| $AT_C$ , мм.рт.ст. | I    | 99,5 ± 4,24                       | 109,6 ± 3,20                       | 107,12 ± 2,39              |
|                    | IV   | 107,5 ± 2,20                      | 115,0 ± 5,0                        | 116,3 ± 2,61 <sup>##</sup> |
| $AT_D$ , мм.рт.ст. | I    | 68,6 ± 1,02                       | 68,8 ± 2,55                        | 65,5 ± 1,11                |
|                    | IV   | 67,1 ± 1,29                       | 70,5 ± 0,5 <sup>§</sup>            | 68,2 ± 1,74                |
| $AT_P$ , мм.рт.ст. | I    | 30,83 ± 4,70                      | 40,72 ± 2,42                       | 41,87 ± 3,02               |
|                    | IV   | <b>40,21 ± 1,50<sup>†††</sup></b> | 44,5 ± 5,5                         | 48,0 ± 2,23 <sup>##</sup>  |
| СДТ, мм.рт.ст.     | I    | 78,9 ± 1,32                       | 82,4 ± 2,54                        | 79,1 ± 1,44                |
|                    | IV   | 80,5 ± 1,50                       | 84,6 ± 1,8                         | 85,3 ± 1,82 <sup>#</sup>   |
| УО, мл             | I    | 64,33 ± 2,74                      | 69,25 ± 2,08                       | 71,25 ± 0,90 <sup>#</sup>  |
|                    | IV   | 68,5 ± 0,93                       | 68,0 ± 3,0                         | 70,6 ± 1,55                |
| ХОК, мл            | I    | 4732,0 ± 349,05                   | 5740,0 ± 235,71                    | 4945,5 ± 174,92*           |
|                    | IV   | 4947,2 ± 185,06                   | <b>4645,2 ± 67,1<sup>†††</sup></b> | 5146,1 ± 213,17*           |

Примітки: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  при порівнянні показників осіб із індіферентним та ранковим типами працездатності;

# –  $p < 0,05$ ; ## –  $p < 0,01$  при порівнянні показників осіб із вечірнім та індіферентним типами працездатності;

§ –  $p < 0,05$ ; §§ –  $p < 0,01$  при порівнянні показників осіб із ранковим та вечірнім типами працездатності;

††† –  $p < 0,001$  при порівнянні показників дівчат I та IV курсів.

У дівчат I курсу показники УО відповідали віковим нормам, характерним для юнацького віку. Статистично вірогідних відмінностей між ними в осіб з індіферентним та ранковим хронобіологічними типами не виявлено, але статистично вірогідна відмінність визначена в осіб із вечірнім та індіферентним типами. Так, середні показники УО в дівчат із вечірнім типом на 10,76% ( $p < 0,05$ ) нижче ніж в осіб з індіферентним хронобіологічним типом.

Статистичний аналіз гемодинамічних показників ХОК у студенток I курсу виявив перевищення верхньої межі норми на 35,2% (в осіб із вечірнім типом), на 64% (у осіб із ранковим типом) та на 41,3% (у осіб із індіферентним типом). Причому, в осіб із індіферентним типом показники ХОК на 13,84% ( $p < 0,05$ ) нижчі ніж в осіб із ранковим типом. Взагалі приріст ХОК на тлі підвищення ЧСС в осіб із ранковим типом є менш економічним. У цьому випадку збільшення ЧСС можна вважати важливим адаптаційним механізмом збільшення ХОК у відповідь на підвищені навчальні навантаження в університеті та реакцією організму на інші негативні чинники.

Показники гемодинаміки в студенток IV курсу залежно від їхнього хронобіологічного типу відповідають віковій нормі (табл. 2), окрім АТп та ХОК, що перевищували норму на 37,5% та 27,1% відповідно. Це може свідчити на користь підвищення інтенсивності метаболічних реакцій в організмі.

Порівняльний аналіз показників серцево-судинної системи в студентів IV курсу з різними хронобіологічними типами виявив вірогідні відмінності за показниками АТс, АТд, СДТ АТп, та ХОК.

У студентів IV курсу з індіферентним хронобіологічним типом показники АТс та АТп були вищими на 7,57% ( $p < 0,01$ ) та на 16,23% відповідно, ніж у студентів із вечірнім хронобіологічним типом. Середні показники пульсового тиску в дівчат IV курсу із ранковим хронобіологічним типом на 8,3% нижчі ніж в осіб з індіферентним типом.

Встановлено – статистично вірогідних відмінностей між показниками АТд осіб з індіферентним та вечірнім хронобіологічними типами не виявлено, але визначено статистично достовірну відмінність в осіб із вечірнім та ранковим типами. Так, АТд у дівчат із вечірнім типом на 4,9% ( $p < 0,05$ ) нижчі ніж в осіб із ранковим хронобіологічним типом.

Отримані результати гемодинамічних показників СДТ у студенток IV курсу з різними хронобіологічними типами не перевищують верхньої межі норми, що свідчить про погодженість регуляції серцевого викиду та периферичного опору. Причому, в осіб із вечірнім типом показники СДТ на 5,73% ( $p < 0,05$ ) вірогідно нижчі ніж в осіб з індіферентним типом.

Встановлено, що в усіх осіб IV курсу з різними хронобіологічними типами ХОК перевищує верхню межу норми. Найбільша вірогідна різниця в показниках спостерігається у студенток із ранковим та індіферентним типами за показниками ХОК, які на 9,8% ( $p < 0,05$ ) вірогідно нижчі в студенток із ранковим хронобіологічним типом ніж з індіферентним.

При порівнянні гемодинамічних показників дівчат I та IV курсів залежно від їхніх хронобіологічних типів були встановлені вірогідні відмінності за окремими показниками (табл. 2). Серед дівчат із вечірнім хронотипом показники АТп вірогідно вищі на 30,42% ( $p < 0,001$ ) в осіб IV курсу порівняно зі студентками I курсу. Вірогідні відмінності гемодинамічних показників у дівчат із ранковим хронотипом визначені за показниками ЧСС та ХОК. Так, у дівчат IV курсу спостерігалось зниження цих показників на 17,68% ( $p < 0,001$ ) та 23,57% відповідно порівняно зі студентками I курсу. У студенток I та IV курсів з індіферентним хронотипом вірогідних відмінностей за гемодинамічними показниками виявлено не було.

Аналіз показників подвійного добутку (W) найбільш повно характеризує стан резервів і енергопотенціал серцево-судинної системи. Відомо, що чим нижче значення W, тим вищі аеробні можливості міокарда, отже, рівень соматичного здоров'я індивіда при W вище 90 ум.од. і ЧСС більш 80 ударів на хвилину, ступінь адаптації вважають низьким, а при W і ЧСС нижче 70 ударів на хвилину – високим. При порівнянні отриманих даних за показником W встановлено вірогідні відмінності в дівчат із різними хронобіологічними типами. Отже, середні показники подвійного добутку в осіб I курсу з індіферентним та вечірнім хронобіологічними типами вірогідно нижчі на 21,29% ( $p < 0,01$ ) та 23,58% ( $p < 0,01$ ) відповідно ніж в осіб із ранковим хронотипом (табл. 3). Тому в студенток I курсу із вечірнім та індіферентним хронобіологічними типами ступінь адаптації можна вважати вищим за середній, а в осіб із вечірнім хронотипом рівень адаптаційних резервів – високим. Отримані дані щодо ЧСС та W у студенток із ранковим хронобіологічним типом можуть вказувати на незначне зниження ступеня адаптації порівняно із двома іншими типами працездатності.

У студенток IV курсу з урахуванням їхнього хронобіологічного типу вірогідних відмінностей за показником W не виявлено (табл. 3). Але статистичний аналіз довів вірогідну відмінність за цим показником в осіб із ранковим хронотипом. Так, дівчата IV курсу мали нижчий на 13,33% ( $p < 0,001$ ) рівень обмінно-енергетичних процесів у міокарді та вищий за середній рівень резервів порівняно з дівчатами I курсу з таким самим хронотипом.

Таблиця 3 – Показники адаптаційних резервів та фізичного здоров'я студенток I та IV курсів залежно від їхнього хронобіологічного типу

| Показники                | Курс | Вечірній тип                    | Ранковий тип                      | Індіферентний тип                         |
|--------------------------|------|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| W,<br>мм рт.ст. × уд/хв. | I    | 72,83 ± 6,19                    | 90,0 ± 3,60 <sup>\$\$</sup>       | 74,2 ± 3,81**                             |
|                          | IV   | 77,4 ± 3,65                     | <b>78,0 ± 1,0<sup>†††</sup></b>   | 85,1 ± 4,44                               |
| КЕК,<br>ум.од.           | I    | 2247,167 ± 323,3121             | 3353,375 ± 210,1669 <sup>\$</sup> | 2891,438 ± 192,7293                       |
|                          | IV   | 2912,077 ± 171,1695             | <b>2685,0 ± 45,0<sup>†</sup></b>  | <b>3490,071 ± 216,8295<sup>***†</sup></b> |
| КВ,<br>ум.од.            | I    | 26,16 ± 3,85                    | 20,5 ± 1,93                       | 16,8 ± 0,74 <sup>#</sup>                  |
|                          | IV   | <b>18,0 ± 1,0<sup>†††</sup></b> | <b>15,0 ± 2,0<sup>†††</sup></b>   | 15,3 ± 0,89 <sup>#</sup>                  |
| ІФЗ,<br>ум.од            | I    | 1,71 ± 0,11                     | 1,98 ± 0,09                       | 1,74 ± 0,06                               |
|                          | IV   | 1,85 ± 0,05                     | 1,79 ± 0,1                        | 1,99 ± 0,09                               |

Примітки: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$  при порівнянні показників осіб із індіферентним та ранковим типами працездатності;

# –  $p < 0,05$ ; ## –  $p < 0,01$  при порівнянні показників осіб із вечірнім та індіферентним типами працездатності;

<sup>\$</sup> –  $p < 0,05$ ; <sup>\$\$</sup> –  $p < 0,01$  при порівнянні показників осіб із ранковим та вечірнім типами працездатності.

<sup>†</sup> –  $p < 0,05$ ; <sup>†††</sup> –  $p < 0,01$  при порівнянні показників дівчат I та IV курсів.

Відомо, що коефіцієнт економізації кровообігу (КЕК) свідчить про досконалість механізмів адаптації системи кровообігу до фізичних навантажень. За результатами аналізу КЕК встановлено, що особи I курсу з ранковим та індіферентним типами та особи IV курсу з вечірнім та індіферентним типами мають труднощі в роботі серцево-судинної системи (табл. 3.), тобто, ці особи мають КЕК за значенням більші ніж 2600. На I курсі в дівчат із ранковим типом він перевищував норму на 28,96%, в осіб із індіферентним типом – на 11,2%, на IV курсі отримані дані перевищували показник норми в дівчат із вечірнім типом – на 11,88% та в осіб із індіферентним типом – на 34,25%. Студенти I курсу з вечірнім типом мають середні показники КЕК трохи менші ніж 2600, що свідчить на користь відносної тренуваності серцево-судинної системи. Найбільш оптимальні показники КЕК мають особи IV курсу з ранковим хронобіологічним типом.

За величиною КВ оцінювали ступінь тренуваності та функціональну готовність серцево-судинної системи до виконання фізичного навантаження. Встановлено, що в усіх осіб I курсу з різними хронобіологічними типами КВ перевищував норму в осіб із вечірнім типом на 63,5%, у осіб із ранковим типом на 28,13% та в осіб з індіферентним типом на 5%. Збільшення КВ свідчить про детренуваність серцево-судинної системи та послаблення її функцій. В осіб із вечірнім типом КВ на 55,71% ( $p < 0,05$ ) вищий ніж в осіб з індіферентним типом.

За результатами проведеного дослідження в дівчат IV курсу було встановлено, що КВ у студенток із ранковим та індіферентним типами нижче норми, що може свідчити про втому серцево-судинної системи. Найбільше відхилення від норми спостерігається в студенток із ранковим хронобіологічним типом – на 6,25% нижче за норму. А в представниць вечірнього хронобіологічного типу КВ був збільшений на 17,2% відносно норми, що вказує на ослаблення серцево-судинної системи.

Статистичний аналіз виявив вірогідні відмінності між показниками КВ у студенток I та IV курсів із вечірнім та ранковим хронотипами, що дає змогу зробити припущення про певні зміни у функціонуванні серцево-судинної системи впродовж навчання, які пов'язанні із збільшенням навантаження. Зокрема збільшення коефіцієнта КВ (I курс) свідчить про ослаблення функціонування серцево-судинної системи у дівчат, а зменшення КВ (IV курс) – про її втому.

За результатами оцінки величини ІФЗ у всіх осіб обох курсів не залежно від їх хронобіологічних типів рівень адаптації можна вважати задовільним.

Отже, проведений аналіз особливостей рівня функціонування системи кровообігу та адаптаційних резервів організму в студенток I та IV курсів біологічного факультету залежно від їхніх хронобіологічних типів виявив окремі відмінності в антропометричних та гемо- і кардіодинамічних показниках у дівчат різних хронотипів і різних курсів. Незважаючи на задовільний рівень адаптації, впродовж навчання функціональні резерви студенток незалежно від хронотипу дещо знижуються, про що свідчать відхилення від умовної норми показників W, КЕК та КВ.

Далі планується провести аналіз статевих відмінностей рівня функціонування системи кровообігу в студентів різних курсів залежно від їхнього хронобіологічного типу.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного анонімного анкетування студенток I та IV курсів були виявлені особи з трьома хронобіологічними типами працездатності на кожному курсі. Серед дівчат обох курсів переважав індіферентний тип, але в студенток I курсу цей тип зустрічається на 6% більше ніж серед студенток IV курсу. Вечірній хронобіологічний тип у дівчат IV курсу визначався на 27% частіше ніж у студенток

- I курсу. Дівчат із ранковим хронотипом на I курсі було більше на 21% ніж на IV курсі.
2. Встановлено, що в студенток I курсу з вечірнім хронобіологічним типом переважають особи з дефіцитом маси тіла. На I курсі у дівчат із вечірнім хронотипом дефіцит маси тіла визначений на 41% частіше ніж в осіб із ранковим хронотипом, та на 57% ніж в осіб з індіферентним типом. Найбільший відсоток дівчат із нормальною вагою визначено в підгрупі з індіферентним хронобіологічним типом, що на 31% більше ніж осіб із ранковим хронотипом та на 64% більше ніж у дівчат із вечірнім хронотипом. Надлишок ваги визначено в дівчат I курсу із вечірнім та ранковим хронобіологічним типом.
  3. Серед студенток IV курсу з вечірнім та індіферентним хронобіологічними типами переважають особи з нормальною вагою (71% та 76% відповідно), а в підгрупі дівчат із ранковим типом нормальна вага спостерігалася у всіх (100%) обстежених. Серед студенток з індіферентним хронобіологічним типом на IV курсі визначено осіб із надлишковою вагою на відміну від дівчат із таким самим хронотипом на I курсі, серед яких надлишкової ваги не виявлено.
  4. При порівнянні гемо- та кардіодинамічних показників дівчат I та IV курсів залежно від їхніх хронобіологічних типів було встановлено вірогідні відмінності за окремими показниками. Серед дівчат IV курсу з вечірнім хронотипом показники АТп вірогідно вищі на 30,42% ( $p < 0,001$ ) порівняно зі студентками I курсу. Вірогідні відмінності гемодинамічних показників у дівчат із ранковим хронотипом визначені за показниками ЧСС та ХОК. Так, у дівчат IV курсу спостерігалася зниження цих показників на 17,68% ( $p < 0,001$ ) та 23,57% відповідно порівняно зі студентками I курсу.
  5. За результатами оцінки величини ІФЗ у всіх осіб обох курсів не залежно від їхніх хронобіологічних типів рівень адаптації можна вважати задовільним. Незважаючи на задовільний рівень адаптації, впродовж навчання функціональні резерви студенток незалежно від хронотипу дещо знижуються, про що свідчать відхилення від умовної норми показників W, КЕК та KB.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Букин В. П. Здоровый образ жизни студенческой молодежи в контексте физкультурно-оздоровительной деятельности / В.П. Букин, А.Н. Егоров // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2011. – № 2 (18). – С. 105-113.
2. Свядыш Н. Н. К вопросу о морфофункциональном статусе студентов медицинского вуза / Н. Н. Свядыш, Н. А. Болдина // Фундаментальная наука в современной медицине 2016 : материалы сателл. дистанц. науч.-практ. конф. студентов и молодых учёных (7 марта 2016 года, Минск). – Минск : БГМУ. – С. 267-272.
3. Тананакина Т. П. Хронотипические особенности человека (обзор литературы) / Т. П. Тананакина // Семейная медицина. – 2009. – № 1. – С.66-68.
4. Хильдебрандт Г. Хронобиология и хрономедицина. Биологические ритмы. Медицинское применение / Г. Хильдебрандт, М. Мозер, М. Лехофер. – М. : Арнебия, 2006. – 143 с.
5. Барбараш Н. А. Оцените свое здоровье сами / Н. А. Барбараш, В. И. Шапошникова. – СПб : Питер, 2003. – 256 с.

6. Карпенко Ю. Д. Влияние экзаменационного стресса на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у студентов [Электронный ресурс] / Ю. Д. Карпенко // Портал «Российская наука». – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/SND/Biologia/8\\_karpenko%20ju.d..doc.htm](http://www.rusnauka.com/SND/Biologia/8_karpenko%20ju.d..doc.htm)
7. Тимченко Г. М. Хронобіологічний підхід щодо оцінки стану здоров'я студентів / Г. М. Тимченко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: біологія. – 2011. – Вип. 13, № 947. – С. 190-195.
8. Смирнов С. М. Биологические ритмы и наше здоровье / С. М. Смирнов. – М. : Наука, 2000. – 280 с.
9. Тимченко А. Н. Основы биоритмологии / А. Н. Тимченко. – Х. : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. – 109 с.
10. Баевский Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 364 с.

### REFERENCES

1. Bukin V. P. Zdorovyj obraz zhizni studencheskoj molodezhi v kontekste fizkul'turno-ozdorovitel'noj dejatel'nosti / V.P. Bukin, A.N. Egorov // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Obshhestvennye nauki. – 2011. – № 2 (18). – S. 105-113.
2. Svjadysz N.N. K voprosu o morfofunkcional'nom statuse studentov medicinskogo vuza / N.N. Svjadysz, N.A. Boldina // Fundamental'naja nauka v sovremennoj medicine 2016 : Materialy satell. distanc. nauch. – praktich. konf. studentov i molodyh uchjonyh (7 marta 2016 goda, Minsk). – Minsk : BGMU. – S. 267-272.
3. Tananakina T.P. Hronotipicheskie osobennosti cheloveka (obzor literatury) / T.P. Tananakina // Simejna medicina. – 2009. – № 1. – S. 66-68.
4. Hil'debrandt G. Hronobiologija i hronomedicina. Biologicheskie ritmy. Medicinskoe primenenie / G. Hil'debrandt, M. Mozer, M. Lehofer. – М. : Arnebija, 2006. – 143 s.
5. Barbarash N.A. Ocenite svoje zdorov'e sami / N.A. Barbarash, V.I. Shaposhnikova. – SPb : Piter, 2003. – 256 s.
6. Karpenko Ju.D. Vlijanie jekzamenacionnogo stressa na funkcional'noe sostojanie serdechno-sosudistoj sistemy u studentov [Jelektronnyj resurs] / Ju.D. Karpenko // Portal «Rossijskaja nauka». – Rezhim dostupu : [http://www.rusnauka.com/SND/Biologia/8\\_karpenko%20ju.d..doc.htm](http://www.rusnauka.com/SND/Biologia/8_karpenko%20ju.d..doc.htm)
7. Timchenko G.M. Hronobiologichnij pidhid shhodo ocinki stanu zdorov'ja studentiv / G.M. Timchenko // Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V.N. Karazina. Serija : biologija. – 2011. – Vip. 13, № 947. – S. 190-195.
8. Smirnov S. M. Biologicheskie ritmy i nashe zdorov'e / S.M. Smirnov. – М. : Nauka, 2000. – 280 s.
9. Timchenko A.N. Osnovy bioritmologii / A.N. Timchenko. – H. : HNU im. V.N. Karazina, 2009. – 109 s.
10. Baevskij R.M. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i riska razvitija zabojevanij / R.M. Baevskij, A.P. Berseneva. – М. : Medicina, 1997. – 364 s.

## АКТИВНІСТЬ ЕНЗИМІВ ВУГЛЕВОДНОГО ОБМІНУ В ТКАНИНАХ ЩУРІВ З АЛОКСАН-ІНДУКОВАНИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ЗА ДОДАВАННЯ МАГНІЙ ЦИТРАТУ

Шатинська О. А.

*Інститут біології тварини НААН  
79034, Україна, Львів, вул. В. Стуса, 38*

shatynska.o@meta.ua

Проведено оцінку впливу різних доз магнію (100-, 250- і 500 мг  $Mg^{2+}$ /кг маси тіла) у формі магній цитрату на стан вуглеводного обміну в тканинах печінки, підшлункової залози і скелетних м'язів щурів з алоксан-індукованим цукровим діабетом. Встановлено, що в щурів з експериментальним діабетом активність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази знижувалася в усіх досліджуваних тканинах, а лактатдегідрогенази – лише в тканині печінки і підшлункової залози. З'ясовано, що введення до складу раціону тварин з експериментальним діабетом магній цитрату дозволило стабілізувати активність ензимів вуглеводного обміну.

*Ключові слова: щур, магній цитрат, цукровий діабет, вуглеводний обмін.*

Шатинская Е.А. АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА В ТКАНЯХ КРЫС С АЛЛОКСАН-ИНДУЦИРОВАННЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ МАГНИЙ ЦИТРАТА / Институт биологии животных НААН; 79034, Украина, Львов, ул. В. Стуса, 38

Проводили оценку влияния различных доз магния (100-, 250- и 500 мг  $Mg^{2+}$  / кг массы тела) в форме магний цитрата на состояние углеводного обмена в тканях печени, поджелудочной железы и скелетных мышц крыс с аллоксан-индуцированным сахарным диабетом. Установлено, что у крыс с экспериментальным диабетом активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы снижалась во всех исследуемых тканях, а лактатдегидрогеназы – только в ткани печени и поджелудочной железы. Установлено, что введение в состав рациона животных с экспериментальным диабетом магний цитрата позволило стабилизировать активность энзимов углеводного обмена.

*Ключевые слова: крыса, магний цитрат, сахарный диабет, углеводный обмен.*

Shatynska O.A. ACTIVITY OF THE ENZYMES OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN THE RATS' TISSUES WITH ALLOXAN-INDUCED DIABETES BY ADDING MAGNESIUM CITRATE / Institute of Animal Biology UAAS; 79034, Ukraine, Lviv, V. Stus str., 38

Diabetes mellitus (DM), characterized by metabolic disorders related to high levels of serum glucose, is probably the most associated disease to Mg depletion in intra and extra cellular compartments. Magnesium is directly involved in numerous important biochemical reactions, and particularly is a necessary cofactor in over 300 enzymatic reactions and specifically in all those processes that involve the utilization and transfer of adenosine triphosphate (ATP).

Intracellular Mg is a critical cofactor for several enzymes in carbohydrate metabolism, and because of its role as part of the activated Mg-ATP complex required for all of the rate-limiting enzymes of glycolysis, regulates the activity of all enzymes involved in phosphorylation reactions.

Mg also is deeply involved in the regulation of insulin signaling, in the phosphorylation of insulin receptor kinase, in the post receptorial action of insulin, and in insulin-mediated cellular glucose uptake.

The aim of our study was to explore the effect of different doses of magnesium (100-, 250- and 500 mg  $Mg^{2+}$  / kg body weight), in the form of citrate, at the state of carbohydrate metabolism in the rats tissues.

The researches were conducted on the 25 white female Wistar rats, which were divided into five groups: CG – control group, RG 1-4 – research groups. During a month from the beginning of the studies the magnesium citrate solution in quantities of 100, 250 and 500 mg of  $Mg^{2+}$ /kg of body weight were added to drinking water to animals of the RG 2-4.

The experimental diabetes was induced in the animals of RG 2-4 on the backdrop of a 24-hour fasting by a single intraperitoneal administration of alloxan (150 mg/kg body weight) in 5% saline solution. Hyperglycemia was found by measuring blood glucose, collected from the tail vein, using a portable blood glucose meters.



Materials for the research were homogenates of the liver tissue, muscle tissue and pancreas tissue, which were selected after decapitation. In the tissues the activity of key enzymes of carbohydrate metabolism – glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) and lactate dehydrogenase (LD) were determined.

The experimental intervention and euthanasia of animals carried out in accordance with international principles of the European Convention for the Protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (Strasbourg, 1985), the decision of the First National Congress on Bioethics (Kyiv, 2000).

Statistical analysis was performed on statistically significant differences between experimental groups by using the software package Excel. To assess differences in the averages normally distributed sample used parametric t-Student test.

In the research had been found that in the rats of RG2 the activity of the glucose-6-phosphate dehydrogenase decreased in muscle tissue, liver tissue and pancreas tissue ( $P < 0,001$ ) comparing with the animals of control group. We also had found that activity of the lactate dehydrogenase, in the rats of RG2, decreased in the tissues of liver and pancreas, but increased in muscle tissue ( $P < 0,05$ ) comparing with the animals of control group.

In the conditions of adding magnesium citrate, activity of the G6PD increased in the muscle ( $P < 0,001$ ), liver and pancreas ( $P < 0,01$ ) tissues in comparing with the animals of control group. Also we observed decreased activity of the LD in muscle tissue and increased activity of this enzyme in liver ( $P < 0,05$ ) and pancreas tissues ( $P < 0,01$ ) comparing with the animals with experimental diabetes.

Considering all the above, the prospects for further research in this direction seen in studying the effect of magnesium citrate as a means to prevent complications of diabetes, which will allow to develop new therapeutic agents to prevent and treat this disease.

Accordingly, normalization of the carbohydrate metabolism under the influence of magnesium citrate due to the fact that magnesium has positive effects on secretion and insulin action, improves insulin receptor sensitivity and a full response to the hormone action affects glucose uptake and, therefore, its normal utilization.

*Key words: rat, magnesium citrate, diabetes, carbohydrate metabolism.*

## ВСТУП

Цукровий діабет характеризується порушенням обміну речовин, пов'язаний із високим рівнем глюкози та, ймовірно, з виснаженням магнію (Mg) у внутрішньо- і позаклітинних компартментах [1].

Магній бере безпосередню участь у численних важливих біохімічних реакціях, зокрема є необхідним кофактором понад 300 ензиматичних реакцій, особливо у тих процесах, які включають використання і передачу АТФ. Внутрішньоклітинний Mg як частина активованого комплексу Mg-АТФ, необхідний для всіх лімітуючих ензимів гліколізу, регулює діяльність ензимів, які беруть участь в реакціях фосфорилування [2].

Магній бере участь у транспортуванні глюкози через плазматичні мембрани клітин, може відігравати роль у секреції інсуліну та модулювати механізми передачі енергії від високоенергетичних фосфатних зв'язків [3, 4]. З огляду на це метою наших досліджень було з'ясування впливу різних кількостей магній цитрату на вуглеводний обмін у різних тканинах щурів за умов гіперглікемії.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводилися на 25 білих лабораторних щурах лінії Вістар, поділених на 5 груп: КГ – контрольна група; ДГ1 – тварини з експериментальним цукровим діабетом (ЕЦД) без будь-якої профілактики захворювання; ДГ2, ДГ3 і ДГ4 – тварини з ЕЦД, яким протягом 30 діб експерименту до питної води додавали  $Mg^{2+}$ , у вигляді цитрату магнію ( $C_6H_6O_7Mg$ ) в дозах 100, 250 та 500 мг  $Mg^{2+}$ /кг маси тіла. Експериментальний цукровий діабет викликали на 20 добу шляхом одноразового внутрішньочеревинного введення 5% розчину алоксанмоногідрату («Синбіас») у кількості 150 мг/кг маси тіла. Гіперглікемію виявляли шляхом вимірювання глюкози крові, зібраної з хвостової вени, за допомогою портативного глюкометра («Gamma-M»).

На 30 добу тварин виводили з експерименту під легким ефірним наркозом. Матеріалом для досліджень слугували гомогенати тканин щурів, у яких визначали активність основних ензимів вуглеводного обміну: глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа (Г-6-ФДГ) і лактатдегідрогеназа (ЛДГ) [5].

Експериментальні втручання та евтаназія тварин проводилися з дотриманням міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1985), ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2000).

Експериментальні дані обробляли за допомогою пакета програм Excel. Для оцінки відмінностей середніх величин при нормальному характері розподілу вибірових сукупностей використовували параметричний t-критерій Стьюдента.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що цукровий діабет характеризується порушенням усіх видів обміну речовин і, в першу чергу, вуглеводного. Метаболічні порушення при цукровому діабеті спричинені багатьма факторами, серед яких найбільше значення має тривала гіперглікемія [6].

Як свідчать результати проведених досліджень, активність Г-6-ФДГ, одного з основних ензимів пентозофосфатного шляху перетворення глюкози, знизилася на 15,3% у м'язах, 8,5% у печінці і 85,9% у підшлунковій залозі щурів ДГ1 порівняно з тваринами контрольної групи (табл. 1).

Таблиця 1 – Активність Г-6-ФДГ у тканинах щурів, нмоль/хв×мг білка, (M ± m, n = 5)

| Група \ Тканина | Скелетні м'язи | Печінка      | Підшлункова залоза |
|-----------------|----------------|--------------|--------------------|
| КГ              | 37,94±1,67     | 928,47±36,56 | 367,16±8,21        |
| ДГ1             | 32,13±2,19     | 849,55±42,99 | 51,6±5,41***       |
| ДГ2             | 34,08±1,95     | 864,3±18,54  | 141,4±6,26##       |
| ДГ3             | 41,39±2,53##   | 888,04±17,65 | 168,51±9,33##      |
| ДГ4             | 44,30±1,14###  | 889,22±31,71 | 153,51±0,001##     |

Примітка: \*\*\*p < 0,001 вірогідність показників ДГ1 порівняно з КГ

##p < 0,01; ###p < 0,001 вірогідність показників ДГ2, ДГ3, ДГ4 порівняно з ДГ1

Активність ЛДГ – ензиму кінцевої ланки гліколізу також знизилась у печінці на 4% та в підшлунковій залозі на 52,5% у тварин ДГ1 порівняно з тваринами КГ. Проте активність ЛДГ у м'язовій тканині тварин ДГ1 підвищилася на 46,9% порівняно з тваринами контрольної групи (табл. 2). Важлива функція ЛДГ – це регуляція співвідношення кількості НАД<sup>+</sup> і НАД·Н, оскільки саме воно впливає на швидкість багатьох каталітичних реакцій. За відсутності кисню у скелетних м'язах ЛДГ робить можливим окиснення НАД·Н до НАД<sup>+</sup> внаслідок перетворення пірувату в лактат [7]. Отже, саме анаеробний гліколіз – основне джерело енергії для скелетних м'язів, які є основним місцем знешкодження глюкози шляхом перетворенням її в глікоген [8].

Зниження активності глюкозо-6-фосфатдегідрогенази й лактатдегідрогенази у тварин з ЕЦД може бути зумовлено порушеннями в гормональній регуляції вуглеводного обміну, який перебуває під контролем багатьох гормонів, основним з яких є інсулін [6]. За недостатності інсуліну порушується перенесення глюкози через цитоплазматичні мембрани тканин, а також зменшується її внутрішньоклітинна утилізація. Отже, в умовах

недостатнього засвоєння глюкози настає енергетичний голод, що своєю чергою, призводить до посилення глюконеогенезу, і як наслідок – до посилення гіперглікемії [9].

У результаті проведених досліджень на щурах, яким впоювали магній цитрат у кількості 100, 250 і 500 мг  $Mg^{2+}$ /кг маси тіла, встановлені зміни показників вуглеводного обміну в тканинах внутрішніх органів.

За умови додавання магній цитрату, активність Г-6-ФДГ достовірно зростала в м'язах тварин ДГ3 і ДГ4: на 41,1% і 37,9% відповідно, порівняно із тваринами ДГ1 (табл. 1). Водночас спостерігалася тенденція до зниження активності ЛДГ у ДГ2-ДГ4 порівняно з тваринами з ЕЦД у ДГ1, на 7,3%, 22,9% і 28,6% відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Активність ЛДГ у тканинах щурів, нмоль/хв×мг білка, ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

| Група \ Тканина | Скелетні м'язи | Печінка                   | Підшлункова залоза         |
|-----------------|----------------|---------------------------|----------------------------|
| КГ              | 79,31±24,03    | 135,39±3,87               | 442,82±32,26               |
| ДГ1             | 116,47±11,53   | 129,98±2,04               | 210,49±20,46*              |
| ДГ2             | 107,93±4,22    | 158,18±10,22 <sup>#</sup> | 483,64±33,15 <sup>##</sup> |
| ДГ3             | 89,76±2,86     | 149,74±8,22 <sup>#</sup>  | 334,33±8,5                 |
| ДГ4             | 83,11±6,92     | 94,78±5,02 <sup>###</sup> | 401,62±24,57 <sup>#</sup>  |

Примітка: \* $p < 0,05$  вірогідність показників ДГ1 порівняно з КГ

<sup>#</sup> $p < 0,05$ ; <sup>##</sup> $p < 0,01$ ; <sup>###</sup> $p < 0,001$  вірогідність показників ДГ2, ДГ3, ДГ4 порівняно з ДГ1

Встановлено, що за дії магній цитрату активність Г-6-ФДГ у печінці тварин ДГ2-ДГ4 проявляла тенденцію до підвищення порівняно з тваринами ДГ1, відповідно на 1,7%, 4,5% і 4,7% (табл. 1). Також слід зазначити, що у тварин ДГ2 і ДГ3 за додавання магній цитрату до питної води спостерігалася достовірне підвищення активності ЛДГ відповідно на 21,7% і 15,2%, однак зниження у ДГ4 на 2% порівняно із тваринами ДГ1 (табл. 2).

У  $\beta$ -клітинах підшлункової залози метаболізм глюкози має важливе значення для регуляції секреції інсуліну. Глюкоза захоплюється глюкозними транспортерами і фосфорилується під дією глюкокінази з генеруванням АТФ, який є основним рушієм глюкозо-індукованої секреції інсуліну [8].

При додаванні до раціону тварин ДГ2-ДГ4 магній цитрату, активність Г-6-ФДГ у підшлунковій залозі достовірно зростала у тварин ДГ2 і ДГ4 стосовно тварин ДГ1 з ЕЦД. Відомо, що суттєвим фактором регуляції активності Г-6-ФДГ є співвідношення NADP/NADPH у клітині, оскільки NADPH – сильний конкурентний інгібітор цього ензиму [10]. Як регуляторний фермент Г-6-ФДГ перебуває під гормональним і метаболітним контролем. Серед багатьох гормонів, які регулюють активність Г-6-ФДГ, інсулін особливо важливий [11]. Ми спостерігали зміну активності ЛДГ у підшлунковій залозі тварин: тенденцію до зростання (на 11%) у ДГ3 та вірогідне зростання у ДГ2 і ДГ4 відносно тварин ДГ1.

Нормалізація показників активності досліджуваних ензимів вуглеводного обміну може бути пов'язана з достатнім надходженням магнію в організм. Відомо, що магній залучений у процеси регуляції передачі сигналів від інсуліну, фосфорилування тирозинової кінази інсулінового рецептора, інсулін-опосередкованого поглинання глюкози клітинами [3]. Магній може змінювати чутливість тканин до інсуліну шляхом впливу на зв'язування інсуліну з його рецепторами, на активність рецептора після зв'язування або через вплив на внутрішньоклітинну передачу й обробку сигналів [12].

Враховуючи викладене, перспективи подальших досліджень у цьому напрямі вбачаємо у вивченні впливу магній цитрату як засобу для попередження виникнення ускладнень цукрового діабету, що дасть можливість розробити нові терапевтичні засоби для профілактики й лікування цього захворювання.

### ВИСНОВКИ

1. За умов експериментального цукрового діабету активність глюкозо-6-фосфатдегідрогенази знижується в тканинах печінки, скелетних м'язів і підшлункової залози, а активність лактатдегідрогенази знижується в тканинах печінки й підшлункової залози і зростає в скелетних м'язах.
2. Застосування магній цитрату в дозах 100-, 250- і 500 мг  $Mg^{2+}$ /кг маси тіла приводить до підвищення глюкозо-6-фосфатдегідрогенної активності в тканинах скелетних м'язів, печінки та підшлункової залози щурів.
3. Встановлено зростання активності лактатдегідрогенази в тканинах печінки й підшлункової залози та зниження – у скелетних м'язах щурів за впливу магній цитрату в дозах 100-, 250- і 500 мг  $Mg^{2+}$ /кг маси тіла.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Sales C. R. Magnesium and diabetes mellitus: Their relation / C. R. Sales, L.D.F.C. Pedrosa // *Clinical Nutrition*. – 2006. – Vol. 25, № 4. – P. 554–562.
2. Barbagallo M. Magnesium metabolism in insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes mellitus / [M. Barbagallo, L. J. Dominguez, V. Brucato et al.] // *New Perspectives in Magnesium Research*. – London: Springer-Verlag, 2007. – P. 213-223.
3. Barbagallo M. Magnesium and type 2 diabetes / M. Barbagallo, L. J. Dominguez // *World J Diabetes*. – 2015. – Vol. 6, Is. 10. – P. 1152-1157.
4. Mooradian A. D. Selected vitamins and minerals in diabetes / [A.D. Mooradian, M. Failla, B. Hoogwerf, M. Maryniuk et al.] // *Diabetes care*. – 1994. – Vol. 17, № 5. – P. 464-479.
5. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / [В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін.]; за ред. В. В. Влізла. – Львів : СПОЛОМ, 2012. – 761 с.
6. Функціонування деяких ключових ферментів вуглеводного обміну у щурів за умов експериментального цукрового діабету 2-го типу / [Т. І. Галенова, Н. Г. Ракша, О. М. Савчук, Л. І. Остапченко] // *Експерим. та клініч. фізіологія і біохімія*. – 2011. – № 2. – С. 13-21.
7. Роль изоферментов лактатдегидрогеназы в адаптациях млекопитающих Карелии / [А. Р. Унжаков, В. А. Илюха, Н. В. Мацук, В. В. Белкин] // *Экология. Экспериментальная генетика и физиология. Труды Карельск. науч. центра РАН*. – 2007. – Вып. 11. – С. 118-126.
8. International Textbook of Diabetes Mellitus / Defronzo R.A., Ferrannini E., Zimmet P., Alberti G. // Chichester: John Wiley. – 2015. – Vol. 1-2 – 1240 p.
9. Кіхтяк О. П. Особливості показників вуглеводного обміну при цукровому діабеті за умов коригуючої фітотерапії.(експериментально-клінічне дослідження): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : спец. 14.03.04 «Патологічна фізіологія» / Кіхтяк Олеся Павлівна. – Тернопіль, 2002. – С. 19.
10. Северин Е. С. Биохимия: учеб. для вузов // Е.С. Северина. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2003. – 779 с.

11. Макух Є. Особливості впливу інсуліну, ацетату і цитрату натрію на окремі реакції пентозофосфатного шляху й обміну глутатіону в крові корів / Є. Макух, І. Головацький // Вісник Львів. ун-ту. Серія біол.– 2002. – Вип. 31. – С. 34-38.
12. De Valk H. W. Magnesium in diabetes mellitus / H. W. De Valk // The Netherlands journal of medicine. – 1999. – Vol. 54, № 4. – P. 139-146.

### REFERENCES

1. Sales C.R. Magnesium and diabetes mellitus: Their relation / C.R. Sales, L.D.F.C. Pedrosa // Clinical Nutrition. – 2006. – Vol. 25, № 4. – P. 554–562.
2. Barbagallo M. Magnesium metabolism in insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes mellitus / [M. Barbagallo, L.J. Dominguez, V. Brucato et al.] // New Perspectives in Magnesium Research. – London: Springer-Verlag, 2007. – P. 213-223.
3. Barbagallo M. Magnesium and type 2 diabetes / M. Barbagallo, L.J. Dominguez // World J Diabetes. – 2015. – Vol.6, Is.10. – P. 1152-1157.
4. Mooradian A.D. Selected vitamins and minerals in diabetes / [A.D. Mooradian, M. Failla, B. Hoogwerf, M. Maryniuk et al.] // Diabetes care. – 1994. – Vol.17, № 5. – P. 464-479.
5. Laboratorni metodi doslidzhen' u biologii, tvarinnictvi ta veterinarnij medicini : dovidnik / [V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Raticz ta in.]; za red. V.V. Vlizla. – L'viv, SPOLOM, 2012. – 761 s.
6. Funkcionuvannja dejkikh ključovih fermentiv vuglevodnogo obminu u shhuriv za umov eksperimental'nogo cukrovogo diabetu 2-go tipu / [T.I. Galenova, N.G. Raksha, O.M. Savchuk, L.I. Ostapchenko] // Eksperim. ta klinich. fiziologija i biohimija. – 2011. – № 2. – S. 13-21.
7. Rol' izofermentov laktatdegidrogenazy v adaptacijah mlekoopitajushhijh Karelii / [A.R. Unzhakov, V.A. Iljuha, N.V. Macuk, V.V. Belkin] // Jekologija. Jeksperimental'naja genetika i fiziologija. Trudy Karel'sk. nauch. centra RAN. – 2007. – Vyp. 11. – S. 118–126.
8. International Textbook of Diabetes Mellitus / Defronzo R.A., Ferrannini E., Zimmet P., Alberti G. // Chichester: John Wiley, 2015. – Vol. 1-2 – 1240 p.
9. Kihťjak O. P. Osoblivosti pokaznikiv vuglevodnogo obminu pri cukrovomu diabete za umov korigujuchoi fitoterapii.(eksperimental'no-klinichne doslidzhennja): avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. med. nauk : spec. 14.03.04 «Patologichna fiziologija» / Kihťjak Olesja Pavlivna. – Ternopil', 2002. – S.19.
10. Severin E. S. Biohimija: ucheb. dlja vuzov // E.S. Severina. – M. : GJeOTAR-Media, 2003. – 779 s.
11. Makuh Є. Osoblivosti vplivu insulinu, acetatu i citratu natriju na okremi reakcii pentozofosfatnogo shljahu j obminu gljutationu v krovi koriv / Є. Makuh, I. Golovac'kij // Visnik L'viv. un-tu. Serija biol.– 2002. – Vip. 31. – S.34-38.
12. De Valk H.W. Magnesium in diabetes mellitus / H.W. De Valk // The Netherlands journal of medicine. – 1999. – Vol. 54, № 4. – P. 139-146.

## РОЗДІЛ IV. ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 591.9:502.4(477.64-2)

### РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ФАУНИ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА «ХОРТИЦЯ»

Козодавов С.В., Муленко М.А.

*Національний заповідник «Хортиця»  
69017, Україна, Запоріжжя, вул. Старого Редуту, 9*

kozodavov@ukr.net,  
mulenko\_m@mail.ru

Представлено інформацію про сучасний склад раритетної фауни Національного заповідника «Хортиця», згідно з Червоною книгою України та ратифікованими Україною міжнародними природоохоронними документами. За останніми даними фауністичних досліджень, на території Національного заповідника «Хортиця» зареєстровано 1186 видів комах, 6 видів земноводних, 9 видів плазунів, 39 видів риб, 207 видів птахів та 34 види ссавців. Раритетна компонента фауни представлена 436 видами, занесеними до національних та міжнародних охоронних списків різного рангу. 77 видів тварин занесено до Червоної книги України, 59 видів – до баз даних МСОП (IUCN), 395 видів – до Європейського Червоного списку, 251 вид перебуває під охороною Бернської конвенції, 105 видів – Боннської конвенції, 26 видів – Вашингтонської конвенції.

*Ключові слова: фауна, раритетна компонента, комахи, риби, амфібії, плазуни, птахи, ссавці, Національний заповідник «Хортиця», IUCN, Європейський Червоний список, Бернська конвенція, Червона книга України.*

Козодавов С.В., Муленко М.А. РАРИТЕТНАЯ КОМПОНЕНТА ФАУНЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ХОРТИЦА» / Национальный заповедник «Хортица»; 69017, Украина, Запорожье, ул. Старого Редута, 9

Предоставлена информация о современном составе раритетной фауны Национального заповедника «Хортица» согласно Красной книге Украины и ратифицированным Украиной международным природоохранным документом. По последним данным фаунистических исследований, на территории Национального заповедника «Хортица» зарегистрировано 1186 видов насекомых, 6 видов земноводных, 9 видов пресмыкающихся, 39 видов рыб, 207 видов птиц и 34 вида млекопитающих. Раритетная компонента фауны представлена 436 видами, занесенными в национальные и международные охранные списки разного ранга: 77 видов животных занесены в Красную книгу Украины, 59 – в базу данных МСОП (IUCN), 395 видов в Европейский красный список, 251 вид находится под охраной Бернской конвенции, 105 видов – Боннской конвенции, 26 видов – Вашингтонской конвенции.

*Ключевые слова: фауна, раритетная компонента, насекомые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие, Национальный заповедник «Хортица», IUCN, Европейский Красный список, Бернская конвенция, Красная книга Украины.*

Kozodavov S.V., Mulenko M.A. THE RARE WILD FAUNA COMPONENT OF KHORTYTSIA NATIONAL RESERVE / Khortytsia national preserve; 69017, Ukraine, Zaporizhzhya, Starogo Redoubtu str., 9

Khortytsia National Reserve along with the adjacent water area of the Dnipro river and small islands in the tailrace at the Dnipro Hydropower Plant is situated in the center of Zaporizhzhya city. This area is characterized by a high level of biological and landscape diversity. According to the recent data, in the territory of Khortytsia National Reserve there are 1200 species of higher vascular plants, more than 1100 species of invertebrates and 292 species of vertebrates. The Fauna diversity of the Reserve is connected with both a huge variety of the landscapes and the location of Khortytsia island within the Dnipro transnational migration corridor. Due to the abovementioned factors, the Fauna of the Reserve has a great number of rare species, for example, those registered in the Red data Book of Ukraine and international nature conservation documents ratified by Ukraine such as IUCN Red List of Threatened Species; the European Red List; Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats; the Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat; the Convention on

Biological Diversity. An analysis of representation of contemporary list of the rare fauna of Khortytsia National Reserve has been done. According to the recent data, in the territory of Khortytsia National Reserve there are 1186 species of insects, 6 species of amphibians, 9 species of reptiles, 39 species of fish, 207 species of birds and 34 species of mammals. The rare wild fauna is represented by 436 species included in national and international conservation list of different ranges. Among them there are 77 species of animals registered in the Red data Book of Ukraine, 59 species included in the global IUCN Red List of Threatened Species, 395 species listed in the European Red List 2011; 251, 105 and 26 species mentioned in the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, and the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, respectively.

*Key words: fauna, rare wild fauna component, insects, fish, amphibian, reptiles, birds, mammals, Khortytsia National Reserve, IUCN, European Red List, Bern convention, Red data Book of Ukraine.*

## ВСТУП

Національний заповідник «Хортиця» (далі – НЗ «Хортиця») розташований у центрі Запоріжжя на о. Хортиця з прилеглою до нього акваторією р. Дніпро та архіпелагом малих островів у нижньому б'єфі Дніпровської ГЕС. Найбільш цінні природні території НЗ «Хортиця», площею 1383 га, входять до складу загальногеологічного заказника загальнодержавного значення «Дніпровські пороги». Ця територія характеризується високим рівнем біологічного та ландшафтного різноманіття. За останніми даними флора НЗ «Хортиця» налічує понад 1200 видів вищих судинних рослин, фауна – понад 1100 видів безхребетних та 292 види хребетних тварин. Різноманіття фауни НЗ «Хортиця» пов'язане як з високим рівнем ландшафтного різноманіття так і з розташуванням о. Хортиця в межах транснаціонального Дніпровського міграційного коридору. Завдяки зазначеним чинникам фауна НЗ «Хортиця» налічує велику кількість раритетних видів, що охороняються національним законодавством України та міжнародними природоохоронними документами, ратифікованими Україною [1].

Ратифікація цих документів покладає на Україну міжнародні зобов'язання по охороні видів флори та фауни, цінних для Європи, і середовищ їх існування. Наступним кроком на шляху України до євроінтеграції в сфері охорони природи є створення національної Смарагдової мережі як елемента Загальноєвропейської екологічної мережі (Emerald Network), метою якої є збереження природної флори, фауни та оселищ. Процес створення в Україні Смарагдової мережі розпочався ще у 2009 році. Наразі понад 270 цінних природних територій в Україні вже набули статусу об'єктів Смарагдової мережі та триває процес створення нових об'єктів.

Мета дослідження: вивчення сучасного раритетного статусу фауни НЗ «Хортиця».

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ДОКУМЕНТИ

За час існування НЗ «Хортиця» проведено наукову роботу щодо вивчення та збереження флори, фауни, природного середовища о. Хортиця за участю наукових співробітників НЗ «Хортиця» і залучених фахівців з профільних наукових установ. Результатом багаторічних досліджень стала інвентаризація земноводних, плазунів, птахів та ссавців на території НЗ «Хортиця». Також уперше складено фауністичний список риб та суттєво розширено фауністичний список комах НЗ «Хортиця». Матеріали інвентаризації стали основою колективної монографії «Природа острова Хортиця. Вип. II». Фауністичні списки, складені на основі інвентаризації фауни, є об'єктом дослідження на раритетну компоненту.

Тепер в Україні діє ряд нормативних документів щодо охорони раритетних видів тварин. Національним законодавством затверджено Червону книгу України. Крім цього, в Україні прийнято закони, що ратифікують ряд міжнародних конвенцій у сфері збереження біологічного різноманіття, зокрема Бернську, Боннську, Вашингтонську конвенції. Юридичним забезпеченням прийнятих Україною зобов'язань з охорони видів та їх місцезнаходжень, визначених міжнародними договорами, є стаття 9 Конституції України,

згідно з якою ратифіковані Україною міжнародні нормативні акти є частиною національного законодавства, та стаття 21 Закону про Червону книгу: «Якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлені інші правила, ніж ті, що містяться у цьому Законі, то застосовуються правила міжнародного договору» [2,3]. Далі наводиться опис конвенцій, за якими проводився аналіз фауни НЗ «Хортиця» на її раритетність.

Найбільш вагомим документом, що регламентує раритетність таксонів світової фауни, є Червоний список Міжнародного союзу охорони природи (далі – МСОП). Згідно з останньою редакцією 3.1 (2001 рік) цього документа таксони поділяються на такі категорії за ступенем раритетності та загроз: EX – таксони, що зникли; EW – таксони, зниклі в дикій природі; CR – перебувають у критичному стані; EN – перебувають у небезпечному стані; VU – вразливі таксони; NT – близькі до стану загрози зникнення; LC – відносно благополучні; DD – дані про таксон недостатні; NE – оцінка відсутня). Для деяких таксонів також використовуються категорії з попередньої редакції 2.3 (1994 рік): LR – група низького ризику [4].

Європейський Червоний список (далі – ЄЧс) використовує категорії Червоного списку МСОП 3.1, оскільки фактично є його регіональною складовою для Європи [5].

Бернська конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (далі – БЕ) має у своїй структурі два додатки зі списками видів, що охороняються: Додаток II. Види фауни, що підлягають особливій охороні; Додаток III. Види фауни, що підлягають охороні [6].

Боннська конвенція про охорону мігруючих видів тварин (далі – БО) містить два додатки: Додаток I включає види, що перебувають під загрозою зникнення; Додаток II включає види, стан яких є несприятливим, збереження та регулювання використання яких потребує міжнародних угод, а також ті види, стан яких міг би істотно покращитися в результаті міжнародного співробітництва, яке може здійснюватися на основі міжнародних угод [7].

Вашингтонська конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни та флори, що перебувають під загрозою зникнення (далі – ВА) містить два додатки: Додаток I включає види, що знаходяться під загрозою зникнення, торгівля якими спричинює чи може спричинити на їхнє існування негативний вплив; Додаток II включає всі види, які зараз не обов'язково перебувають під загрозою зникнення, але можуть опинитися під такою загрозою, якщо торгівля зразками таких видів не буде строго регулюватися для уникнення такого використання, що несумісне з їхнім виживанням [8].

Червона книга України (далі – ЧКУ) містить такі категорії раритетності таксонів: «ЗН» – зниклий; «ЗП» – зниклий у природі; «ЗК» – зникаючий; «ВР» – вразливий; «Р» – рідкісний; «НО» – неоцінений; «НВ» – недостатньо відомий [9].

Вищезазначені скорочення категорій раритетності використані нами в систематичних списках. Систематичні назви таксонів наведено за класифікатором *Fauna Europea* [10].

### **РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ФАУНИ НЗ «ХОРТИЦЯ»**

У результаті дослідження було систематизовано таксономічний склад фауни НЗ «Хортиця» за належністю до категорій раритетності Червоного списку МСОП, Європейського Червоного списку, Бернської, Боннської, Вашингтонської конвенцій, Червоної книги України.

За останніми даними фауністичних досліджень, на території о. Хортиця достовірно відомо про 1186 видів комах, що належать до 192 родин та 25 рядів. Серед них 232 види охороняються на державному рівні згідно з національним та міжнародними червоними списками, а також угод ратифікованих Україною (табл. 1). Із них 38 видів занесені до



Червоного Списку МСОП; 147 видів занесені до ЄЧс, 12 видів занесені до Додатка 2, та 1 вид до Додатка 3 Бернської конвенції. До ЧКУ занесені 35 видів.

Таблиця 1 – Систематичний список раритетної ентомофауни НЗ «Хортиця»

| Латинська назва                                       | Охоронний статус |     |    |     |
|---|------------------|-----|----|-----|
|   | МСОП             | ЄЧс | БЕ | ЧКУ |
| 1   | 2                | 3   | 4  | 5   |
| <i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)              | LC               | LC  | –  | BP  |
| <i>C. splendens</i> (Harris, 1780)                    | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)                | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>L. viridis</i> (Van der Linden, 1825)              | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Coenargione pulchellum</i> (Van der Linden, 1823)  | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)      | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Ischnura elegans</i> (Van der Linden, 1820)        | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)            | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus, 1758)                | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Ae juncea</i> (Linnaeus, 1758)                     | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Ae mixta</i> (Latreille, 1805)                     | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Ae. viridis</i> (Eversmann, 1836)                  | LC               | LC  | 2  | –   |
| <i>Ae. isosceles</i> (Müller, 1767)                   | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)                   | LC               | LC  | –  | BP  |
| <i>Somatochlora metallica</i> (Van der Linden, 1825)  | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>S. graeseri</i> (Selys, 1887)                      | –                | DD  | –  | –   |
| <i>Epiteca bimaculata</i> (Charpentier, 1825)         | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Sympetrum pedemontanum</i> (Müller, 1766)          | LC               | LC  | –  | BP  |
| <i>S. sanguineum</i> (Müller, 1764)                   | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>S. vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)                   | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>S. flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)                  | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)           | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Libellula depressa</i> (Linnaeus, 1758)            | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>L. fulva</i> (Müller, 1764)                        | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>L. quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)             | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)         | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>O. coerulescens</i> (Fabricius, 1798)              | LC               | LC  | –  | –   |
| <i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)           | LC               | LC  | 2  | –   |
| <i>Iris polystictica</i> (Fischer von Waldheim, 1846) | –                | –   | –  | РД  |

| 1   | 2  | 3  | 4 | 5  |
|---|----|----|---|----|
| <i>Mantis religiosa</i> (Linnaeus, 1758)            | LC | –  | – | –  |
| <i>Onconotus servillei</i> (Fischer-Waldheim, 1846) | VU | –  | – | –  |
| <i>Saga pedo</i> (Pallas, 1771)                     | VU | –  | 2 | РД |
| <i>Mantispa styriaca</i> (Poda, 1761)               | –  | –  | – | РД |
| <i>Calosoma sycophanta</i> (Linnaeus, 1758)         | –  | –  | – | ВР |
| <i>Carabus hungaricus</i> (Fabricius, 1877)         | –  | –  | – | ВР |
| <i>Bostrichus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | LC | – | –  |
| <i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)              | –  | NT | 3 | РД |
| <i>Dorcus parallelipedus</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | – | –  |
| <i>Platycerus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | – | –  |
| <i>Sinodendron cylindricum</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | – | –  |
| <i>Osmoderma barnabita</i> (Motschulsky, 1845)      | VU | NT | 2 | ВР |
| <i>Eurythyrea aurata</i> (Pallas, 1776)             | –  | –  | – | РД |
| <i>Cucujus cinnaberinus</i> (Scopoli, 1763)         | VU | NT | 2 | ВР |
| <i>Cerambyx cerdo</i> (Linnaeus, 1758)              | VU | NT | 2 | ВР |
| <i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758)             | –  | LC | – | ВР |
| <i>Dorcadion equestre</i> (Laxmann, 1770)           | –  | –  | – | ВР |
| <i>Callidium violaceum</i> (Linnaeus, 1758)         | –  | LC | – | –  |
| <i>Chlorophorus varius</i> (Müller, 1766)           | –  | LC | – | –  |
| <i>C. figuratus</i> (Scopoli, 1763)                 | –  | LC | – | –  |
| <i>C. sartor</i> (Müller, 1766)                     | –  | LC | – | –  |
| <i>Clytus rhamni</i> (Germar, 1817)                 | –  | LC | – | –  |
| <i>Cyrtoclytus capra</i> (Germar, 1824)             | –  | LC | – | –  |
| <i>Hylotrupes bajulus</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | – | –  |
| <i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795) | –  | LC | – | –  |
| <i>Phymatodes testaceus</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | LC | – | –  |
| <i>Plagionotus arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | LC | – | –  |
| <i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)           | –  | LC | – | –  |
| <i>Ropalopus clavipes</i> (Fabricius, 1775)         | –  | LC | – | –  |
| <i>R. macropus</i> (Germar, 1824)                   | –  | LC | – | –  |
| <i>Xylotrechus rusticus</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | LC | – | –  |
| <i>Protaetia aeruginosa</i> (Drury, 1770)           | –  | NT | – | –  |
| <i>Trichius fasciatus</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | – | –  |
| <i>Valgus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)           | –  | LC | – | –  |

## Продовження таблиці 1

| 1  | 2  | 3  | 4 | 5  |
|--|----|----|---|----|
| <i>Ampedus cinnaberinus</i> (Eschscholtz, 1829)          | –  | LC | – | –  |
| <i>A. pomonae</i> (Stephens, 1830)                       | –  | LC | – | –  |
| <i>A. sanguinolentus</i> (Schrank, 1776)                 | –  | LC | – | –  |
| <i>Denticollis linearis</i> (Linnaeus, 1758)             | –  | LC | – | –  |
| <i>Boreus westwoodi</i> (Hagen, 1866)                    | –  | –  | – | BP |
| <i>Saturnia pyri</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | –  | –  | – | BP |
| <i>Acherontia atropos</i> (Linnaeus, 1758)               | –  | –  | – | РД |
| <i>Hyles hippophaes</i> (Esper, 1793)                    | DD | –  | 2 | –  |
| <i>Hemaris tityus</i> (Linnaeus, 1758)                   | –  | –  | – | РД |
| <i>Marumba quercus</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)    | –  | –  | – | РД |
| <i>Proserpinus proserpina</i> (Pallas, 1772)             | DD | –  | 2 | РД |
| <i>Catocala sponsa</i> (Linnaeus, 1767)                  | –  | –  | – | РД |
| <i>C. fraxini</i> (Linnaeus, 1767)                       | –  | –  | – | BP |
| <i>Carcharodus alceae</i> (Esper, 1780)                  | –  | LC | – | –  |
| <i>Erynnis tages</i> (Linnaeus, 1758)                    | –  | LC | – | –  |
| <i>Muschampia tesselum</i> (Hübner, 1803)                | –  | LC | – | –  |
| <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)                   | –  | LC | – | –  |
| <i>Pyrgus malvae</i> (Linnaeus, 1758)                    | –  | LC | – | –  |
| <i>P. alveus</i> (Hübner, 1803)                          | –  | LC | – | –  |
| <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)            | –  | LC | – | BP |
| <i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)                  | –  | LC | – | BP |
| <i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | –  | LC | 2 | BP |
| <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)           | –  | LC | – | –  |
| <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)                  | –  | LC | – | –  |
| <i>Colias crocea</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)        | –  | LC | – | –  |
| <i>C. erate</i> (Esper, 1805)                            | –  | LC | – | –  |
| <i>C. hyale</i> (Linnaeus, 1758)                         | –  | LC | – | –  |
| <i>C. alfacoriensis</i> Ribbe, 1905                      | –  | LC | – | –  |
| <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)                | –  | LC | – | –  |
| <i>Leptidia sinapis</i> (Linnaeus, 1758)                 | –  | LC | – | –  |
| <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)                 | –  | LC | – | –  |
| <i>P. napi</i> (Linnaeus, 1758)                          | –  | LC | – | –  |
| <i>P. rapae</i> (Linnaeus, 1758)                         | –  | LC | – | –  |
| <i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1758)                 | LC | LC | – | –  |

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5 |
|---|---|----|---|---|
| <i>Apatura metis</i> Freyer, 1829                         | – | LC | – | – |
| <i>A. ilia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)             | – | LC | – | – |
| <i>Argynnis pandora</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)    | – | LC | – | – |
| <i>A. paphia</i> (Linnaeus, 1758)                         | – | LC | – | – |
| <i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)                  | – | LC | – | – |
| <i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)                  | – | LC | – | – |
| <i>Inachis io</i> (Linnaeus, 1758)                        | – | LC | – | – |
| <i>Melitaea cinxia</i> (Linnaeus, 1758)                   | – | LC | – | – |
| <i>M. didima</i> (Esper, 1778)                            | – | LC | – | – |
| <i>M. phoebe</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)           | – | LC | – | – |
| <i>M. trivia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)           | – | LC | – | – |
| <i>Clossiana euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)              | – | LC | – | – |
| <i>Cl. dia</i> (Linné, 1767)                              | – | LC | – | – |
| <i>Neptis rivularis</i> (Scopoli, 1763)                   | – | LC | – | – |
| <i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC | – | – |
| <i>N. urticae</i> (Linnaeus, 1758)                        | – | LC | – | – |
| <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)                 | – | LC | – | – |
| <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)                  | – | LC | – | – |
| <i>V. cardui</i> (Linnaeus, 1758)                         | – | LC | – | – |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC | – | – |
| <i>Arethusana arethusa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | – | LC | – | – |
| <i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC | – | – |
| <i>Hyponephele lupina</i> (Costa, 1836)                   | – | LC | – | – |
| <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)                 | – | LC | – | – |
| <i>L. maera</i> (Linnaeus, 1758)                          | – | LC | – | – |
| <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)               | – | LC | – | – |
| <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)                   | – | LC | – | – |
| <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)                   | – | LC | – | – |
| <i>Favonius quercus</i> (Linnaeus, 1758)                  | – | LC | – | – |
| <i>Thecla betulae</i> (Linnaeus, 1758)                    | – | LC | – | – |
| <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)                   | – | LC | – | – |
| <i>Satyrrium spini</i> (Fabricius, 1787)                  | – | LC | – | – |
| <i>S. w-album</i> (Knoch, 1782)                           | – | LC | – | – |
| <i>S. pruni</i> (Linnaeus, 1758)                          | – | LC | – | – |

## Продовження таблиці 1

| 1  | 2     | 3  | 4 | 5  |
|--|-------|----|---|----|
| <i>S. acaciae</i> (Fabricius, 1787)              | –     | LC | – | –  |
| <i>Tomares nogeli</i> (Herrich-Schäffer, 1851)   | –     | VU | – | BP |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)          | –     | LC | – | –  |
| <i>L. thersamon</i> (Esper, 1784)                | –     | LC | – | –  |
| <i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)            | LR/nt | LC | 2 | –  |
| <i>Everes argiades</i> (Pallas, 1771)            | –     | LC | – | –  |
| <i>alcetas</i> (Hoffmansegg, 1804)               | –     | LC | – | –  |
| <i>Cupido osiris</i> (Meigen, 1829)              | –     | LC | – | –  |
| <i>Celastriana argiolus</i> (Linnaeus, 1758)     | –     | LC | – | –  |
| <i>Scolitantides orion</i> (Pallas, 1771)        | –     | LC | – | –  |
| <i>Pseudophilotes bavius</i> (Eversmann, 1832)   | –     | LC | – | BP |
| <i>Ps. vicrama</i> (Moore, 1865)                 | –     | NT | – | –  |
| <i>Glaucopsyche alexis</i> (Poda, 1761)          | –     | LC | – | –  |
| <i>Phengaris arion</i> (Linnaeus, 1758)          | LR/nt | EN | 2 | –  |
| <i>Plebeius argus</i> (Linnaeus, 1758)           | –     | LC | – | –  |
| <i>Pl. argyrognomon</i> (Bergsträsser, 1779)     | –     | LC | – | –  |
| <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)     | –     | LC | – | –  |
| <i>P. bellargus</i> (Rottemburg, 1775)           | –     | LC | – | –  |
| <i>P. thersites</i> (Cantener, 1835)             | –     | LC | – | –  |
| <i>P. daphnis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | –     | LC | – | –  |
| <i>Megascolia maculata</i> (Drury, 1773)         | –     | –  | – | HO |
| <i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)     | –     | NT | – | –  |
| <i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)           | –     | DD | – | –  |
| <i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)          | –     | LC | – | –  |
| <i>B. lapidarius</i> (Linnaeus, 1761)            | –     | LC | – | –  |
| <i>B. terrestris</i> (Linnaeus, 1758)            | –     | LC | – | –  |
| <i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763)              | –     | LC | – | –  |
| <i>Eucera chrysopyga</i> Pérez, 1879             | –     | LC | – | –  |
| <i>Eu. longicornis</i> (Linnaeus, 1758)          | –     | LC | – | –  |
| <i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius 1793)        | –     | LC | – | –  |
| <i>Megachile parietina</i> (Fourcroy, 1785)      | –     | LC | – | –  |
| <i>M. willughbiella</i> (Kirby 1802)             | –     | LC | – | –  |
| <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758)      | –     | LC | – | –  |
| <i>Xylocopa valga</i> (Gerstäcker, 1872)         | –     | LC | – | РД |

| 1   | 2     | 3   | 4  | 5  |
|---|-------|-----|----|----|
| <i>X. violacea</i> (Linnaeus, 1758)           | –     | LC  | –  | РД |
| <i>Polochrum repandum</i> (Spinola, 1805)     | –     | –   | –  | ВР |
| <i>Formica rufa</i> (Linnaeus, 1761)          | LR/nt | –   | –  | –  |
| <i>Ctenophora festiva</i> (Meigen, 1804)      | –     | –   | –  | ВР |
| <i>Asilus crabroniformes</i> (Linnaeus, 1758) | –     | –   | –  | ВР |
| <i>Satanas gigas</i> (Eversmann, 1855)        | –     | –   | –  | ВР |
| Всього видів комах кожної охоронної категорії | 38    | 147 | 12 | 35 |

До сучасної іхтіофауни НЗ «Хортиця» достовірно входять 39 видів риб, що відносяться до 7 рядів, 11 родин та 32 родів [11]. Серед них 29 видів охороняються на державному рівні згідно з національним та міжнародними червоними списками, а також угодами ратифікованими Україною (табл. 2). До Червоного Списку МСОП занесені 8 видів; до ЄЧс занесені 19 видів; до Додатку 3 Бернської конвенції занесені 12 видів; до ЧКУ занесений 1 вид.

Таблиця 2 – Систематичний список раритетної іхтіофауни НЗ «Хортиця»

| Латинська назва   | Охоронний статус |     |    |     |
|---|------------------|-----|----|-----|
|   | МСОП             | ЄЧс | БЕ | ЧКУ |
| <i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843)             | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)                 | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)     | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)               | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)                 | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)                   | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)                   | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) | NT               | –   | –  | –   |
| <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)                     | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel, 1846) | LC               | –   | –  | –   |
| <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)                 | VU               | VU  | –  | –   |
| <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)             | –                | LC  | –  | ВР  |
| <i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)                  | LC               | –   | 3  | –   |
| <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)              | LC               | –   | 3  | –   |
| <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)                  | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)            | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | –  | –   |
| <i>Syngnathus nigrolineatus</i> (Eichwald, 1831)        | –                | –   | 3  | –   |
| <i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)                | LC               | –   | –  | –   |

## Продовження таблиці 2

| 1   | 2  | 3  | 4  | 5 |
|---|----|----|----|---|
| <i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789)            | –  | –  | 3  | – |
| <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)         | –  | LC | –  | – |
| <i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas, 1814) | –  | LC | –  | – |
| <i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)   | –  | LC | –  | – |
| <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)       | –  | LC | 3  | – |
| <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)      | –  | LC | –  | – |
| <i>Neogobius kessleri</i> (Gunther, 1861)         | LC | –  | 3  | – |
| <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)    | LC | –  | 3  | – |
| <i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837)   | –  | LC | –  | – |
| Всього видів риб кожної охоронної категорії       | 8  | 19 | 12 | 1 |

Станом на 2016 рік фауна НЗ «Хортиця» включає 6 видів земноводних та 9 видів плазунів [12]. Усі види земноводних і плазунів мають раритетний статус (табл. 3). До Червоного Списку МСОП занесені 2 види; до ЄЧс занесені 15 видів; до Додатків 2,3 Бернської конвенції занесені 15 видів; до ЧКУ занесені 4 види.

Таблиця 3 – Систематичний список раритетної батрахо- та герпетофауни НЗ «Хортиця»

| Латинська назва                                | Охоронний статус |     |    |     |
|--|------------------|-----|----|-----|
|  | МСОП             | ЄЧс | БЕ | ЧКУ |
| <i>AMPHIBIA</i>                                |                  |     |    |     |
| <i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)   | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>Bombina bombina</i> (Linnaeus, 1761)        | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Pseudepidalea viridis</i> (Laurenti, 1768)  | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758)           | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Pelobates fuscus</i> (Laurenti, 1768)       | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Rana ridibunda</i> (Pallas, 1771)           | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>REPTILIA</i>                                |                  |     |    |     |
| <i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)       | LR/nt            | NT  | 2  | –   |
| <i>Eremias arguta</i> (Pallas, 1773)           | –                | NT  | 3  | –   |
| <i>Lacerta agilis</i> (Linnaeus, 1758)         | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Lacerta viridis</i> Laurenti, 1768          | –                | LC  | 2  | BP  |
| <i>Natrix natrix</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 3  | –   |
| <i>N. tessellata</i> (Laurenti, 1768)          | –                | LC  | 2  | –   |
| <i>Elaphe sauromates</i> (Pallas, 1811)        | –                | LC  | 2  | BP  |
| <i>Dolichophis caspius</i> (Nagy et al., 2004) | –                | LC  | 2  | BP  |
| <i>Vipera renardi</i> (Christoph, 1861)        | VU               | VU  | 2  | BP  |
| Всього видів кожної охоронної категорії        | 2                | 15  | 15 | 4   |

Орнітофауна Національного заповідника «Хортиця» налічує 207 видів птахів [13, авторські дані С.В. Козодавов]. Із них 204 види мають раритетний статус (табл. 4). До Червоного Списку МСОП занесені 8 видів птахів; до ЄЧс занесені 202 види; до Додатків 2,3 Бернської конвенції занесені 197 видів; до Боннської конвенції занесені 98 видів, з яких 47 видів додатково охороняються дочірньою угодою конвенції про афро-євразійських водно-болотних птахів (АЕВА); до Вашингтонської конвенції занесені 25 видів та до ЧКУ занесені 27 видів птахів.

Таблиця 4 – Систематичний список раритетної орнітофауни НЗ «Хортиця»

| Латинська назва                                | Охоронний статус |     |    |      |    |     |
|--|------------------|-----|----|------|----|-----|
|  | МСОП             | ЄЧс | БЕ | БО   | ВА | ЧКУ |
| 1  | 2                | 3   | 4  | 5    | 6  | 7   |
| <i>Gavia stellata</i> (Pontoppidan, 1763)      | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Gavia arctica</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Podiceps nigricollis</i> (C.L. Brehm, 1831) | –                | LC  | 2  | –    | –  | –   |
| <i>Podiceps grisegena</i> (Boddaert, 1783)     | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)     | –                | LC  | 3  | –    | –  | –   |
| <i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)    | –                | LC  | 3  | –    | –  | –   |
| <i>Phalacrocorax pygmaeus</i> (Pallas, 1773)   | –                | LC  | 2  | 2    | –  | ЗК  |
| <i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)     | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)     | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)  | –                | LC  | 2  | –    | –  | –   |
| <i>Ardeola ralloides</i> (Scopoli, 1769)       | –                | LC  | 2  | –    | –  | РД  |
| <i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)             | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)       | –                | LC  | 2  | –    | –  | –   |
| <i>Ardea cinerea</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 3  | –    | –  | –   |
| <i>Ardea purpurea</i> (Linnaeus, 1766)         | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)        | –                | LC  | 2  | 2    | –  | –   |
| <i>Ciconia nigra</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 2  | 2    | 2  | РД  |
| <i>Branta ruficollis</i> (Pallas, 1769)        | EN               | NT  | 2  | 1,2* | 2  | ВР  |
| <i>Anser anser</i> (Linnaeus, 1758)            | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Anser albifrons</i> (Scopoli, 1769)         | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789)              | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Cygnus cygnus</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 2  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)     | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Anas crecca</i> (Linnaeus, 1758)            | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Mareca strepera</i> (Linnaeus, 1758)        | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |
| <i>Mareca penelope</i> (Linnaeus, 1758)        | –                | LC  | 3  | 1,2* | –  | –   |



## Продовження таблиці 4

| 1  | 2  | 3  | 4 | 5    | 6 | 7  |
|--|----|----|---|------|---|----|
| <i>Anas acuta</i> (Linnaeus, 1758)           | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Spatula querquedula</i> (Linnaeus, 1758)  | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Spatula clypeata</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Aythya ferina</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | VU | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Aythya nyroca</i> (Güldenstädt, 1770)     | NT | LC | 3 | 1,2* | – | BP |
| <i>Aythya fuligula</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Aythya marila</i> (Linnaeus, 1761)        | –  | VU | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Bucephala clangula</i> (Linnaeus, 1758)   | –  | LC | 3 | 1,2* | – | РД |
| <i>Melanitta fusca</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | VU | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Mergellus albellus</i> (Linnaeus, 1758)   | –  | LC | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Mergus serrator</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | NT | 3 | 1,2* | – | BP |
| <i>Mergus merganser</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)       | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | BP |
| <i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)       | –  | NT | 2 | 1,2  | 2 | РД |
| <i>Circus macrourus</i> (S.G. Gmelin, 1771)  | NT | EN | 2 | 1,2  | 2 | ЗК |
| <i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | BP |
| <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)   | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)   | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Buteo lagopus</i> (Pontoppidan, 1763)     | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Buteo rufinus</i> (Cretzschmar, 1827)     | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | РД |
| <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | –  |
| <i>Clanga clanga</i> (Pallas, 1811)          | VU | EN | 2 | 1,2  | 2 | РД |
| <i>Clanga pomarina</i> (C.L. Brehm, 1831)    | –  | LC | 2 | 1,2  | 2 | РД |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> (Linnaeus, 1758) | –  | LC | 2 | 1,2  | 1 | РД |
| <i>Falco cherrug</i> (Gray, 1834)            | EN | EN | 2 | 2    | 2 | BP |
| <i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | 2 | 2    | 2 | –  |
| <i>Falco columbarius</i> (Linnaeus, 1758)    | –  | LC | 2 | 2    | 2 | –  |
| <i>Falco vespertinus</i> (Linnaeus, 1766)    | NT | NT | 2 | 2    | 2 | –  |
| <i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)    | –  | LC | 2 | 2    | 2 | –  |
| <i>Perdix perdix</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)    | –  | LC | 3 | 2    | – | –  |

| 1  | 2  | 3  | 4 | 5    | 6 | 7  |
|--|----|----|---|------|---|----|
| <i>Rallus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)         | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Porzana porzana</i> (Linnaeus, 1766)          | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Porzana parva</i> (Scopoli, 1769)             | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)                | NT | LC | 2 | –    | – | –  |
| <i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Fulica atra</i> (Linnaeus, 1758)              | –  | NT | 3 | 2*   | – | –  |
| <i>Burhinus oediconemus</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | 2 | 2*   | – | HO |
| <i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | 3 | 2*   | – | –  |
| <i>Charadrius hiaticula</i> (Linnaeus, 1758)     | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)         | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)        | –  | VU | 3 | 2*   | – | –  |
| <i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)    | –  | LC | 2 | 2*   | – | BP |
| <i>Haematopus ostralegus</i> (Linnaeus, 1758)    | –  | VU | 3 | –    | – | BP |
| <i>Tringa ochropus</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Tringa glareola</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Tringa nebularia</i> (Gunnerus, 1767)         | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)           | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Tringa erythropus</i> (Pallas, 1764)          | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Tringa stagnatilis</i> (Bechstein, 1803)      | –  | LC | 2 | 1,2* | – | 3К |
| <i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Calidris ferruginea</i> (Pontoppidan, 1763)   | –  | VU | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)          | –  | LC | 2 | 1,2* | – | –  |
| <i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)      | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Scolopax rusticola</i> (Linnaeus, 1758)       | –  | LC | 3 | 1,2* | – | –  |
| <i>Stercorarius longicaudus</i> (Vieillot, 1819) | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Larus ichthyaetus</i> (Pallas, 1773)          | –  | LC | 3 | 2*   | – | 3К |
| <i>Larus minutus</i> (Pallas, 1776)              | –  | NT | 2 | –    | – | –  |
| <i>Larus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)         | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Larus fuscus</i> Linnaeus, 1758               | –  | LC | – | –    | – | –  |
| <i>Larus canus</i> (Linnaeus, 1758)              | –  | LC | 3 | –    | – | –  |
| <i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)         | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |
| <i>Chlidonias leucopterus</i> (Temminck, 1815)   | –  | LC | 2 | 2*   | – | –  |

Продовження таблиці 4

| 1   | 2  | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  |
|---|----|----|---|----|---|----|
| <i>Chlidonias hybrida</i> (Pallas, 1811)                    | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Sterna hirundo</i> (Linnaeus, 1758)                      | –  | LC | 2 | 2* | – | –  |
| <i>Sternula albifrons</i> (Pallas, 1764)                    | –  | LC | 2 | 2* | – | РД |
| <i>Columba palumbus</i> (Linnaeus, 1758)                    | –  | LC | – | –  | – | –  |
| <i>Columba oenas</i> (Linnaeus, 1758)                       | –  | LC | 3 | –  | – | ВР |
| <i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)                         | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)           | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)                 | –  | VU | 3 | –  | – | –  |
| <i>Cuculus canorus</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)                           | –  | LC | 2 | –  | 2 | –  |
| <i>Asio flammeus</i> (Pontoppidan, 1763)                    | –  | LC | 2 | –  | 2 | РД |
| <i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)                          | –  | LC | 2 | –  | 2 | РД |
| <i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)                        | –  | LC | 2 | –  | 2 | –  |
| <i>Caprimulgus europaeus</i> (Linnaeus, 1758)               | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)                           | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Coracias garrulus</i> (Linnaeus, 1758)                   | NT | LC | 2 | 2  | – | ЗК |
| <i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)                       | –  | VU | 2 | –  | – | –  |
| <i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 2 | 2  | – | –  |
| <i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)                         | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Jynx torquilla</i> (Linnaeus, 1758)                      | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Picus canus</i> (Gmelin, 1788)                           | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)                   | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Dendrocopos syriacus</i><br>(Hemprichet Ehrenberg, 1833) | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Leiopicus medius</i> (Linnaeus, 1758)                    | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus, 1758)                   | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)                   | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Calandrella cinerea</i> (Gmelin, 1789)                   | –  | –  | 3 | –  | – | –  |
| <i>Melanocorypha calandra</i> (Linnaeus, 1766)              | –  | LC | 2 | –  | – | –  |
| <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 3 | –  | – | –  |
| <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)                     | –  | LC | 3 | –  | – | –  |

| 1  | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7  |
|--|---|----|---|---|---|----|
| <i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)           | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)           | – | NT | 2 | – | – | –  |
| <i>Anthus cervinus</i> (Pallas, 1811)              | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Motacilla feldegg</i> (Michahelles, 1830)       | – | –  | 2 | – | – | –  |
| <i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Lanius minor</i> (Gmelin, 1788)                 | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Lanius excubitor</i> (Linnaeus, 1758)           | – | VU | 2 | – | – | РД |
| <i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758             | – | LC | – | – | – | –  |
| <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | – | – | – | –  |
| <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)                  | – | LC | – | – | – | –  |
| <i>Nucifraga caryocatactes</i> (Linnaeus, 1758)    | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC | – | – | – | –  |
| <i>Corvus frugilegus</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | – | – | – | –  |
| <i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)               | – | LC | 3 | – | – | –  |
| <i>Bombycilla garrulus</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)    | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Locustella luscinioides</i> (Savi, 1824)        | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Locustella fluviatilis</i> (Wolf, 1810)         | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)          | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758) | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Acrocephalus palustris</i> (Bechstein, 1798)    | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Acrocephalus scirpaceus</i> (Hermann, 1804)     | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758)  | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Hippolais icterina</i> (Vieillot, 1817)         | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sylvia nisoria</i> (Bechstein, 1795)            | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)         | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)               | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)              | – | LC | 2 | – | – | –  |
| <i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC | 2 | – | – | –  |

## Продовження таблиці 4

| 1  | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|---|----|---|---|---|---|
| <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)   | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)   | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793) | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)         | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Ficedula albicollis</i> (Temminck, 1815)      | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1794)          | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)          | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)         | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766)        | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Oenanthe pleschanka</i> (Lepechin, 1770)      | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Oenanthe isabellina</i> (Temminck, 1829)      | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)  | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774) | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)       | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Luscinia luscinia</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Luscinia svecica</i> (Linnaeus, 1758)         | – | LC | 2 | 2 | – | – |
| <i>Turdus pilaris</i> (Linnaeus, 1758)           | – | LC | 3 | 2 | – | – |
| <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC | 3 | 2 | – | – |
| <i>Turdus iliacus</i> (Linnaeus, 1766)           | – | NT | 3 | 2 | – | – |
| <i>Turdus philomelos</i> (C. L. Brehm, 1831)     | – | LC | 3 | 2 | – | – |
| <i>Turdus viscivorus</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 3 | 2 | – | – |
| <i>Panurus biarmicus</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)      | – | LC | 3 | – | – | – |
| <i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)         | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Parus palustris</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Parus ater</i> (Linnaeus, 1758)               | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Parus caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)              | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Certhia familiaris</i> (Linnaeus, 1758)       | – | LC | 2 | – | – | – |
| <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | – | – | – | – |
| <i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC | 3 | – | – | – |
| <i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)        | – | LC | 3 | – | – | – |
| <i>Fringilla montifringilla</i> (Linnaeus, 1758) | – | LC | 3 | – | – | – |

| 1   | 2 | 3   | 4   | 5  | 6  | 7  |
|---|---|-----|-----|----|----|----|
| <i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Carduelis spinus</i> (Linnaeus, 1758)              | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)           | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Acanthis cannabina</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Acanthis flammea</i> (Linnaeus, 1758)              | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC  | 3   | –  | –  | –  |
| <i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758) | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Emberiza calandra</i> (Linnaeus, 1758)             | – | LC  | 3   | –  | –  | –  |
| <i>Emberiza citrinella</i> (Linnaeus, 1758)           | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)          | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| <i>Emberiza hortulana</i> (Linnaeus, 1758)            | – | LC  | 3   | –  | –  | –  |
| <i>Plectrophenax nivalis</i> (Linnaeus, 1758)         | – | LC  | 2   | –  | –  | –  |
| Всього видів птахів кожної охоронної категорії        | 8 | 202 | 197 | 98 | 25 | 27 |

Примітка: \* – позначені види, що додатково охороняються угодою про афро-євразійських водно-болотних птахів (AEWA)

Сучасна теріофауна НЗ «Хортиця» налічує 31 вид ссавців [14]. Із них 16 видів мають раритетний статус (табл. 5). Три види ссавців занесені до Червоного Списку МСОП; 12 – до ЄЧс; до Додатків 2, 3 Бернської конвенції занесені 15 видів; до Боннської конвенції занесені 7 видів; до Вашингтонської конвенції занесений 1 вид, та до ЧКУ занесені 10 видів ссавців.

Таблиця 5 – Систематичний список раритетної теріофауни НЗ «Хортиця»

| Латинська назва                                   | Охоронний статус |     |    |    |    |     |
|---|------------------|-----|----|----|----|-----|
|   | МСОП             | ЄЧс | БЕ | БО | ВА | ЧКУ |
| <i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)        | –                | LC  | 3  | –  | –  | –   |
| <i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)       | –                | –   | 2  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Vespertilio murinus</i> (Linnaeus, 1758)       | –                | LC  | 2  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)            | –                | LC  | 2  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)          | –                | LC  | 2  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Nyctalus lasiopterus</i> (Schreber, 1780)      | NT               | DD  | 2  | 2  | –  | ЗК  |
| <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774) | –                | LC  | 3  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | LC  | 2  | 2  | –  | ВР  |
| <i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)             | –                | LC  | 3  | –  | –  | –   |
| <i>Sciurus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)          | –                | –   | 3  | –  | –  | –   |
| <i>Spalax zemni</i> (Erxleben, 1777)              | VU               | VU  | –  | –  | –  | НВ  |
| <i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)               | NT               | NT  | 2  | –  | 1  | НО  |
| <i>Martes foina</i> (Erxleben, 1777)              | –                | LC  | 3  | –  | –  | –   |
| <i>Mustela eversmanni</i> (Lesson, 1827)          | –                | LC  | 2  | –  | –  | ЗК  |
| <i>Cervus nippon</i> (Temminck, 1838)             | –                | –   | 3  | –  | –  | –   |
| <i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)       | –                | –   | 3  | –  | –  | –   |
| Всього видів ссавців кожної охоронної категорії   | 3                | 12  | 15 | 7  | 1  | 10  |

Цей перелік раритетних видів не є остаточним, оскільки в перспективі будуть суттєво доповнені фауністичні списки комах, також необхідні подальші дослідження іхтіофауни в акваторії р. Дніпро навколо о. Хортиця, проведення постійного моніторингу птахів (із 2009 року проводяться середньосічневі та середньосерпневі обліки водно-болотних птахів у рамках міжнародних програм обліків), уточнення статусу перебування на о. Хортиця деяких видів рукокрилих та гризунів.

### УЗАГАЛЬНЕННЯ

Раритетна компонента фауни НЗ «Хортиця» представлена 436 видами, занесеними до національних та міжнародних охоронних списків різного рангу. 59 видів тварин занесені до баз даних МСОП (IUCN), 395 видів – до Європейського Червоного списку, 251 вид знаходиться під охороною Бернської конвенції, 105 видів – Боннської конвенції, 26 видів – Вашингтонської конвенції, 77 видів занесені до Червоної книги України,

Згідно з Червоним списком МСОП на території НЗ «Хортиця» вразливими є 9 видів тварин, близькими до стану загрози – 8 видів, бракує даних про 2 види, та 40 видів відносно благополучні. Згідно з Європейським Червоним списком перебувають у небезпечному стані 4 види тварин, вразливими є 13 видів, близькими до стану загрози – 18 видів, бракує даних про 3 види, та 357 видів відносно благополучні. Згідно з Бернською конвенцією підлягають особливій охороні 166 видів тварин, підлягають охороні – 85 видів. Згідно з Боннською конвенцією на території НЗ «Хортиця» зустрічається 46 видів мігруючих птахів, що перебувають під загрозою зникнення; 52 види птахів та 7 видів ссавців, стан яких є несприятливим. Згідно з Вашингтонською конвенцією на території НЗ «Хортиця» зустрічається 1 вид птахів та 1 вид ссавців, що перебуває під загрозою зникнення, а також 24 види птахів, що можуть опинитися під загрозою зникнення. Згідно з Червоною книгою України 5 видів птахів та 2 види ссавців фауни НЗ «Хортиця» є зникаючими в національному масштабі, 42 види є вразливими, 24 види – рідкісними, 3 види – неоціненними, та 1 вид – недостатньо відомий.

Згідно з проведеним аналізом раритетності фауни о. Хортиця з прилеглими до нього малими островами та акваторією р. Дніпро, що входить до складу НЗ «Хортиця», є цінним природним об'єктом міжнародного значення. Надання цій території статусу об'єкта Загальноєвропейської Смарагдової мережі та водно-болотного угіддя міжнародного значення є пріоритетним завданням і для сектора охорони природи НЗ «Хортиця» і для всіх науковців, не байдужих до збереження цього унікального природного об'єкта. Проведене узагальнення інформації про раритетну фауну НЗ «Хортиця», статус видів згідно з перерахованими природоохоронними документами, є необхідним початковим кроком в процесі обґрунтування та заявки для надання НЗ «Хортиця» статусу об'єкта Смарагдової мережі та водно-болотного угіддя міжнародного значення.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Заповідна Хортиця: зб. праць співробітників заповідника / [упоряд. О. П. Мірущенко]. – Запоріжжя : Дике поле. – 2006. – Вип. 1. – С. 262-285.
2. Конституція України [Електронний ресурс]: «Законодавство України» ВР України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр>
3. Закон України «Про Червону книгу України» [Електронний ресурс]: «Законодавство України» ВР України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3055-14>
4. The IUCN Red List of Threatened Species [Електронний ресурс] // International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. – Режим доступу : <http://www.iucnredlist.org/#>

5. European Red List [Електронний ресурс] // Environment Directorate General of the European Commission. – Режим доступу : <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>
6. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm>
7. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals [Electronic resource]. – Режим доступу : <http://www.cms.int>
8. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
9. Червона книга України. Тваринний світ / [за ред. І. А. Акімова]. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 600 с.
10. Fauna Europea: name search [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://faunaeur.org>
11. Козодавов С. В. Зміна іхтіофауни острова Хортиця на протязі ХХ століття / С. В. Козодавов // Зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. «Динаміка біологічного та ландшафтного різноманіття заповідних територій», (Кам'янець-Подільський, 25-27 травня 2016 р.). – Кам'янець-Подільський. – 2016. – С. 125-129.
12. Петроченко В. И. Герпетофауна острова Хортиця / В. И. Петроченко // Вестник зоологии. – 1990. – № 6. – С. 78-80.
13. Гудина А. Н. Конспект авифауны Запорожской области / А. Н. Гудина // Природа острова Хортиця: сб. науч. трудов. – Запорожье. – 1993. – Вып. 1. – С.102-146.
14. Петроченко В. І. Біорізноманіття хребетних тварин Національного заповідника «Хортиця» / В. І. Петроченко // Сучасні проблеми біології, екології та хімії : зб. матеріалів між народ. наук. конф., 29 бер. – 01 квіт. 2007 р. – Запоріжжя, 2007. – С. 416-417.

## REFERENCES

1. Zapovidna Horticja: zb. prac' spivrobotnikiv zapovidnika / [uporjad. O.P. Mirushhenko]. – Zaporizhzhja: Dike pole. – 2006. – Vip. 1. – S. 262-285.
2. Konstitucija Ukraini [Elektronnij resurs]: «Zakonodavstvo Ukraini» VR Ukraini. – Rezhim dostupu : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/254k/96-vr>
3. Zakon Ukraini «Pro Chervonu knigu Ukraini» [Elektronnij resurs]: «Zakonodavstvo Ukraini» VR Ukraini. – Rezhim dostupu : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3055-14>
4. The IUCN Red List of Threatened Species [Elektronnij resurs] // International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. – Rezhim dostupu : <http://www.iucnredlist.org/#>
5. European Red List [Elektronnij resurs] // Environment Directorate General of the European Commission. – Rezhim dostupu : <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>
6. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm>
7. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals [Electronic resource] – Rezhim dostupu : <http://www.cms.int>
8. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
9. Chervona kniga Ukraini. Tvarinnij svit / [za red. I.A. Akimova]. – K. : Globalkonsalting, 2009. – 600 s.
10. Fauna Europea: name search [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://faunaeur.org>
11. Kozodavov S.V. Zmina ihtiofauni ostrova Horticja na protjazi HH stolittja / S.V. Kozodavov // Zb. nauk. prac' za materialami mizhnar. nauk.-prakt. konf. [«Dinamika biologichnogo ta landshaftnogo riznomanittja



- zapovidnih teritorij)], (Kam'janec'-Podil's'kij, 25-27 travnja 2016 r.). – Kam'janec'-Podil's'kij. – 2016. – S. 125-129.
12. Petrochenko V.I. Gerpetofauna ostrova Hortica / V.I. Petrochenko // Vestnik zoologii. – 1990. – № 6. – S. 78-80.
  13. Gudina A.N. Konspekt avifauny Zaporozhskoj oblasti / A.N. Gudina // Priroda ostrova Hortica: sb. nauch. trudov. – Zaporozh'e. – 1993. – Vyp.1. – S.102-146.
  14. Petrochenko V.I. Bioriznomanittja hrebetnih tvarin Nacional'nogo zapovidnika «Horticja» / V.I. Petrochenko // Suchasni problemi biologii, ekologii ta himii: zb. materialiv mizh narod. nauk. konf., 29 ber. – 01 kvit. 2007 r. – Zaporizhzhja, 2007. – S. 416-417.

УДК 616-022.854:582.998.1]-047.36(477.64-25) "2012/2016"

## ДИНАМІКА ПАЛІНАЦІЇ АМБРОЗІЇ В ЗАПОРІЖЖІ В ПЕРІОД ІЗ 2012 ПО 2016 РІК

Малеєва Г.Ю., Приходько О.Б.

*Запорізький державний медичний університет  
69035, Україна, Запоріжжя, вул.Маяковського, 26*

a.maleeva\_1985@mail.ru,  
alex.33@mail.ru

У статті аналізуються особливості палінації амброзії в м. Запоріжжя в період 2012-2016 років. Увага акцентується на закономірностях зміни концентрації амброзії в атмосферному повітрі міста. Відзначається вплив метеорологічних факторів на зміну концентрації пилку амброзії та доводиться доцільність використання прогнозу метеоумов для більш точного прогнозування аероалергенної ситуації.

*Ключові слова: пилко амброзії, моніторинг, палінація, метеорологічні умови.*

Малеєва А.Ю., Приходько А.Б. ДИНАМИКА ПАЛИНАЦИИ АМБРОЗИИ В ЗАПОРОЖЬЕ В ПЕРИОД С 2012 ПО 2016 ГОД / Запорожский государственный медицинский университет; 69035, Украина, Запорожье, ул. Маяковского, 26

В статье анализируются особенности палинации амброзии в г. Запорожье в период 2012-2016 годов. Внимание акцентируется на закономерностях изменения концентрации амброзии в атмосферном воздухе города. Отмечается влияние метеорологических факторов на изменение концентрации пыльцы амброзии и доказывается целесообразность использования прогноза метеоусловий для более точного прогнозирования аэроаллергенной ситуации.

*Ключевые слова: пыльца амброзии, мониторинг, палинация, метеорологические условия.*

Maleeva A.Y., Prikhodko A.B. DYNAMICS OF AMBROSIA PALLINATION IN ZAPORIZHZHYA CITY DURING PERIOD FROM 2012 TO 2016 YEAR / Zaporozhye State Medical University; 69035, Ukraine, Zaporizhzhya, Mayakovsky avenue, 26

Pollen grains play an important role in airborne allergy. Among the most important invasive plants in Ukraine, Ambrosia, or common ragweed involves the highest environmental threat through its impact on pollen allergy and other social and economic injuries. Ambrosia pollen can cause allergic rhinitis, conjunctivitis, asthma and less frequently eczema or tiredness. Because of its importance in public health, counting of ambrosia pollen concentration and finding the relationship between the meteorological elements and the pollen season is an issue of great importance in aerobiology and can be an effective tool in its mitigation and control, but only few papers have been published on this question.

The aim of the present study was to learn Ambrosia pollen concentrations in the air of Zaporozhye and to analyze the effect of weather conditions on Ambrosia pollen content in the air during period of 2012-2016 years. Ragweed pollen grains were collected using continuously running hand-made outdoor volumetric spore trap with a permanent connection to the power supply and based on the proposals by Hirst. Sampling is achieved by the impact of air sucked onto an adhesive scotch tape to catch airborne particles. The tape is mounted on a drum that rotates at one complete revolution per week. The data obtained were properly counted using vertical sweeps pollen counting method and expressed as the number of pollen grains per 1 m<sup>3</sup> of air. For the start of the season was used the method of 5th

percentile (the value below which 5% of the ambrosia pollen may be found), for the end – 95th percentile (the value below which 95% of the ambrosia pollen may be found). This study shows that the Ambrosia pollen season in Zaporozhye lasts from mid-July till mid-October. Every year the concentration of Ambrosia pollen slowly increases until get its seasonal peak. The days of seasonal peaks every year are different and vary from the middle of the August till the beginning of September. In 2012 maximal concentration of Ambrosia was 713 pollen grains on 13<sup>th</sup> of September, in 2013 – 980 grains on 19<sup>th</sup> of August, then, in 2014 Ambrosia peak data was on 4<sup>th</sup> of September – 472 pollen grains and in 2016 the maximal concentration was 799 grains on 31<sup>st</sup> of August. The total seasonal concentration of Ambrosia pollen in the air of Zaporozhye is great and depends not only on plant phenology, but also on meteorological conditions. In 2012 were counted 7774 pollen grains, in 2013 we found 11625 grains of ragweed, in 2014 – were detected only 4773 pollen grains, in 2015 – 8547 and in 2016 – 10534 grains of ambrosia. Favorable combination of weather conditions can cause an increasing of pollen grains level and unfavorable combination can reduce its number. For example, ragweed pollen concentrations can increase proportionally to the daily mean air temperature and shows an inverse relationship with the daily relative humidity. The most important meteorological factors affecting Ambrosia pollen concentrations are air temperature, precipitations and strong wind.

The study of relationship between Ambrosia pollen concentrations and meteorological conditions will help to make better aeroallergic forecasting and prevention of allergic diseases among the population.

*Key words: Ambrosia pollen, monitoring, pollination, meteorological conditions.*

## **ВСТУП**

Останнім часом науковці багатьох країн приділяють велику увагу моніторингу та прогнозуванню аероалергенної ситуації [1]. Їх основною метою є зменшення ризику виникнення алергічних реакцій у населення, що викликаються пилом анемофільних рослин та спорами грибів [2].

У сучасному індустріальному світі алергічні захворювання посідають чи не найперше місце серед масових хвороб у населення. Розповсюдження алергічного риніту та бронхіальної астми пов'язане не лише з промисловим забрудненням, але й із значним зростанням кількості пилку анемофільних рослин в атмосферному повітрі [3]. Досить часто причиною алергічної сенсibiliзації стає саме пилок амброзії [4]. Як відомо, її насіння випадково потрапило до Європи лише наприкінці ХІХ сторіччя, але потім ця рослина змогла дуже швидко заповнити значні території у різних країнах.

Амброзія завдає шкоди сільському господарству, а її пилок погіршує здоров'я населення [5]. Зараз, найбільш зараженими є території Франції, Північної Італії, України та Східної Росії [6]. Одночасно із зростанням кількості амброзії, щорічно збільшується і кількість пацієнтів із сенсibiliзацією до пилку амброзії. Так, серед населення Угорщини 60% мають алергічні реакції на пилок амброзії [7], у Франції страждає 47% населення [8], а в Північній Італії кількість хворих з 24% у 1989 році досягло аж 70% у 2008 [9].

У багатьох країнах світу проводиться багаторічний аероалергенний моніторинг, який дозволяє прослідкувати динаміку палінації амброзії. Такі дослідження допомагають спрогнозувати аероалергенну ситуацію та покращити профілактику алергічних захворювань, що викликаються в населення пилом амброзії [10, 11]. У Запорізькому державному медичному університеті з 2006 року організовано моніторинг, що дозволяє порівнювати щорічні результати із даними, отриманими під час проведення багаторічних спостережень [12, 13].

Мета роботи – проаналізувати динаміку палінації амброзії в м. Запоріжжя в період з 2012 по 2016 роки, та встановити тенденції зміни аероалергенної ситуації на основі даних, отриманих під час проведення аероалергенного моніторингу.

## **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Для визначення концентрації пилку амброзії використано волюметричний метод, який є найбільш розповсюдженим для проведення аеробіологічного моніторингу в країнах

Європи та світу [14, 15]. Технічні характеристики пилкоуловлювача відповідають пилковій пастці Хірста, коли відомий об'єм повітря проходить через прилад, що має барабан з липкою стрічкою. Швидкість потоку повітря складає 10 л/хв, барабан обертається зі швидкістю 2 мм/год та робить повний оберт за сім днів, густина об'єктів на препараті – 21,4 л/мм<sup>2</sup>. Прилад щорічно проходить метрологічну атестацію.

Раз на тиждень липку стрічку обережно знімають із барабана та розрізають відповідно до днів тижня. Відрізки розміщують на предметному склі, фіксують та фарбують гліцерин-желатиною сумішшю із додаванням фуксину. Зразки вивчаються під світловим мікроскопом при збільшенні  $\times 400$ . Для отримання статистично достовірних результатів потрібно продивитися не менше, ніж 10-12% загальної площі препарату [16]. Для підрахунку пилку використовують кілька різних методів. Одним із них є метод так званих «дотичних полів зору». Вивчаються дотичні поля на 3-5 горизонтальних лініях, які відокремлені одна від одної приблизно на 2 мм. Після підрахунку пилку на одному полі зору, препарат переміщують так, щоб край наступного поля дотикався до краю попереднього. Перевагою такого методу є те, що використовувати його можна фіксувати наявність пилку в конкретний момент доби доби (рис. 1).

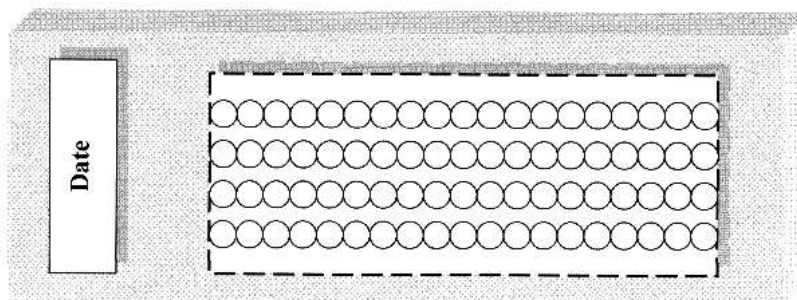


Рис. 1. Дотичні поля зору

Другим методом є метод «горизонтальних проходів». Тут також досліджують 3-5 горизонтальних ліній препарату, з відстанню між ними 2 мм. Препарат переміщують згідно з напрямком руху липкої стрічки в барабані, що дозволяє оцінити зміну кількості пилку впродовж доби. Оскільки барабан обертається зі швидкістю 2 мм/год, пилки, який було впіймано за одну годину, буде знаходитися на ділянці  $2 \times 14$  мм (рис. 2).

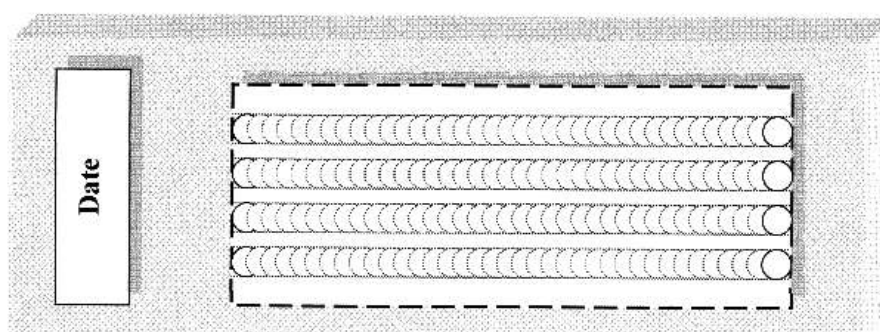


Рис. 2. Горизонтальні проходи

Третій спосіб підрахунку – це метод вертикальних проходів. Препарат поділяють на 12 поперечних проходів, з інтервалом між кожним у 4 мм. Таким чином визначають концентрацію пилку в повітрі через кожні дві години. Цей метод доцільно використовувати, якщо треба отримати дані в певний момент часу (рис. 3).

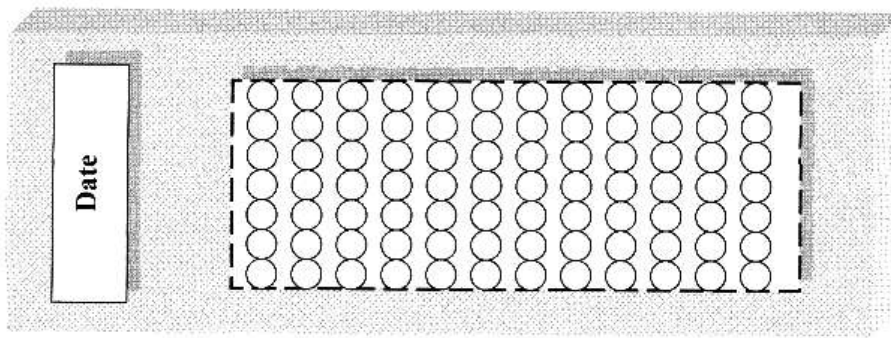


Рис. 3. Вертикальні проходи

Дуже простим та швидким у застосуванні є метод випадкових полів зору. Для отримання статистично достовірних результатів проводять підрахунок пилоквих зерен на 300-500 полях, які знаходяться в різних частинах препарату. У випадку використання цього методу неможливо прослідкувати зміну концентрації пилку щогодини, оскільки розподіл пилку на стрічці не буває рівномірним та залежить від фенології рослини, оточуючого середовища, типу пилку (рис. 4).

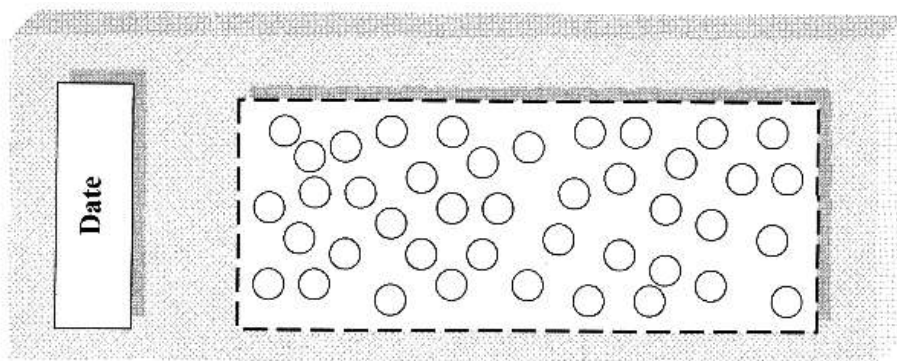


Рис. 4. Випадкові поля зору

Для можливості простеження поведінки пилку в часі треба постійно користуватись однаковим методом. Під час проведення підрахунку пилоквих зерен можуть виникати помилки в інтерпретації отриманих результатів, які пов'язані з багатьма чинниками. Найбільш розповсюдженими є:

1. Помилки, пов'язані з технікою підрахунку. Можуть бути спричинені тим, що мікроскоп було неправильно сфокусовано (липка стрічка на препараті не завжди ідеально рівно лежить, тому потрібно правильно корегувати та налаштувати чіткість поля зору). Проблеми можуть виникнути також, якщо на одному полі зору знаходиться багато пилоквих зерен, або зерна знаходяться на периферії поля зору. Точність отриманих результатів також залежить від проценту проаналізованої площі препарату.
2. Помилки, пов'язані з ідентифікацією пилоквих зерен. Можуть виникати, якщо пилок погано пофарбувався, втратив свою цілісність, або опинився за іншим об'єктом органічного або неорганічного походження. Ідентифікація може бути важкою ще й тому, що деякі види пилоквих зерен дуже подібні за своєю морфологією та формою.
3. Помилки, пов'язані з виготовленням препаратів. Неправильно підібрана та нанесена на стрічку клейка речовина (зазвичай використовують гліцерин-желатин), неякісна липка стрічка, неохайне закріплення липкої стрічки на барабані та потрапляння бульбашок повітря під накривне скельце також може призвести до помилок у підрахунках.

Згідно з технічними характеристиками пастки, щодоби через неї проходить  $14,4 \text{ м}^3$  повітря. Увесь пилок, що міститься в цьому об'ємі, буде розподілятися на поверхні стрічки площею  $672 \text{ мм}^2$  (стрічка розміром  $14 \times 48 \text{ мм}$ ). Якщо ми знаємо загальну площу липкої стрічки, то використовуючи пропорцію, можемо підрахувати загальну добову кількість пилку, використовуючи дані, отримані під час мікроскопування 10-12% препарату. Також для підрахунку треба знати діаметр поля зору мікроскопа. Його можливо виміряти тільки з використанням спеціального предметного скла з нанесеною мікрометричною шкалою, або за допомогою мірної шкали на окулярі.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення аеробіологічного моніторингу атмосферного повітря було підраховано кількість пилку амброзії в період з 2012-2016 роки (рис. 5).

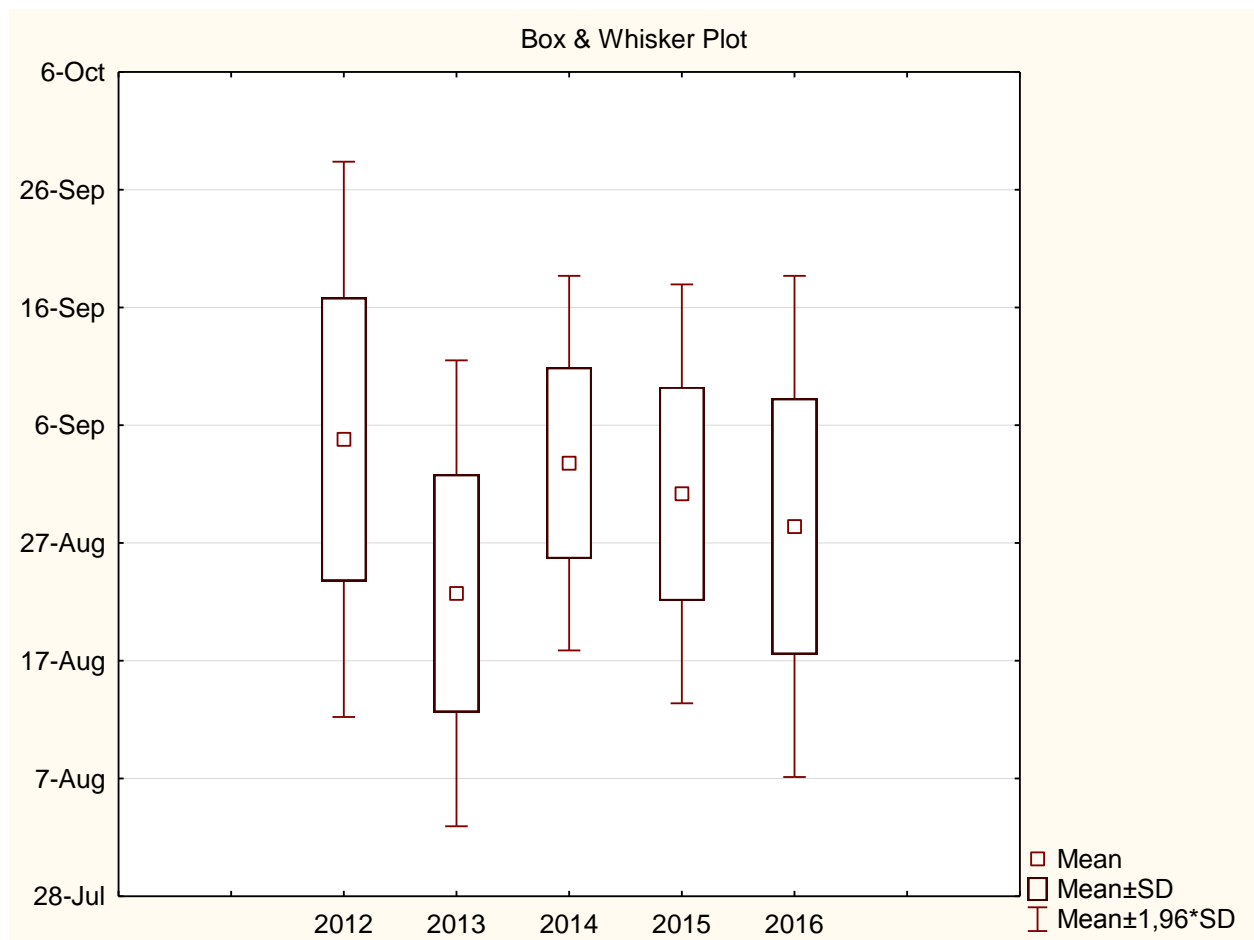


Рис. 5. Термін палінації амброзії в м. Запоріжжі

У 2012 році було визначено 7774 пилкові зерна, що склало 70% від середньої кількості, отриманої під час проведення багаторічних спостережень. Це перевищує загальну кількість, що було визначено у 2011 році, та свідчить про сприятливі погодні умови для палінації амброзії. Згідно з отриманими даними, цвітіння амброзії розпочалось 16 березня, але такі результати викликані тим, що в цьому місяці було відмічено посилення поривчастого вітру, який підіймав у повітря торішній пилок разом із брудом та пилом. Насправді ж, дев'яносто відсотків пилку амброзії було зафіксовано в період з першої декади серпня до 28 вересня. Максимальну кількість амброзії в атмосферному повітрі було визначено 13 вересня і вона склала 713 пилкові зерна. Усередненим днем палінації було 24 серпня,  $\sigma = 48$  діб.

У 2013 році цвітіння амброзії розпочалось 9 серпня (5-й перцентиль) та завершилось 12 вересня (95-й перцентиль). Усього було визначено 11625 пилкових зерен, що склало 104% від загальної середньої кількості пилку. 19 серпня було зафіксовано максимальну кількість амброзії в атмосферному повітрі – 980 пилкових зерен. Значне перевищення нормальної концентрації пилку визначено 18 серпня – 657 та 21 серпня – 716 пилкових зерен, що відповідає синоптичній ситуації. Термін палінації склав 34 дні. Усередненим днем було 22 серпня,  $\sigma = 12,3$  діб. Упродовж 49 днів кількість пилку в атмосферному повітрі перевищувала концентрацію 20 зерен, а впродовж 30 днів – 100 зерен у кубометрі. Оскільки погодні умови були сприятливими для палінації амброзії, помічається збільшення кількості її пилкових зерен порівняно із попередніми роками.

У 2014 році масове цвітіння розпочалось у першій декаді серпня. Максимальна кількість пилку була зафіксована 4 вересня і склала 472 пилкові зерна в кубометрі повітря. Також відмічалася висока концентрація амброзії в повітрі 29-30 серпня та 5 вересня, і становила відповідно 428, 443 та 353 пилкові зерна в кубометрі атмосферного повітря. Усього було визначено 4773 пилкових зерна, що складає 43% від середніх показників, отриманих під час проведення багаторічних моніторингових спостережень. Усередненим днем було 1 вересня,  $\sigma = 14,7$  діб. У порівнянні з минулими роками спостерігається зменшення кількості пилку амброзії в повітрі. Це може бути пов'язано з несприятливою комбінацією метеорологічних умов до початку, а також під час цвітіння амброзії, і з успішно проведеними заходами по боротьбі з карантинними рослинами.

У 2015 році пилки амброзії з'явився в повітрі в перші дні серпня. Висока концентрація пилку відмічалась 30 серпня – 508 зерен, 31 серпня – 497 зерен та 6 вересня – 769 зерен у кубометрі повітря. Упродовж 47 днів кількість пилку в атмосферному повітрі перевищувала концентрацію 20 зерен у м<sup>3</sup>. Максимальна кількість пилку була зафіксована 2 вересня і склала 1052 пилкові зерна. Усього було визначено 9547 пилкових зерен, що складає 85% від даних, отриманих під час проведення багаторічних спостережень. Усередненим днем було 30 серпня,  $\sigma = 10$  діб. Палінація тривала 33 дні (5 перцентиль припав на 13 серпня, а 95 перцентиль – на 14 вересня). Порівняно з минулим роком спостерігається збільшення кількості пилку амброзії в повітрі. Незначне зміщення періодів палінації пов'язане з погодними умовами, що склалися наприкінці серпня-початку вересня.

У 2016 році палінація амброзії розпочалась пізніше. П'ятий перцентиль було визначено 10 серпня. Палінація тривала 39 днів та завершилась 18 вересня (95-й перцентиль). Упродовж 52 днів кількість пилку в атмосферному повітрі перевищувала концентрацію 20 зерен, а впродовж 34 днів – 100 зерен у кубометрі. Значне збільшення концентрації пилку було відмічено 21 серпня – 691 зерно, 25 серпня – 728 зерен та 30 серпня – 706 зерен у кубометрі повітря. Максимальну кількість пилку амброзії було визначено 31 серпня, коли вона склала 799 пилкових зерен у кубометрі повітря. Усього було визначено 10534 пилкові зерна. Усередненим днем було 28 серпня,  $\sigma = 10$  діб. Зростання кількості пилку амброзії у 2016 році викликані перш за все сприятливими умовами для вегетації цієї рослини. До того ж, сильний вітер та відсутність опадів наприкінці серпня сприяли ускладненню ситуації та збільшенню кількості пилку в повітрі м. Запоріжжя.

Подальший аналіз зв'язку розподілу пилку по днях палінації з особливостями метеорологічних умов дозволить створити математичну модель, що буде використовуватись для побудови алергопрогнозів. Завдяки своєчасному та більш точному прогнозуванню, зростуть шанси лікарів-алергологів мінімізувати ризик загострення поленових алергій у населення шляхом корегування інтенсивності проведення терапії, а пацієнти, що мають сенсibilізацію отримають змогу планувати дії стосовно знаходження на відкритому повітрі, що дозволить уникнути ускладнень.

## ВИСНОВКИ

1. У період з 2012 по 2016 рік спостерігається зменшення концентрації пилку амброзії в атмосферному повітрі Запоріжжя порівняно з даними, отриманими при проведенні багаторічних спостережень. Такі результати можуть бути викликані тим, що в останні роки в місті вживають більш потужних та ефективних заходів боротьби з карантинними рослинами.
2. Метеорологічні особливості року можуть значно змінити показники концентрації пилку амброзії відносно середньорічних. Так, у 2012 році спостерігалася найнижча концентрація пилку амброзії в атмосферному повітрі за проаналізований період. Це пов'язано з тим, що в період з 27 по 30 серпня, коли зазвичай кількість амброзії в повітрі сягає своїх пікових концентрацій, склались досить несприятливі для цієї рослини погодні умови. Саме тоді відмічались сильні грози та зливи – за п'ять днів випало 130мм опадів у вигляді дощу, до того ж, відбулося різке зниження середньодобової температури, що й сприяло майже повному зникненню пилку із повітря.
3. Сприятлива комбінація погодних умов здатна в декілька разів підвищувати рівень пилку в атмосферному повітрі, а несприятлива – знижувати його кількість.
4. Аналіз концентрації амброзії разом із погодними умовами в певний день дозволить більш точно прогнозувати аероалергенну ситуацію, що викликається пилком цієї рослини та покращить профілактику алергічних захворювань серед населення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zheng T. The atopic march: progression from atopic dermatitis to allergic rhinitis and asthma / T. Zheng, J. Yu, Z. Zhu // *Allergy, Asthma Immunol Res.* – 2011. – Vol. 3. – P. 67–73.
2. Tassan-Mazzocco F. Prediction of wind-carried Graminaceae and Urticaceae pollen occurrence in the Friuli Venezia Giulia region (Italy) / F. Tassan-Mazzocco, A. Felluga, P. Verardo // *Aerobiologia.* – 2015. – Vol. 31. – № 4. – P. 559-574.
3. Changes to airborne pollen counts across Europe [Електронний ресурс] / [C. Ziello, T. H. Sparks, N. Estrella et al.]. – Режим доступу : <http://www.plosone.org>– April 2012. – Vol. 7, № 4. – 8 p.
4. Geographical variation in the prevalence of positive skin tests to environmental aeroallergens in the European Community Respiratory Health Survey / P. J. Bousquet, S. Chinn, C. Janson, M. Kogevinas // *Allergy.* – 2007. – Vol. 62. – P. 301-309.
5. Smith M. Common ragweed: a threat to environmental health in Europe / M. Smith, L. Cecchi, C. A. Skjoth // *Environ Int.* – 2013. – Vol. 61. – P. 115-126.
6. An operational model for forecasting ragweed pollen release and dispersion in Europe / M. Prank, D. Chapman, J. Bullock, J. Belmonte // *Agricultural and Forest Meteorology.* – 2013. – Vol. 182-183. – P. 43-53.
7. Airborne pollen in three European cities: detection of atmospheric circulation pathways by applying three dimensional clustering of backward trajectories / L. Makra, T. Santa, I. Matyasovszky, A. Damialis // *J Geophys Res Atmos.* – 2010. – Vol. 115. – D24220. doi:10.1029/2010JD014743.
8. Thibaudon M. Ragweed pollen in France: origin, diffusion, exposure / M. Thibaudon, C. Hamberger, L. Guilloux // *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* – 2010. – Vol. 42. – P. 209-215.

9. Time lag between Ambrosia sensitization and Ambrosia allergy: a 20-year study (1989–2008) in Legnano, northern Italy / A.Tosi, B. Wuthrich, M. Bonini, B. Pietragalla-Kohler // *Swiss Med Wkly* Tosi–2011–doi:10.4414/smw.2011.13253.
10. Приходько О. Б. Метеорологічні та фенологічні аспекти формування масових загострень сезонних алергій / О.Б. Приходько, Т.І. Ємець, М.В. Стеблук // *Одеський медичний журнал*. – 2011. – № 4. – С. 19-25.
11. Аналіз забруднення атмосфери повітря пилюком амброзії протягом 2006-2011 років / Г. Ю. Малєєва, О. Б. Приходько, М. В. Стеблук, Т. І. Ємець // *Запорозький медичний журнал*. – 2012. – № 5 (74). – С. 38-40.
12. Родінкова В. В. Закономірності пилюкування та тенденції розповсюдження алергенної Ambrosia в Україні / В.В. Родінкова // *Biomedical and Biosocial Anthropology*. – 2012. – № 19. – С. 100-106.
13. Biogeographical estimates of allergenic pollen transport over regional scales: Common ragweed and Szeged, Hungary as a test case / [L. Makra, I. Matyasovszky, G. Tusnady et all.] // *Agricultural and Forest Meteorology* – 2016. – Vol. 221. – P. 94-110.
14. Airborne Pollen Grains In Bursa, Turkey, 1999-2000 / [A. Bicaçci, S. Tatlıdil, N. Sapan et all.] // *Ann Agric Environ Med*. – 2003. – № 10. – P. 31–36.
15. Малєєва Г. Ю. Оцінка термінів цвітіння алергенних анемофільних рослин за допомогою крос-кореляційної функції / Г.Ю. Малєєва, О.Б. Приходько, Т. І. Ємець // *Запорозький медичний журнал*. – 2012. – № 4 (73). – С. 109-111.
16. Frenguelli G. Airborne pollen sampling techniques / G. Frenguelli, G. D'Amato, S. Bonini, S. R. Durham // *Pollenosis 2000: Global approach*. – 2001. – P. 83-90.

#### REFERENCES

1. Zheng T. The atopic march: progression from atopic dermatitis to allergic rhinitis and asthma / T. Zheng, J. Yu, Z. Zhu // *Allergy, Asthma Immunol Res*. – 2011. – Vol. 3. – P. 67–73.
2. Tassan-Mazzocco F. Prediction of wind-carried Graminaceae and Urticaceae pollen occurrence in the Friuli Venezia Giulia region (Italy) / F.Tassan-Mazzocco, A. Felluga, P. Verardo // *Aerobiologia*. – 2015. – Vol. 31. – № 4. – P. 559-574.
3. Changes to airborne pollen counts across Europe [Elektronij resurs] / [C. Ziello, T.H. Sparks, N. Estrella et all.]. – Rezhim dostupu : <http://www.plosone.org>– April 2012. – Vol. 7, № 4. – 8 r.
4. Geographical variation in the prevalence of positive skin tests to environmental aeroallergens in the European Community Respiratory Health Survey / P. J.Bousquet, S. Chinn, C. Janson, M. Kogevinas // *Allergy*. – 2007. – Vol. 62. – P. 301-309.
5. Smith M. Common ragweed: a threat to environmental health in Europe / M. Smith, L. Cecchi, C.A. Skjoth // *Environ Int*. – 2013. – Vol. 61. – P. 115-126.
6. An operational model for forecasting ragweed pollen release and dispersion in Europe / M. Prank, D. Chapman, J. Bullock, J. Belmonte // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2013. – Vol. 182-183. – P. 43-53.
7. Airborne pollen in three European cities: detection of atmospheric circulation pathways by applying three dimensional clustering of backward trajectories / L. Makra, T. Sánta, I. Matyasovszky, A. Damialis // *J Geophys Res Atmos*. – 2010. – Vol. 115. – D24220. doi:10.1029/2010JD014743.
8. Thibaudon M. Ragweed pollen in France: origin, diffusion, exposure / M. Thibaudon, C. Hamberger, L. Guilloux // *Eur Ann Allergy Clin Immunol*. – 2010. – Vol. 42. – P. 209-215.
9. Time lag between Ambrosia sensitization and Ambrosia allergy: a 20-year study (1989–2008) in Legnano, northern Italy / A.Tosi, B. Wuthrich, M. Bonini, B. Pietragalla-Kohler // *Swiss Med Wkly* Tosi–2011–doi:10.4414/smw.2011.13253.
10. Prihod'ko O.B. Meteorologichni ta fenologichni aspekti formuvannja masovih zagostren' sezonnih alergij. / O.B. Prihod'ko, T.I. Ємець, М.В. Стеблук // *Odes'kij medichnij zhurnal*. – 2011. – № 4. – С. 19-25.



11. Analiz zbrudnennja atmosferi povitrja pilkom ambrozii protjagom 2006-2011 rokiv / G. Ju. Maleeva, O.B. Prihod'ko, M.V. Stebljuk, T.I. Ćmec' // Zaporozhskij medicinskij zhurnal. – 2012. – № 5 (74). – S. 38-40.
12. Rodinkova V.V. Zakonomirnosti pilkuvannja ta tendencii rozpovsjudzhennja alergennai Ambrosia v Ukraini / V.V. Rodinkova // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2012. – № 19. – S. 100-106.
13. Biogeographical estimates of allergenic pollen transport over regional scales: Common ragweed and Szeged, Hungary as a test case / [L. Makra, I. Matyasovszky, G. Tusnady et all.] // Agricultural and Forest Meteorology – 2016. – Vol. 221. – P. 94-110.
14. Airborne Pollen Grains In Bursa, Turkey, 1999-2000 / [A. Bicakci, S. Tatlidil, N. Sapan et all.] // Ann Agric Environ Med. – 2003. – № 10. – R. 31–36.
15. Maleeva G.Ju. Ocinka terminiv cvitinnja alergennih anemofil'nih roslin za dopomogoju kros-koreljacijnoi funkcii / G.Ju. Maleeva, O.B. Prihod'ko, T.I. Ćmec' // Zaporozhskij medicinskij zhurnal. – 2012. – № 4 (73). – S. 109-111.
16. Frenguelli G. Airborne pollen sampling techniques / G. Frenguelli, G. D'Amato, S. Bonini, S.R. Durham // Pollenosis 2000: Global approach. – 2001. – P. 83-90.

УДК 579.674

## **ВПЛИВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* ОНУ 12 І *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* C58 НА ПРОРОСТАННЯ І ДЕЯКІ РОСТОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОСТКІВ ТОМАТА**

Масловська Н.С., Ліманська Н.В.

*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова  
65082, Україна, Одеса, вул. Дворянська, 2*

limanska@gmail.com

Обробка насіння томата сорту Балада бактеріями штама *Lactobacillus plantarum* ОНУ 12 підвищувала енергію проростання на 15%, середню довжину кореня паростка – на 13%, а обробка безклітинною культуральною рідиною цього штама збільшувала схожість на 21,2%. На етапі проростання насіння томата фітопатоген *Agrobacterium tumefaciens* C58 не чинив видимого негативного впливу, натомість, безклітинна культуральна рідина підвищувала схожість на 13%, а середню довжину кореня паростків – на 7%. Виражений стимулюючий ефект спостерігався у випадку обробок насіння сумішшю клітинних суспензій лактобацил і патогенних агробактерій: збільшення схожості на 27,1%, середньої довжини надземної частини – на 11%. Якщо до культур додавали культуральну рідину іншого мікроорганізму, також спостерігалася стимуляція проростання (14,5-17,2%). Явище підвищення стимулюючої активності лактобацил за індукції іншим мікроорганізмом описано нами уперше.

*Ключові слова: біологічні препарати, стимуляція схожості й росту рослин, молочнокислі бактерії, збудник бактеріального раку.*

Масловская Н.С., Лиманская Н.В. ВЛИЯНИЕ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* ОНУ 12 И *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* C58 НА ПРОРАСТАНИЕ И НЕКОТОРЫЕ РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ ТОМАТА / Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова; 65082, Украина, Одесса, ул. Дворянская, 2

Обработка семян томата сорта Баллада бактериями штамма *Lactobacillus plantarum* ОНУ 12 увеличивала энергию прорастания на 15%, среднюю длину корня проростка – на 13%, а обработка безклеточной культуральной жидкостью данного штамма повышала всхожесть на 21,2%. На этапе прорастания семян томата фитопатоген *Agrobacterium tumefaciens* C58 не причинял видимого негативного влияния, наоборот, безклеточная культуральная жидкость повышала всхожесть на 13%, а среднюю длину корня проростка – на 7%. Выраженный стимулирующий эффект наблюдался в случае обработок семян смесью клеточных суспензий лактобацилл и патогенных агробактерий: увеличение всхожести на 27,1%, средней длины надземной части – на 11%. Если к культурам добавляли культуральную жидкость другого микроорганизма, то также наблюдалась

стимуляция проростания (14,5-17,2%). Явление увеличения стимулирующей активности лактобацилл в результате индукции другим микроорганизмом описано нами впервые.

*Ключевые слова:* биологические препараты, стимуляция всхожести и роста растений, молочнокислые бактерии, возбудитель бактериального рака.

Maslovska N.S., Limanska N.V. EFFECT OF *LACTOBACILLUS PLANTARUM* ONU 12 AND *AGROBACTERIUM TUMEFACIENS* C58 ON GERMINATION AND SOME GROWTH CHARACTERISTICS OF TOMATO SEEDLINGS / Odessa National I.I. Mechnikov University; 65082, Ukraine, Odessa, Dvorianska str., 2

Tomatoes are the common plants used for the study of crown gall pathogenesis and testing of biological preparations. It is a model object with fast manifestations of crown gall symptoms. Modelling of infection is routinely carried out by injections in stems or via soaking roots in phytopathogen suspensions or planting in infested soil. It has not been studied yet how the phytopathogenic agrobacteria, for instance – from infected soil, effect on tomato seeds germination and growth characteristics of seedlings.

Lactobacilli are the perspective microorganisms for plant protection and stimulation of plant growth. Recently we revealed for the first time the possibility of inhibition of crown gall agent *Agrobacterium tumefaciens* with antagonistic *Lactobacillus plantarum*.

Taking into account all the mentioned above, the aim of our work was to study the effect of *L. plantarum* and *A. tumefaciens* on germination and some growth characteristics of tomato seedlings.

*L. plantarum* ONU 12 was selected as a strain with effective inhibition of *A. tumefaciens* under laboratory and green house conditions. Lactobacilli were cultivated overnight in MRS medium at 37°C. Phytopathogens *A. tumefaciens* C58 were cultivated overnight in LB medium at 28°C. Bacterial cells from overnight cultures were washed three times by centrifugation (10 000 g 20 min) and after the pellets were diluted by sterile distilled water till the initial concentration of  $2 - 3 \times 10^9$  CFU/ml. The seed surfaces were sterilized by 25% hydrogen peroxide for 5 sec and after washed three times in sterile distilled water. Seeds were soaked in bacterial suspensions, supernatants or in the controls for 6 hours and left in sterile wet camera for germination at 25°C. The next variants of treatments were used: bacteria of *L. plantarum* ONU 12 strain washed from the cultural liquid; cell free cultural liquid of *L. plantarum* ONU 12 (supernatant after centrifugation); bacteria of *A. tumefaciens* C58 strain washed from the cultural liquid; supernatant of agrobacterial overnight culture; mixture of cell suspensions of both strains in 1:1 ratio; cell free supernatants of both strains mixed in 1:1 ratio; bacteria *L. plantarum* ONU 12 and supernatant of agrobacteria; bacteria *A. tumefaciens* C58 and supernatants of *L. plantarum* ONU 12. Water, nutritional media and their mixtures were the negative controls. Eight independent experiments with 50 seeds in each variant of the treatment (400 seeds per variant totally) were carried out. Energy of germination was calculated on 6th day; germination, mean lengths of roots and stems of seedlings were measured on 12th day.

The treatment of tomato seeds cv Ballada by the bacteria of *L. plantarum* ONU 12 strain increased the energy of germination in 15%, the mean length of seedling roots in 13%, and the treatment by cell free cultural liquid of this strain increased the germination in 21,2%.

The phytopathogen *A. tumefaciens* C58 on the stage of germination didn't affect seeds negatively, opposite – the cell free cultural liquid increased the germination in 13% and mean length of seedling roots in 7%. Stimulating effect of agrobacterial metabolites needs further investigations.

Bacterial suspensions of *A. tumefaciens* C58 slightly decreased the mean root lengths of the tomato seedlings.

The significant stimulating effect was observed in case of the treatment of seeds with the mixture of cell suspensions of lactobacilli and pathogenic agrobacteria: germination increased in 27,1%, mean length of stems – in 11%. If the bacterial cultures were mixed with the cultural supernatants of the another microorganism, the stimulation of germination also occurred (in 14,5-17,2%). It seems that the cultural liquid of another microorganism (*A. tumefaciens* C58 in our case) plays a role of inductor which improves the stimulating properties of lactobacilli.

The effect of increasing the plant stimulation activity of lactobacilli by induction of another microorganism has been described for the first time.

*Key words:* biological preparations, stimulation of germination and plant growth, lactic acid bacteria, crown gall agent.

## ВСТУП

Розробки ефективних біологічних препаратів для захисту рослин від фітопатогенів, наприклад, від збудника бактеріального раку, потребують добору зручних модельних систем. Фітопатоген *Agrobacterium tumefaciens* спричиняє захворювання на бактеріальний рак на коріннях та стеблах томатів [10], але для однорічних рослин шкідливість захворювання не така висока, як для багаторічних. Тому томат у цьому випадку є не стільки як рослиною, яку потрібно захистити від бактеріального раку, а модельним об'єктом, на якому швидко з'являються симптоми бактеріального раку. Штучне інфікування томата проводять зазвичай методом ін'єкцій у стебло або через коріння, витримане в суспензії фітопатогену, або висаджене в інфікований ґрунт [6]. Дотепер не було вивчено, як вплив фітопатогенних агробактерій, наприклад, з інфікованого ґрунту, відображається на схожості насіння томатів і ростових характеристиках сіянців.

Бактерії роду *Lactobacillus* є перспективними мікроорганізмами для захисту від фітопатогенів, а також для стимуляції росту рослин [4]. Було показано інгібуючий вплив лактобацил на фітопатогенні гриби і бактеріальні фітопатогени [5; 9]. Нещодавно нами уперше було показано пригнічення збудника бактеріального раку *Agrobacterium tumefaciens* [7].

З огляду на зазначене метою роботи є вивчення впливу бактерій *Lactobacillus plantarum* та *A. tumefaciens* на проростання насіння томата та деякі морфометричні показники паростків.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для обробки насіння томатів сорту Балада застосовували добову культуру штаму *L. plantarum* ОНУ 12, який було обрано для досліджень як такий, що ефективно пригнічував ріст фітопатогену *Agrobacterium tumefaciens* С58 на щільних і в рідких живильних середовищах. Лактобацили культивували добу в рідкому поживному середовищі MRS [2] при 37°C до досягнення концентрації  $2-3 \times 10^9$  КУО/мл. Фітопатоген *A. tumefaciens* С58, використаний у дослідженні, був люб'язно наданий доктором біологічних наук Ф.І. Товкачем. Для постановки експеримента агробактерії вирощували добу в бульйоні LB [1] при 28°C.

Клітини бактерій з добових культур тричі відмивали центрифугуванням від залишків середовища (10 000 g протягом 20 хв), а потім доводили в стерильній дистильованій воді (СДВ) до концентрацій  $2-3 \times 10^9$  КУО/мл. Перед обробкою поверхню насіння стерилізували за допомогою розчину перексиду водню 25% протягом 5 с., після чого насіння тричі споліскували у СДВ. У підготовлених суспензіях насіння витримували 6 годин, потім переносили в стерильні вологі камери зі стерильною водою з водогону для проростання при температурі 25°C. Контролем було насіння, замочене на 6 годин у СДВ.

Для визначення дії штамів фітопатогену та лактобацил на проростання насіння томата окремо один від одного та разом було закладено такі варіанти експерименту: бактерії штаму *L. plantarum* ОНУ 12, відмиті від живильного середовища; безклітинна культуральна бактерій штаму *L. plantarum* ОНУ 12 (супернатант, отриманий після центрифугування); бактерії штаму *A. tumefaciens* С58, відмиті від живильного середовища; безклітинна культуральна бактерій штаму *A. tumefaciens* С58; суспензії клітин обох штамів у суміші в однаковій кількості; безклітинна культуральна рідина *L. plantarum* ОНУ 12 та *A. tumefaciens* С58 в однакових співвідношеннях; безклітинна культуральна рідина *L. plantarum* ОНУ 12 та суспензія клітин *A. tumefaciens* С58 в однакових співвідношеннях; безклітинна культуральна рідина *A. tumefaciens* С58 та суспензія клітин *L. plantarum* ОНУ 12 в однакових співвідношеннях; стерильне живильне середовище MRS; стерильне

живильне середовище LB; стерильне живильне середовище LB та СДВ в однакових співвідношеннях; СДВ. Останні чотири варіанти були негативними контролями.

Усього здійснено 8 незалежних повторностей, кожна – по 50 насінин. Енергію проростання визначали через 6 днів, а схожість – через 12 згідно з загальноприйнятою. На 12-й день також були вимірювали довжину стебел і коренів паростків. Математично результати досліджень лбробляли за допомогою програм Microsoft Excel.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Використання бактерій штаму *L. plantarum* ОНУ 12 може бути перспективним для обробок насіння томата, оскільки лактобацили як антагоністи пригнічують розвиток патогенів, і окрім того, значно покращують схожість насіння [5]. Цікавим є дослідження впливу збудника бактеріального раку на посівні якості насіння рослин-господарів у комплексі з бактеріями-антагоністами – лактобацилами.

У результаті досліджень показано, що безклітинні культуральні рідини фітопатогену й лактобацил у суміші призвели до підвищення енергії проростання на 16%, а суміш суспензій клітин у такому ж співвідношенні – на 7%. Суспензія клітин лактобацил підвищувала енергію проростання насіння томата сорту Балада на 15% (рис. 1).

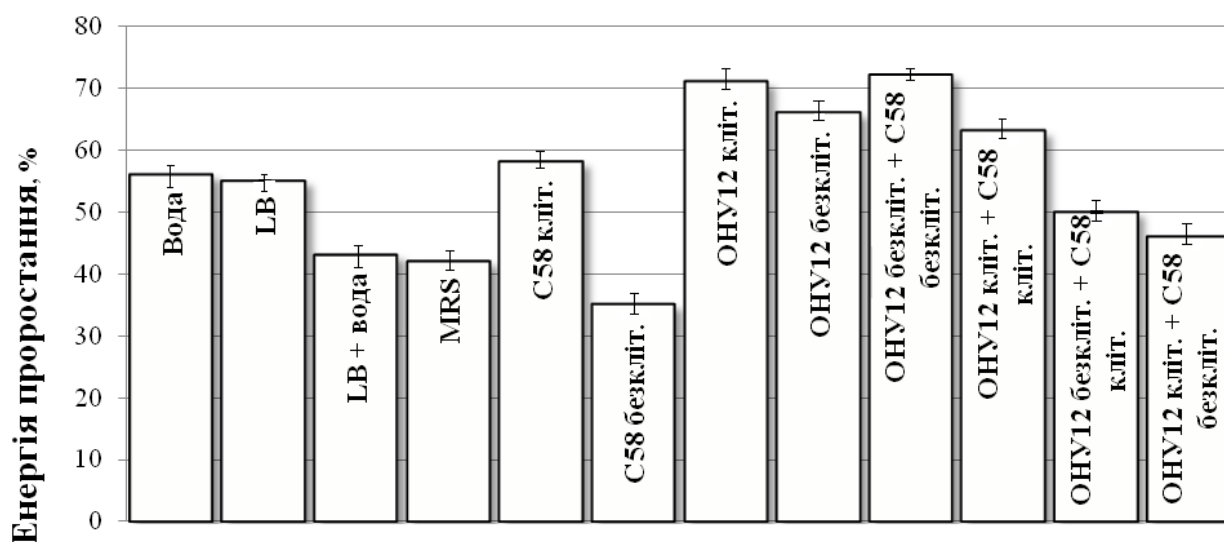


Рис. 1. Енергія проростання насіння томата сорту Балада після обробок бактеріальними суспензіями й контролями поживних середовищ.

Виявилось, що самі по собі відмиті живі культури бактерій так само незначно підвищували й схожість насіння. Так, відмиті клітини *L. plantarum* ОНУ 12 підвищували схожість лише на 4% (рис. 2).

Супернатанти, як *L. plantarum* ОНУ 12, так і *A. tumefaciens* С58, спричиняли більш вагомий вплив на проростання рослин (21,2% і 13%, відповідно). Суміш супернатантів мала менший ефект (10,4%). Натомість суміш живих культур дала найкращий результат стимуляції проростання (27,1%). Якщо ж до живих культур додавати культуральну рідину іншого мікроорганізму, також спостерігається стимуляція проростання (14,5-17,2%), тобто надосадова рідина виступає індуктором, який покращує стимулюючі властивості бактерій. У *L. plantarum* таке явище відоме для синтезу бактеріоцинів, коли ці антагоністичні сполуки синтезуються краще, або навіть винятково – у присутності іншого мікроорганізма-індуктора [8].

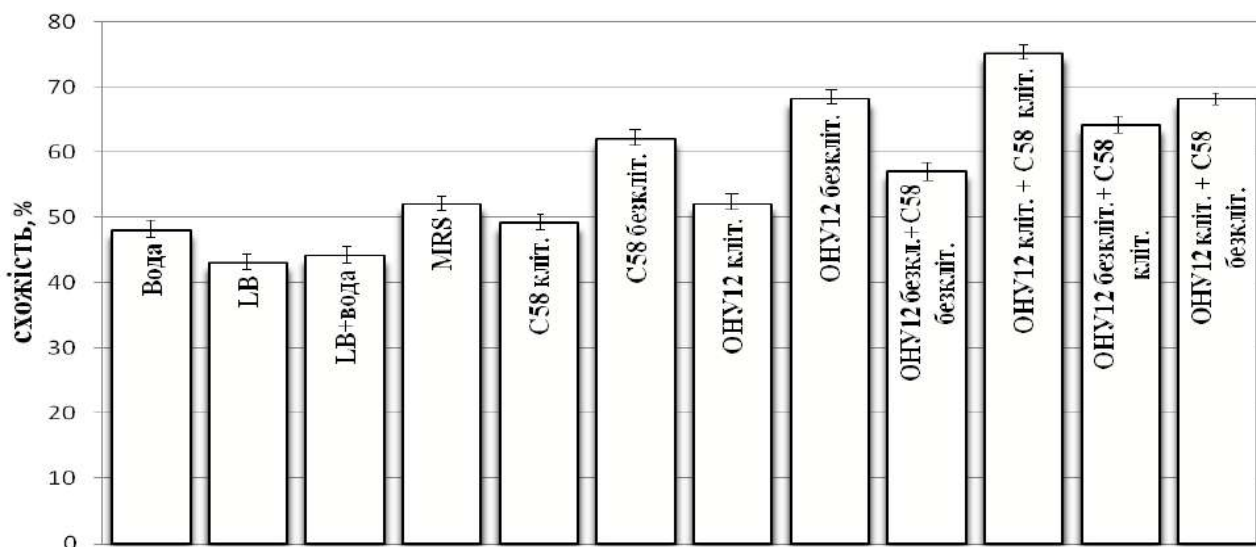


Рис. 2. Схожість насіння томата сорту Балада після обробок бактеріальними суспензіями й контролями поживних середовищ

Лише в одній праці описано можливість синтезу лактобацилами гормонів або гормоноподібних сполук [3], але сам процес синтезу не описується. Можливо, у нашому випадку ми також маємо справу з індукцією або покращенням синтезу невідомих сполук зі стимулюючою дією на проростання рослин.

Щодо середньої довжини надземної частини паростків, вона збільшувалася при обробках сумішшю клітин *L. plantarum* OHU 12 та *A. tumefaciens* C58 на 11% (рис. 3).

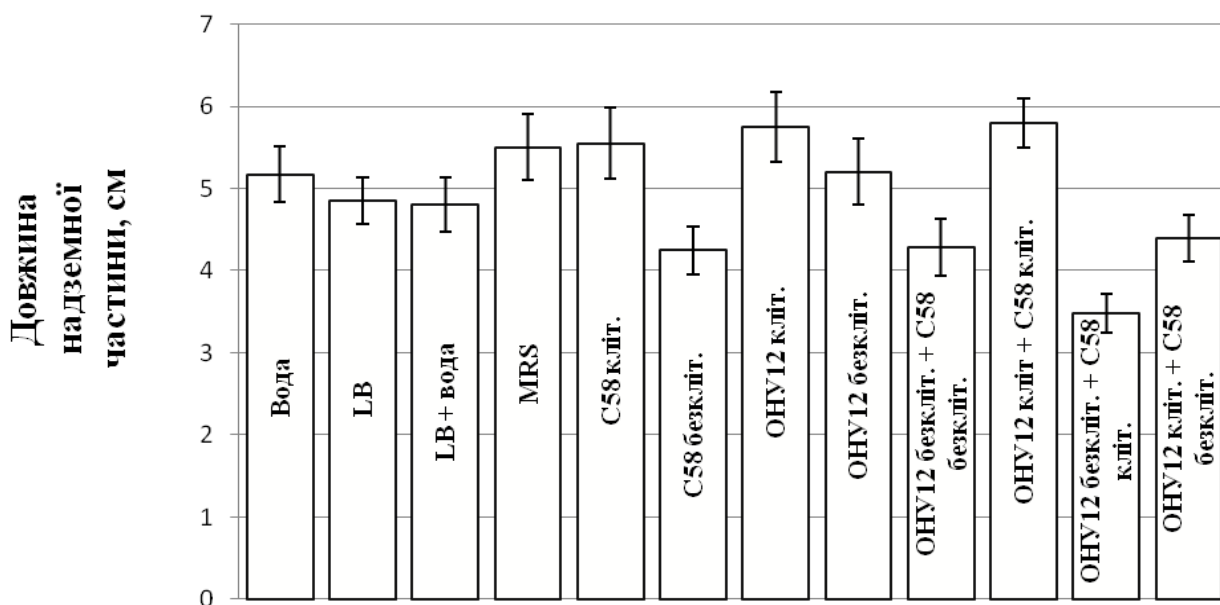


Рис. 3. Довжина надземних частин паростків томата сорту Балада

Самі ж по собі клітини фітопатогену зменшували середні довжини коренів проростків (рис. 3, рис. 4).

На середню довжину кореня паростків томата обробки сумішшю клітин *L. plantarum* OHU 12 та *A. tumefaciens* C58 істотно не впливали – цей показник статистично не відрізнявся від контрольного. Найкращий ефект на збільшення довжини коріння мали обробки клітинною суспензією лактобацил (покращення на 13%) і безклітинною культуральною рідиною фітопатогена (7%).

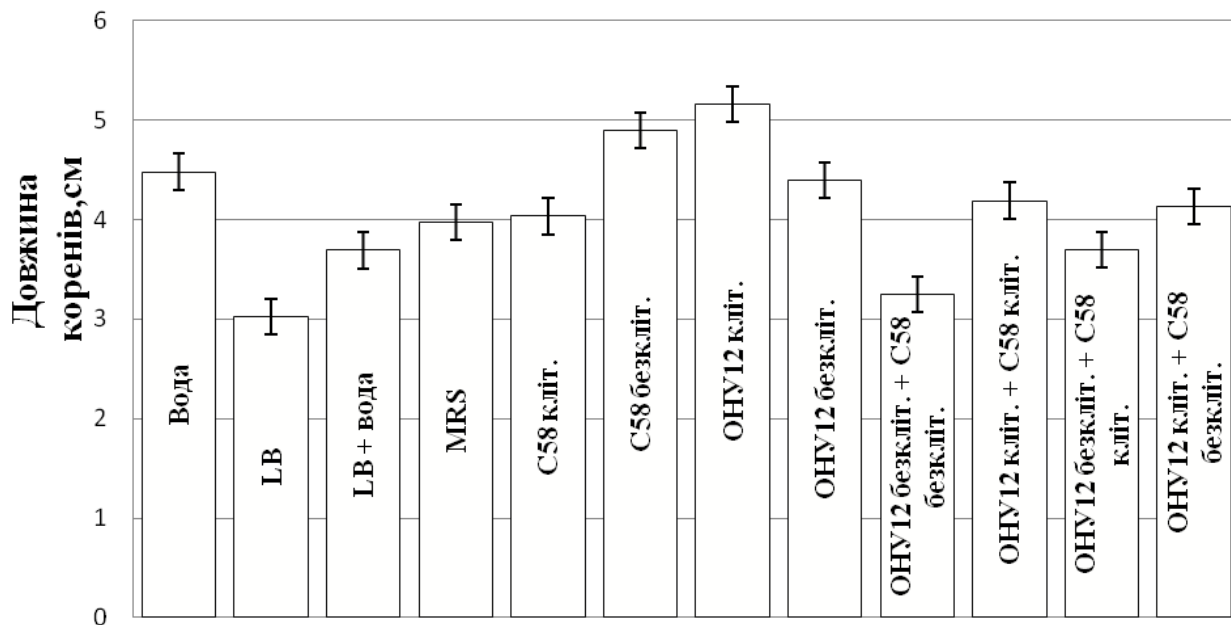


Рис. 4. Довжина коренів паростків томата сорту Балада

Отже, залежно від того, чи застосовувалася клітинна суспензія *A. tumefaciens* C58 або безклітинна надосадова рідина цих бактерій, вплив на проростання та ростові характеристики паростків томата відрізнявся і міг бути і пригнічувальним, і дещо стимулюючим. Стимулюючий вплив метаболітів агробактерій на ріст кореня та схожість насіння томата потребує подальшого дослідження. Вираженого негативного впливу на насіння і паростки (гниття, некрози, в'янення тощо) на цьому етапі розвитку рослини томата фітопатоген не спричиняв. Позитивний ефект обробок лактобацилами для захисту рослин від фітопатогенів було описано деякими авторами, наприклад, щодо захисту томатів від *Fusarium oxysporum*, і цей вплив був штамоспецифічним [5]. Нами в результаті дослідження було уперше описано здатність суміші патогенних агробактерій та лактобацил спричиняти стимулюючий вплив на проростання та сіянці, а саме – на схожість, енергію проростання, середню довжину стебел.

Необхідними є подальші дослідження консорціумів представників мікробіоти рослин для виявлення складних міжвидових взаємодій, які можуть відобразитися на дії біологічних препаратів, введених у природний агроценоз.

## ВИСНОВКИ

1. Інокуляція насіння сорту Балада суспензіями штаму *L. plantarum* ОНУ 12 підвищувала схожість на 4%, енергію проростання – на 15%, середню довжину коренів – на 13%.
2. Фітопатоген *A. tumefaciens* C58 не спричиняв видозмін насіння і паростків томата, натомість безклітинна культуральна рідина штаму підвищувала схожість на 13%, а середню довжину кореня паростків – на 7%.
3. Уперше показано виражений стимулюючий ефект у випадку обробок насіння сумішами лактобацил і патогенних агробактерій. Схожість насіння томата збільшувалась на 27,1%.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bertani G. Studies on lysogenesis. I. The mode of phage liberation by lysogenic *Escherichia coli* / G. Bertani // *Journal of Bacteriology*. – 1951. – Vol. 62. – P. 293-300.

2. De Man J. C. A medium for the cultivation of lactobacilli / J. C. De Man, M. Rogosa, M. E. Sharpe // *Journal of Applied Bacteriology*. – 1960. – Vol. 23. – P. 130-135.
3. Understanding the physiology of *Lactobacillus plantarum* at zero growth / P. Goffin, B. De Bunt, M. Giovane, et al. // *Molecular Systems Biology*. – 2010. – Vol. 6. – Режим доступу : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/msb.2010.67/full>
4. Higa T. Effect of lactic acid fermentation bacteria on plant growth and soil humus formation / T. Higa, S. Kinjo // *Proceedings of 1th Int. Conf. on Kyusei Nature Farming, Khon Kaen, Thailand*. – 1989. – P. 140-147.
5. Hoda A.H. In vivo efficacy of lactic acid bacteria in biological control against *Fusarium oxysporum* for protection of tomato plant / A. H. Hoda, A. M. Yomna, M. A.-A. Shadia // *Life science J*. – 2011. – Vol. 8. – P. 462-468.
6. Kawaguchi A. Biological control of crown gall of grapevine, rose, and tomato by nonpathogenic *Agrobacterium vitis* strain VAR03-1/ A. Kawaguchi, K. Inoue, Y. Ichinose // *Phytopathology*. – 2008. – Vol. 98. – P. 1218-1225.
7. Study of the potential application of lactic acid bacteria in the control of infection caused by *Agrobacterium tumefaciens* / N. Limanska, N. Korotaeva, V. Biscola, et al. // *Plant Pathology and Microbiology*. – 2015: doi:10.4172/2157-7471.10002. – Режим доступу : <http://www.omicsonline.org/open-access/study-of-the-potential-application-of-lactic-acid-bacteria-in-the-control-of-infection-caused-by-agrobacterium-tumefaciens-2157-7471-1000292.php?aid=59916>
8. Coculture-inducible bacteriocin activity of *Lactobacillus plantarum* strain J23 isolated from grape must / B. Rojo-Bezares, Y. Saenz, L. Navarro et al. // *Food Microbiol*. – 2007. – Vol. 24. – P. 482-491.
9. Lactic acid bacteria from fresh fruit and vegetables as biocontrol agents of phytopathogenic bacteria and fungi / R. Trias, L. Baneras, E. Montesinos, E. Badosa // *International Microbiology*. – 2008. – Vol. 11. – P. 231-236.
10. Tzfira T. *Agrobacterium: from biology to biotechnology* / T. Tzfira, V. Citovsky. – New-York : Springer, 2008. – 750 p.

УДК 502.75

## **РАРИТЕТНА КОМПОНЕНТА ПРИРОДНОЇ ФЛОРИ ВИЩИХ СУДИННИХ РОСЛИН о. ХОРТИЦЯ**

Охріменко С.Г., Василенко С.В., <sup>1</sup>Шелегеда О.Р.

*Національний заповідник «Хортиця»  
69017, Україна, Запоріжжя, вул. Старого Редуту, 9*

<sup>1</sup>*КЗ «Центр туризму» ЗОР  
69091, Україна, Запоріжжя, вул. Немировича-Данченка, 46-А  
svet-lana2006@ukr.net  
info\_turcenter@ukr.net*

Раритетна компонента природної флори вищих судинних рослин о. Хортиця представлена 248 видами занесеними до охоронних списків різного рангу. У тому числі, 194 види охороняються на міжнародному рівні. До Європейського червоного списку (2011) внесено – 150 видів рослин, до бази

даних МСОП(IUCN) – 58, до додатка 6 Бернської конвенції – 4, до Червоної книги України (2009) – 18, та 51 зі списків видів флори регіональної охорони. Ендеміками є 129 видів.

*Ключові слова: природна флора, раритетна компонента, вищі судинні рослини, о. Хортиця, МСОП(IUCN), європейський червоний список, Бернська конвенція.*

Охрименко С. Г., Василенко С. В., <sup>1</sup>Шелегеда О. Р. РАРИТЕТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ о. ХОРТИЦА / Национальный заповедник «Хортица»; 69017, Украина, Запорожье, ул. Старого Редута, 9; <sup>1</sup>КУ «Центр туризма» ЗОС; 69091, Запорожье, ул. Немировича-Данченко, 46-А

Раритетная составляющая природной флоры высших сосудистых растений о. Хортица представлена 248 видами, занесенными в охранные списки разного ранга. В том числе, 194 вида охраняются на международном уровне. В Европейский красный список (2011) внесены 150 видов растений, в базы данных МСОП – 58, в приложение 6 Бернской конвенции – 4, в Красную книгу Украины (2009) – 18, 51 вид в списках видов флоры под региональной охраной. Эндемитами являются 129 видов.

*Ключевые слова: природная флора, раритетная компонента, высшие сосудистые растения, остров Хортица, МСОП(IUCN), Европейский красный список, Бернская конвенция.*

Okhrymenko S.G., Vasilenko S.V., <sup>1</sup>Shelegeda O.R. KHORTYTSIA ISLAND RARE COMPONENT OF WILD FLORA OF VASCULAR PLANTS / Khortytsia national preserve; 69017, Ukraine, Zaporizhzhya, Starogo Redoubtu str., 9; <sup>1</sup>«Tourism center» Municipal Establishment of Zaporizhzhya Oblast Council; 69061, Ukraine, Zaporizhzhya, Nemyrovych-Danchenko str., 46-A

Khortytsia island is the biggest river island along the valley of the Dnipro. In general, the surface of the island is a combination of several terraced levels. Different relief levels determine locations of various modern landscapes, natural gullies and localities of the island. Those affect the biotic diversity of the island as well. Additional confirmation of the botanical uniqueness of the island is its rare flora.

While making the rarity list of components of wild flora we carefully reviewed more than 1500 species of vascular plants. We analyzed printed and archival sources, the internet sources. During our research we also looked through the herbarium specimens collections of Khortytsia National Reserve, «Tourism center» of Municipal Establishment of Zaporizhzhya Oblast Council, Zaporizhzhya National University and private herbariums. We admit the relevance of the materials of the authors' field research held from 1995 to 2015.

According to the data received during the study, the wild flora of vascular plants of Khortytsia island is represented by 849 species at least, which belong to 107 families and 428 genera.

Khortytsia island rare wild flora component of vascular plants is represented by 248 species included in conservation lists of different ranges. Among them there are 194 species listed to the international conservation priorities, these are 150 species included in the European Red List 2011, 58 species included in the global IUCN Red List of Threatened Species (2001 Categories & Criteria) and 4 species included in the Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats There are also 18 species registered in the Red data Book of Ukraine 2009, 51 species mentioned in the Regional Red List of Zaporizhzhya oblast. There have been found 129 endemic species of different ranges in the island.

The lists of rare wild flora compiled with the new taxonomy and nomenclature (Mosyaki, Fedoronchuk, 1999) in accordance with the International Plant Names Index.

In the lists of rare wild flora there are no plant species that used to be look like local populations in Khortytsia Island and now could be found here no more.

We have also excluded some species mentioned in botanical published works and archive-maps of their growth, because their existence within the island is questionable.

In the subsequent inventory of flora one's may either find new plant species or confirm that some of them are not in Khortytsia island any longer.

We express deep sense of gratitude to Yu.I Korniiievskiy, V.I. Petrochenko, S.I. Odynets, V.I. Sheleheda, S.A. Korzun etc whose valuable guidance, encouragement, scientific articles and photos have contributed immensely to the evolution of the ideas on this project.

We hope that our goal to bring information about the rare and endangered species of Khortytsia island to a wide range of fans of the nature of Khortytsia island, students, school children, community leaders, botanists, naturalists will be achieved.

*Key words: wild flora, rare component of vascular plants, the island of Khortytsia, IUCN, the European Red List, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.*



## ВСТУП

Охорона та збереження різноманіття судинних рослин є одним із пріоритетних завдань сучасної ботанічної науки в Україні і у світі. Усвідомлення міжнародною спільнотою відповідальності за збереження фіторізноманіття призвело до розробки багатьох міжнародних угод (Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі, Берн, 1979; Конвенція з біологічного різноманіття, Ріо-де-Жанейро, 1992, тощо [1-5]), стороною яких є й Україна. На державному рівні питання охорони рослинного світу регулюються відповідними законами України: «Про рослинний світ»; «Про Червону книгу України»; «Про природно-заповідний фонд України», видані списки регіонально рідкісних видів рослин [6-7].

Збереження біорізноманіття в умовах антропогенного навантаження, а особливо на міських територіях, є актуальним завданням ботанічних досліджень та практичної охорони довкілля.

Хортиця – найбільший острів долини Дніпра, це унікальна історико-культурна і природна пам'ятка. Розташований острів Хортиця нижче греблі Дніпровської гідроелектростанції в центрі великого індустріального міста Запоріжжя. У межах глибоко врізаної в породи кристалічного фундаменту долини Дніпра. Довжина його сягає 11,2 км, ширина – 2,4 км, а площа близько – 2330 га. Головною особливістю цієї території є поєднання ландшафтів підвищеного плато та долини р. Дніпро. Абсолютні позначки поверхні змінюються від 16 м (уріз води Дніпра, фактично – верхів'їв Каховського водосховища) до 39 м на південному сході острова і до 72-74 м у центрі острова та 58 м у північній частині острова (тобто перепад висот у межах острова сягає 58 метрів).

Загалом поверхню острова утворюють кілька терасних рівнів. Різні рівні рельєфу, з яких складається поверхня о. Хортиця, наявність на більшій частині території лесових порід, інколи виходів на поверхню кристалічних порід і піщаних нашарувань алювію визначають розташування різноманітних сучасних ландшафтних комплексів острова, його урочищ і місцевостей. Узагалі ландшафти острова Хортиця є унікальними в Україні своєю багатою різноманітністю, несподіваною для такої відносно невеликої території, та впливають на його біотичне різноманіття. На теренах о. Хортиця зростає значна кількість раритетних видів, що охороняються національним законодавством України та міжнародними природоохоронними документами, ратифікованими Україною. Узагальнення цієї інформації є необхідною ланкою в процесі підготовки документації для надання території о. Хортиця статусу об'єкта який потребує охорони відповідно до ратифікованих Україною міжнародних угод, зокрема об'єкта Смарагдової мережі та водно-болотного угіддя міжнародного значення [8].

Мета роботи – провести критичну інвентаризацію сучасного видового складу раритетної складової природної флори судинних рослин о. Хортиця.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При інвентаризації раритетної компоненти природної флори критичному перегляду підлягало понад 1 500 видів вищих судинних рослин. Аналізувалися друковані, архівні джерела, інтернет джерела, гербарні зразки колекцій Національного заповідника «Хортиця», КЗ «Центр туризму» ЗОР, Запорізького національного університету, приватні гербарії, а також матеріали польових досліджень авторів за період 1995-2015 рік.

Список раритетної флори (табл. 1) складено з урахуванням нових таксономічних номенклатур (Mosyaki, Fedoronchuk, 1999) відповідно до Міжнародного індексу наукових назв рослин (IPNI) [9].

Відомості щодо видів флори, занесених до бази даних Міжнародного союзу охорони природи МСОП (IUCN) наведені відповідно до публікації І.А. Коротченко, С.Л. Мосякіна

2014 р. [1]. Щодо Європейського червоного списку то відповідно до European Red List of Vascular Plants 2011 р. [10]. Види, занесені до Червоної книги України, наведені відповідно до її видання 2009 р. [6]. Перелік регіонально рідкісних видів флори наведено відповідно до офіційних регіональних переліків рідкісних рослин адміністративних територій України 2012 р. [7].

У роботі використано такі скорочення:

МСОП – Червона книга МСОП (категорії: EN – таксони, що знаходяться під загрозою зникнення; NT – таксони, що наближуються до групи загрозливих, LC – не визивають хвилювання; DD – дані про таксон недостатні).

ЄЧС – Європейський Червоний список (категорії: див. МСОП).

БЕРН – Бернська конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі.

ЧКУ – Червона книга України (2009) (категорії: «ВР» – вразливий; «Р» – рідкісний; «НО» – неоцінений).

ЗРС – запорізький регіональний список рідкісної флори.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За нашими даними, природна флора вищих судинних рослин о. Хортиця представлена щонайменше 849 видами, що належать до 107 родин і 428 родів.

Раритетна компонента природної флори о. Хортиця представлена 248 видами занесеними до охоронних списків різного рангу. У тому числі, 194 види охороняються на міжнародному рівні. До бази даних МСОП (IUCN version 3.1.) занесено 58 видів, до Європейського червоного списку (2011) внесено – 150 видів рослин, до Бернської конвенції – 4 види, до Червоної книги України (2009) – 18, та до списків видів регіонально рідкісної флори – 51. Крім того, 129 видів, що зростають в межах острова, є ендеміками різного рангу.

До переліку раритетної компоненти природної флори не включені види рослин, які раніше зустрічались на Хортиці у вигляді локальних популяцій, але більше не відмічаються авторами для цієї території. Також виключено ряд видів, наявних у ботанічних публікаціях та архівах, зростання яких на теренах острова сьогодні є сумнівним. При подальшій інвентаризації флори можуть бути знайдені види, місцезнаходження яких не зафіксовано при проведенні нашого дослідження, або остаточно підтверджене зникнення з території критичних видів.

Таблиця 1 – Перелік видів раритетної компоненти флори вищих судинних рослин о. Хортиця

| Назва латинська                     | ЗРС | ЧКУ | БЕРН | МСОП | ЄЧС |
|-------------------------------------|-----|-----|------|------|-----|
| 1                                   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6   |
| <i>Acorus calamus</i> L.            | -   | -   | -    | LC   | -   |
| <i>Aegilops cylindrica</i> Host     | -   | -   | -    | -    | LC  |
| <i>Agropyron desertorum</i> Schult. | -   | -   | -    | -    | LC  |
| <i>Agrostis canina</i> L.           | -   | -   | -    | -    | LC  |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L.      | -   | -   | -    | -    | LC  |
| <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.     | -   | P   | +    | EN   | DD  |

## Продовження таблиці 1

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
|---|---|----|---|----|----|
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Allium angulosum</i> L.  | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Allium decipiens</i> Fisch.  | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Allium flavescens</i> Besser   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Allium guttatum</i> Steven   | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Allium inaequale</i> Janka   | + | -  | - | -  | DD |
| <i>Allium paczoskianum</i> Tuzson   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Allium podolicum</i> Błocki ex Raciborski & Szafer   | + | -  | - | DD | DD |
| <i>Allium savranicum</i> Besser   | - | BP | - | -  | -  |
| <i>Allium sphaerocephalon</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Alopecurus geniculatus</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Alopecurus pratensis</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Amygdalus nana</i> L.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Anemone ranunculoides</i> L.   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Anemone sylvestris</i> L.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Armoracia rusticana</i> G.Gaertn.,<br>B. Mey. & Scherb.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> P.Beauv.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Asparagus officinalis</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Asparagus verticillatus</i> L.   | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Asplenium septentrionale</i> (L.) Hoffm.   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Asplenium trichomanes</i> L.   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Astragalus cicer</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Aurinia saxatilis</i> Desv.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Avena fatua</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Barbarea stricta</i> Andrz.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton subsp. <i>arcuata</i><br>(стара назва: <i>Barbarea arcuata</i> Rchb.) | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Batrachium trichophyllum</i> (Chaix) Bosch<br>(стара назва: <i>Batrachium divaricatum</i><br>Wimm.)    | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host   | - | -  | - | -  | DD |
| <i>Bellevalia sarmatica</i> Misc.   | + | -  | - | -  | -  |

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
|---|---|----|---|----|----|
| <i>Bidens radiata</i> Thuill.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Bidens tripartita</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla                                     | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Buglossoides czernjajevii</i> (Klokov) Czerep.                             | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Bulbocodium versicolor</i> Spreng.   | - | BP | - | -  | -  |
| <i>Butomus umbellatus</i> L.  | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Callitriche palustris</i> L. (стара назва:<br><i>Callitriche verna</i> L.) | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Caltha palustris</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Camelina microcarpa</i> Andr. ex DC.                                       | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Campanula glomerata</i> L.   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Cardamine amara</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Carex distans</i> L.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Carex riparia</i> Curtis   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Carex vesicaria</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Carex vulpina</i> L.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Caulinia minor</i> Coss. & Germ.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Centaurea marschalliana</i> Spreng.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Centaureum erythraea</i> Rafn  | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.) Druce                                      | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Cerastium pseudobulgaricum</i> Klokov                                      | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Ceratophyllum submersum</i> L.   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Cichorium intybus</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Convallaria majalis</i> L.   | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Corydalis marschalliana</i> Pers.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Corydalis paczoskii</i> N.Busch  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Crambe tataria</i> Sebeók  | - | BP | + | -  | LC |
| <i>Crataegus leiomonogyna</i> Klokov  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Crataegus pentagyna</i> Waldst. & Kit. ex Willd.                           | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Cyperus fuscus</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Cyperus glomeratus</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |

## Продовження таблиці 1

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
|---|---|----|---|----|----|
| <i>Cyperus michelianus</i> (L.) Link (стара назва: <i>Dichostylis micheliana</i> Nees)  | - | -  | - | LC | NT |
| <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.   | + | -  |   | -  | -  |
| <i>Daucus carota</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Dianthus squarrosus</i> M.Bieb.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Ephedra distachya</i> L.   | + | -  |   | LC | -  |
| <i>Equisetum arvense</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Equisetum fluviatile</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Festuca beckeri</i> (Hack.) Trautv. (стара назва: <i>Festuca laeviuscula</i> Klokov) | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Fragaria viridis</i> Duchesne  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Fritillaria ruthenica</i> Wikst.   | - | BP | - | -  | -  |
| <i>Gagea bulbifera</i> Salisb.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Glyceria notata</i> Chevall. (стара назва: <i>Glyceria plicata</i> Fr.)              | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Gratiola officinalis</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Hesperis tristis</i> L.  | + | -  | - | -  |    |
| <i>Hordeum murinum</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Hyacinthella leucophaea</i> Schurr   | + | -  | - | -  |    |
| <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Inula hirta</i> L.   | + | -  | - | -  |    |
| <i>Iris pseudacorus</i> L.  | + | -  | - | -  | LC |
| <i>Iris pumila</i> L.   | + | -  | - | -  |    |
| <i>Isatis tinctoria</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Juncus articulatus</i> L. (+ стара назва: <i>Juncus geniculatus</i> Schrank )        | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Juncus bufonius</i> L.   |   | -  | - | LC | LC |
| <i>Juncus effusus</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Jurinea calcarea</i> Klokov  | + | -  | - | -  | -  |

| 1   | 2 | 3 | 4 | 5  | 6  |
|---|---|---|---|----|----|
| <i>Jurinea cyanooides</i> DC. (стара назва: <i>Jurinea charcoviensis</i> Klokov)  | - | - | + | -  | LC |
| <i>Lactuca serriola</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lactuca tatarica</i> C.A.Mey.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lathyrus tuberosus</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lemna minor</i> L.   | - | - | - | LC | LC |
| <i>Lemna trisulca</i> L.  | - | - | - | LC | LC |
| <i>Lepidium campestre</i> (L.) W.T.Aiton  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lepidium perfoliatum</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lepidium ruderales</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Limosella aquatica</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam. (стара назва: <i>Lolium italicum</i> A.Braun )     | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lolium perenne</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lycopus exaltatus</i> L.f.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lythrum salicaria</i> L.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Lythrum virgatum</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Medicago lupulina</i> L.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Medicago minima</i> (L.) L. ex Bartal.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Melilotus albus</i> Medik.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Melilotus officinalis</i> Pall.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Mentha aquatica</i> L.   | - | - | - | -  | LC |
| <i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.  | + | - | - | -  | -  |
| <i>Myosotis laxa</i> Lehm. (стара назва: <i>Myosotis caespitosa</i> Schultz)      | - | - | - | LC | LC |
| <i>Myosotis scorpioides</i> L. (стара назва: <i>Myosotis palustris</i> (L.) Lam.) | - | - | - | -  | LC |
| <i>Myriophyllum spicatum</i> L.   | - | - | - | LC | LC |
| <i>Myriophyllum verticillatum</i> L.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Najas marina</i> L. (стара назва: <i>Najas major</i> All.)                     | - | - | - | LC | LC |
| <i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.  | - | - | - | -  | LC |
| <i>Nymphaea alba</i> L.   | - | - | - | -  | LC |

## Продовження таблиці 1

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
|---|---|----|---|----|----|
| <i>Nymphoides peltata</i> (S.G.Gmel.) Kuntze  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Orchis coriophora</i> L., ( <i>Anacamptis coriophora</i> (L.)) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase s.l.)                          | - | BP | - | -  | LC |
| <i>Orchis morio</i> L. ( <i>Anacamptis morio</i> (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase )  | - | BP | - | -  | NT |
| <i>Orchis palustris</i> Jacq. ( <i>Anacamptis palustris</i> (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase)                             | - | BP | - | -  | -  |
| <i>Ornithogalum boucheanum</i> Asch.  | - | HO | - | -  | -  |
| <i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre (стапа назва: <i>Polygonum amphibium</i> L.)   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre (стапа назва: <i>Polygonum hydropiper</i> L.)  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre (стапа назва: <i>Polygonum tomentosum</i> Schrank + <i>Polygonum paniculatum</i> Andr. ) | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Persicaria maculosa</i> Gray (стапа назва: <i>Polygonum persicaria</i> L.)   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Phleum pratense</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Phragmites australis</i> Trin. ex Steud.   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Poa angustifolia</i> L.  | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Poa annua</i> L.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Poa pratensis</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Polypodium vulgare</i> L.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Populus nigra</i> L.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Potamogeton compressus</i> L.  | - | -  | - | -  | DD |
| <i>Potamogeton crispus</i> L.   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Potamogeton friesii</i> Rupr.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Potamogeton lucens</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Potamogeton natans</i> L.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Potamogeton nodosus</i> Poir.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Potamogeton pectinatus</i> L.  | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> L.   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Potentilla astracanic</i> Jacq.  | + | -  | - | -  | -  |

| 1   | 2 | 3  | 4 | 5  | 6  |
|---|---|----|---|----|----|
| <i>Prunus spinosa</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Pycreus flavescens</i> (L.) P.Beauv. ex Rchb.  | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Pyrus communis</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Quercus robur</i> L.   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Ranunculus lingua</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Ranunculus polyphyllus</i> Waldst. & Kit. ex Willd.  | - | -  | - | DD | DD |
| <i>Ranunculus repens</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Ranunculus sceleratus</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> L.   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Rorippa amphibia</i> Besser  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Rorippa austriaca</i> Spach  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Rorippa brachycarpa</i> Hayek  | - | -  | - | -  | DD |
| <i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser   | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Rosa bordzilowskii</i> Chrshan.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Rosa lonaczewskii</i> Dubovik  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Sagittaria sagittifolia</i> L.   | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Salvinia natans</i> (L.) All.  | - | HO | - | LC | LC |
| <i>Scilla bifolia</i> L.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Scilla siberica</i> Andrews ( <i>Scilla sibirica</i> Andrews)  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják   | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Scirpus lacustris</i> L. (стара назва: <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla )                          | - | -  | - | LC | LC |
| <i>Scirpus tabernaemontani</i> C.C.Gmel. (стара назва: <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C.Gmel.) Palla) | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Secale sylvestre</i> Host  | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Securigera varia</i> (L.) Lassen (стара назва: <i>Coronilla varia</i> L.)                                    | - | -  | - | -  | LC |
| <i>Serratula lycopifolia</i> Beck (стара назва: <i>Serratula heterophylla</i> Desf.)                            | - | -  | + | DD | -  |
| <i>Siella erecta</i> (Huds.) Pimenov  | - | -  | - | LC | -  |
| <i>Silene supina</i> M.Bieb.  | + | -  | - | -  | -  |
| <i>Sinapis arvensis</i> L.  | - | -  | - | -  | LC |



## Продовження таблиці 1

| 1  | 2  | 3  | 4 | 5  | 6   |
|--|----|----|---|----|-----|
| <i>Sium latifolium</i> L.                      | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Sparganium erectum</i> L.                   | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Spiraea hypericifolia</i> L.                | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.       | -  | -  | - | LC | LC  |
| <i>Stipa borysthena</i> Klokov ex Prokudin     | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Stipa capillata</i> L.                      | -  | HO | - | -  | -   |
| <i>Stipa dasyphylla</i> (Lindem.) Trautv.      | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Stipa pennata</i> L.                        | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Stipa pulcherrima</i> K.Koch                | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Stratiotes aloides</i> L.                   | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Trapa borysthena</i> V.N.Vassil.            | -  | HO | - | LC | DD  |
| <i>Trifolium alpestre</i> L.                   | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Trifolium ambiguum</i> M.Bieb.              | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Trifolium arvense</i> L.                    | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Trifolium diffusum</i> Ehrh.                | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Trifolium pratense</i> L.                   | -  | -  |   | LC | LC  |
| <i>Trifolium repens</i> L.                     | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Tulipa granitica</i> (Klokov & Zoz) Klokov  | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Tulipa quercetorum</i> Klokov & Zoz         | -  | BP | - | -  | -   |
| <i>Typha angustifolia</i> L.                   | -  | -  | - | LC | LC  |
| <i>Typha latifolia</i> L.                      | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Typha laxmannii</i> Lepech.                 | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Urtica dioica</i> L.                        | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Urtica kioviensis</i> Rogow.                | -  | -  | - | DD | DD  |
| <i>Utricularia vulgaris</i> L.                 | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Valeriana stolonifera</i> Czern.            | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Valeriana tuberosa</i> L.                   | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Vallisneria spiralis</i> L.                 | -  | -  | - | LC | LC  |
| <i>Verbascum phlomoides</i> L.                 | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Veronica spuria</i> L.                      | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Vicia grandiflora</i> Scop.                 | -  | -  | - | -  | LC  |
| <i>Vinca herbacea</i> Waldst. & Kit.           | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Vincetoxicum rossicum</i> (Kleopow) Barbar. | +  | -  | - | -  | -   |
| <i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.    | -  | -  | - | LC | LC  |
| <i>Zannichellia palustris</i> L.               | -  | -  | - | LC | LC  |
| Всього (248)                                   | 51 | 18 | 4 | 58 | 150 |

У подальшому доцільно провести ревізію локалітетів раритетної флори для визначення сучасного стану їх ценопопуляцій, а також розробити рекомендації стосовно заходів щодо їх збереження.

Отримані дані можуть бути використані:

- при підготовці клопотань та заявок щодо надання території острова статусу природоохоронного об'єкта, в тому числі об'єкта «Смарагдової мережі»;
- у навчальному процесі освітніх установ;
- неурядовими громадськими організаціями для сприяння впливу громадськості на прийняття рішень у сфері місцевої екологічної політики;
- для видання інформаційних буклетів з екологічної освіти населення тощо.

Щиру подяку висловлюємо авторам наукових статей та фотографій Ю.І. Корнієвському, В.І. Петроченку, С.І. Одинець, В.І. Шелегеда, С.А. Корзун та ін., які надзвичайно допомогли у дослідженнях.

### ВИСНОВКИ

1. Раритетна компонента свідчить про високу цінність природної флори вищих судинних рослин острова. До бази даних МСОП (IUCN version 3.1.) занесено 58 видів, до Європейського червоного списку (2011) занесено 150 видів рослин, до Бернської конвенції – 4 види, до Червоної книги України (2009) – 18, та до списків видів регіонально рідкісної флори – 51.
2. Флора о. Хортиця потребує проведення заходів з охорони та збереження його біорізноманіття, у тому числі отримання статусів природоохоронного об'єкта відповідно до ратифікованих Україною міжнародних угод.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Коротченко І. А. Види флори України в базі даних Міжнародного союзу охорони природи (МСОП -IUCN) / І. А. Коротченко, С. Л. Мосякін // Рослинний світ у Червоній книзі України : впровадження глобальної стратегії збереження рослин : матеріали III Міжнар. наук. конф., 4-7 червня 2014 р. Львів, Україна / НАН України, Ін-т екології Карпат [та ін.]. – Львів, 2014. – С. 42-47.
2. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats [Electronic resource]. – Mode of access : WWW.URL : <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm>
3. The IUCN Red List of Threatened Species [Electronic resource] // International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – Mode of access : WWW.URL : <http://www.iucnredlist.org/#>
4. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Electronic resource]. – Mode of access : WWW.URL : <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
5. European Red List [Electronic resource] (13 files) // Environment Directorate General of the European Commission. – Mode of access : WWW.URL : <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>
6. Червона книга України. Рослинний світ. – К. : Укр. енциклопедія, 1996 – 605 с.

7. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) / Укладачі : докт. біол. наук, проф. Т. Л. Андрієнко, канд. біол. наук М. М. Перегрим. – К. : Альтерпрес, 2012. – 148 с.
8. Генеральний план розвитку Національного заповідника «Хортиця» 2004-2011 рр. Пояснювальна записка. Науковий архів Національного заповідника «Хортиця» № 215.1
9. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine : A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. – K., 1999. – 346 p.
10. European Red List of Vascular Plants / [Bilz M., Kell S. P., Maxted N. and Lansdown R. V.]. – Luxembourg, 2011. – 130 p.

#### REFERENCES

1. Korotchenko, Iryna Andriivna. Vydry flory Ukrainy v bazi danykh Mizhnarodnoho soiuзу okhorony pryrody (MSOP -IUCN) / I. A. Korotchenko, S. L. Mosiakin // Roslynniyi svit u Chervonii knyzi Ukrainy : vprovadzhenia hlobalnoi stratehii zberezhennia roslyn : materialy III Mizhnar. nauk. Konf., 4-7 chervnia 2014 r. Lviv, Ukraina / NAN Ukrainy, In-t ekolohii Karpat [ta in.]. – Lviv, 2014. – S. 42-47.
2. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats [Electronic resource] – Mode of access : WWW.URL : <http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm>
3. The IUCN Red List of Threatened Species [Electronic resource] // International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – Mode of access : WWW.URL : <http://www.iucnredlist.org/#>
4. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [Electronic resource]. – Mode of access : WWW.URL : <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
5. European Red List [Electronic resource] (13 files) // Environment Directorate General of the European Commission. – Mode of access : WWW.URL : <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>
6. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit. – K. : Ukr. entsyklopediia, 1996- 605 s.
7. Ofitsiini perehlyky rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy (dovidkove vydannia) / Ukladachi : dokt. biol. nauk, prof. T.L. Andriienko, kand. biol. nauk M.M. Perehrym. – K. : Alterpres, 2012. – 148 s.
8. Heneralnyi plan rozvytku Natsionalnoho zapovidnyka «Khortytsia» 2004-2011rr. Poiasniuvalna zapyska. Naukovyi arkhiv Natsionalnoho zapovidnyka «Khortytsia» № 215.1
9. Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine : A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. – K., 1999. – 346 p.
10. European Red List of Vascular Plants / [ Bilz M., Kell S.P., Maxted N. and Lansdown R.V.]. – Luxembourg, 2011. – 130 p.

## ВПЛИВ ГЕОГРАФІЧНОЇ ЗОНАЛЬНОСТІ НА РІЗНОМАНІТТЯ РІЧКОВОГО ФІТОПЛАНКТОНУ

Шелюк Ю.С.,<sup>1</sup>Щербак В.І., Рудюк Т.М.

*Житомирський державний університет ім. Івана Франка  
10008, Україна, Житомир, вул. Велика Бердичівська 52*

*<sup>1</sup>Інститут гідробіології НАН України  
01210, Україна, Київ, просп. Героїв Сталінграда, 12*

Shelyuk\_Yulya@ukr.net

З'ясовано, що вздовж поздовжнього профілю р. Горинь при протіканні в різних природних зонах відбуваються вагомні перебудови у складі планктонних водоростей. Ділянка річки, що відповідає зоні лісостепу і знаходиться у її верхній течії, характеризується більшим числом видів, помітнішою роллю зелених і золотистих водоростей, меншою флористичною участю діатомових, а також більшою часткою синьозелених та меншою – евгленових водоростей у формуванні чисельності і біомаси, ніж ділянка, що знаходиться в зоні полісся і приурочена середній течії річки. Водночас прослідковується континуальність показників чисельності й біомаси з максимумом кількісного різноманіття влітку, а також значна подібність еколого-географічних спектрів фітопланктону різнотипних ділянок річки.

*Ключові слова: фітопланктон, різноманіття, річка, геоморфологічні умови, континуальність, дискретність.*

Шелюк Ю.С.,<sup>1</sup>Щербак В.І., Рудюк Т.М. ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ НА РАЗНООБРАЗИЕ РЕЧНОГО ФИТОПЛАНКТОНА / Житомирский государственный университет им. Ивана Франко; 10008, Украина, Житомир, ул. Большая Бердичевская, 52; <sup>1</sup>Институт гидробиологии НАН Украины; 01210, Украина, Киев, просп. Героев Сталинграда, 12

Установлено, что вдоль продольного профиля р. Горынь при протекании в разных природных зонах происходят существенные перестройки в составе планктонных водорослей. Участок реки, который находится в лесостепной зоне и отвечает верхнему течению, характеризуется большим числом видов, более заметной ролью зеленых и золотистых водорослей, меньшим флористическим участием диатомовых; а также более высокой долей синезеленых и меньшей – эвгленовых в формировании численности и биомассы фитопланктона в сравнении с участком реки, который находится в зоне полесья и приурочен среднему течению. Однако прослеживается континуальность показателей численности и биомассы с максимумом количественного разнообразия летом, а также значительное сходство эколого-географических спектров фитопланктона разнотипных участков реки.

*Ключевые слова: фитопланктон, разнообразие, река, геоморфологические условия, континуальность, дискретность.*

Shelyuk Yu.S.,<sup>1</sup>Shcherbak V.I., Zakharchuk T.M. EFFECT OF GEOGRAPHIC ZONALITY UPON THE RIVER PHYTOPLANKTON DIVERSITY / Ivan Franko Zhytomyr State University; 10008, Ukraine, Zhytomyr, Velyka Berdychivska str., 52; <sup>1</sup>Institut of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine; 01210, Ukraine, Kyiv, Heroiv Stalingrada Ave., 12

Studying the algal flora transformation alongside the river beds under the influence of geographic zonality is one of the urgent hydrobiological issues. The Horyn River was chosen as an object for revealing the patterns of phytoplankton development in different geographic zones. The research was carried out during growing seasons of 2012–2015 at fixed sampling sites, which correspond to two physico-geographical zones: the 1<sup>st</sup> site is located in the forest-steppe zone (Iziaslav district, Khmelnytskyi region) and relates to the river's upper reaches, the 2<sup>nd</sup> site is located in the Polesye zone (Hoshcha district, Rivne region) and relates to its middle reaches.

85 species of algae (89 infraspecies taxa) from 8 divisions, 12 classes, 19 orders, 26 families and 50 genera have been identified in the 1<sup>st</sup>-type river section. The level of divisions was dominated by green algae and diatoms, the level of classes – by *Chlorophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyceae*, *Bacillariophyceae* and *Trebouxiophyceae*. The leading orders included *Sphaeropleales*, *Euglenales*, *Chlorellales*, *Chlamydomonadales*, *Chromulinales*, *Talassiosirales*, *Chroococcales*, *Ochromonadales*; the leading families – *Scenedesmaceae*, *Euglenaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Chrysococcaceae*, *Stephanodiscaceae*, *Chlorellaceae*, *Dinobryonaceae*, *Oocystaceae* and *Bacillariaceae*; the leading genera

– *Trachelomonas*, *Kephyrion*, *Chlamydomonas*, *Nitzschia*, *Lepocinclis*, *Cyclotella*, *Pseudokephyrion*, *Crucigenia*, *Dictyosphaerium*.

The 2<sup>nd</sup> type river section showed decrease in the phytoplankton species diversity, as compared with the 1<sup>st</sup> type section, – 66 species (67 infraspecies taxa), 48 genera, 29 families, 16 orders, 11 classes and 6 divisions. Differences in the taxonomic structure of algal assemblages are noticeable not only at the level of species and genera, but at the higher taxa level as well. At the level of divisions no yellow-green algae and cryptomonades have been found, the portion of diatoms has proven to increase, and the portions of green and golden algae have proven to reduce. At the level of classes we observed a dropdown in the floristic role of *Chlorophyceae*, *Chrysophyceae*. The statistically significant orders no longer included *Ochromonadales*, *Chroococcales*, *Talassiosirales* and *Chromulinales*, at the same time the floristic role of *Naviculales* and *Achnanthes* went up. At the level of families the saturation with species reduced in *Scenedesmaceae*, *Chlorellaceae* and increased – in *Naviculaceae*, *Cymbellaceae*, *Cocconeidaceae*, *Fragilariaceae*, and *Selenastraceae*. *Dinobryonaceae* and *Chrysococcaceae* disappeared from the rank of leading families. The genera *Chlamydomonas*, *Lepocinclis*, *Cyclotella*, *Crucigenia*, and *Dictyosphaerium* reduced their saturation with species. Sorensen's coefficient of similarity also indicates the specificity of the river sections under study (0.20).

The average values of phytoplankton biomass in both sections did not differ considerably, however quite higher number of cells was recorded in the 1<sup>st</sup>-type river section. We observe more noticeable role of *Cyanophyta* in phytoplankton number of cells and biomass in the river section, relating to the forest-steppe zone, and *Euglenophyta* – in the river section, corresponding to Polesye zone.

Notwithstanding the well-marked discrete pattern of phytoplankton distribution, there was continuum in number of cells and biomass with the highest quantitative diversity in summer. Phytoplankton ecological and geographic spectra in different river sections were shown to be similar, however the Polesye section, as compared with the forest-steppe zone, was distinguished by higher portion of benthic forms, halophiles, alkaliphiles, cold-water forms, reduction in the portion of polysaprobies and saprophiles.

*Key words: phytoplankton, diversity, river, geomorphologic conditions, continuum, discrete pattern*

## ВСТУП

У літературі накопичено потужний масив відомостей про склад і розподіл водоростей у річках, але механізми підтримання структури фітопланктону в різних елементах річкової системи та вплив фізико-географічних умов вивчені недостатньо. Досі не існує єдиної думки фахівців щодо структурної організації річкових біоценозів. Найпоширенішою є концепція річкового континууму Ваннота [7] та динаміки плям – рефугіумів Таунсенда [8], основою яких є різні погляди на структуру природних комплексів біоти річок і механізми їх підтримання. Саме тому сьогодні актуальною проблемою гідробіологічних досліджень є не лише вивчення структури автотрофної ланки у річках різного типу, а й дослідження її трансформації уздовж повздожнього профілю залежно від фізико-географічних умов. Зручним об'єктом для виявлення закономірностей формування альгофлори в умовах різних природних зон є великі річки.

Мета роботи полягала у встановленні впливу географічної зональності на різноманіття річкового фітопланктону.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Трансзональна Річка Горинь згідно із системою класифікації А по Водній Рамковій Директиві ЄС належать до типу «дуже великі». Має довжину 659 км (у межах України – 577 км), площу басейну 27700 км<sup>2</sup>. Протікає по території Тернопільської, Хмельницької та Рівненської областей України, а далі по території Брестської області Білорусі, впадає в р. Прип'ять. Є трансзональною річкою: верхня частина басейну до впадання р. Устя розташована на Волинь-Подільській височині, становить плато з висотами 385,5–215 м, середня й нижня частини сточища лежать в межах дуже заболоченої низинної рівнини Полісся [6].

Відбір проб фітопланктону р. Горинь проводили двічі на місяць упродовж вегетаційних сезонів 2012–2015 рр. на стаціонарних станціях, що відповідають різним географічним зонам: І тип – зоні лісостепу (Ізяславський р-н, Хмельницька обл.), верхній течії річки,

і II тип – зоні полісся (Гошанський р-н, Рівненська обл.), середній течії. Проби відбирали, фіксували, згущували та камерально опрацьовували згідно із загальновідомими методами [4]. У роботі застосовано таксономічну систему водоростей, запропоновану у зведенні «Algae of Ukraine». Біоіндикаційна оцінка наведена з використанням монографії С.С. Барінової [1].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За період досліджень у планктоні р. Горинь виявлено 135 видів водоростей, представлених 139 внутрішньовидовими таксонами (в.в.т.) включно з номенклатурним типом виду.

### Річкова ділянка I типу (лісостепова зона, верхня течія)

Загалом у її фітопланктоні ідентифіковано 85 видів водоростей (89 в.в.т.) із 8 відділів (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Cryptophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta*, *Xanthophyta* і *Chlorophyta*), 12 класів, 19 порядків, 26 родин і 50 родів.

На рівні відділів домінували зелені і діатомові водорості (38,2% і 22,5% від загального числа видів). Меншою кількістю видів були представлені еугленові і золотисті (по 13,5%) та синьозелені (9%). Решта відділів представлені лише 1 видом. На рівні класів домінували: *Chlorophyceae* – 25 таксонів рангом нижче роду (28%), *Chrysophyceae* й *Euglenophyceae* (по 13%), *Bacillariophyceae* (12%) і *Trebouxiophyceae* (10%). Провідними порядками були: *Sphaeropleales* (20%), *Euglenales* (13%), *Chlorellales* (10%), *Chlamydomonadales* і *Chromulinales* (по 8%), *Talassiosirales*, *Chroococcales*, *Ochromonadales* (по 6%). Статистично значимими родинами були: *Scenedesmaceae* (15%), *Euglenaceae* (13%), *Chlamydomonadaceae* і *Chrysococcaceae* (по 7%), *Stephanodiscaceae*, *Chlorellaceae* і *Dinobryonaceae* (по 6%), *Oocystaceae* і *Bacillariaceae* (по 4%).

Із 50 родів, ідентифікованих у фітопланктоні річкової ділянки, що знаходиться в лісостеповій зоні, ядро його флористичної структури формували 9 родів: *Trachelomonas* Ehrenb. (8%), *Kephyrion* Pascher (6%), *Chlamydomonas* Ehrenb. і *Nitzschia* Hass. (по 4%), *Lepocinclis* Perty, *Cyclotella* Kütz., *Pseudokephyrion* Pascher emend. W.G.G. Schmid, *Crucigenia* Morr., *Dictyosphaerium* Nägeli (по 3%). Родовий коефіцієнт дорівнював 1,7. Подібні значення родового коефіцієнта дослідники вказують для річок, що зазнають антропогенного пресу [5].

Для встановлення ролі відділів у формуванні біологічного різноманіття залежно від частоти трапляння видових та внутрішньовидових таксонів, які формують їх склад, визначали флористичний індекс  $F_{spp}$  [2, с. 10]. Провідними відділами за частотою трапляння видів були *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Chrysophyta*, *Euglenophyta* і *Cyanoprokaryota* (індекс  $F_{spp}$  склав відповідно: 41,7%, 26,0%, 10,8%, 9,8% і 8,3%). Найбільшу частоту трапляння мали: *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (92,3%), *C. stelligera* (Cleve et Grunow) Van Heurck (76,9%), *Chlamydomonas globosa* J. Snow (69,2%), *Ch. monadina* (Ehrenb.) F. Stein (53,8%), *Stephanodiscus hantzschii* Grunow (46,1%).

### Річкова ділянка II типу (зона полісся, середня течія)

На цій ділянці спостерігали збіднення видового складу фітопланктону порівняно з ділянкою I типу. Він був представлений 66 видами (67 в. в. т.), 48 родами, 29 родинами, 16 порядками, 11 класами і 6 відділами (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Bacillariophyta* і *Chlorophyta*). Відмінності в таксономічній структурі водоростевих угруповань досить помітні не лише на рівні видів і родів, а й вищих систематичних таксонів. Зокрема, на рівні відділів на цій ділянці не знайдено представників жовтозелених і криптофітових водоростей, відмічено значне зростання у видовому складі фітопланктону частки діатомових та зменшення флористичної ролі

зелених і золотистих водоростей. Структуру фітопланктону на рівні відділів формували зелені й діатомові водорості (по 34,8%), як субдомінанти відмічені евгленові (14,5%), синьозелені (10,1%), частка золотистих і динофітових була незначною (4,3% і 1,4%).

На ділянці, приуроченій зоні полісся, своєрідність таксономічного складу фітопланктону на рівні провідних класів також досить виражена. Найвищою була частка *Bacillariophyceae* (30%), при цьому відмічали зниження флористичної ролі *Chlorophyceae* (24%), *Chrysophyceae* (4%), майже не змінилася частка *Euglenophyceae* (13%) і *Trebouxiophyceae* (10%).

До домінуючих порядків належали: *Sphaeropleales* (15%), *Euglenales* (12%), *Chlorellales* (11%), *Naviculales* (9%), *Chlamydomonadales* і *Achananthes* (майже по 8%). Порівняно з ділянкою I типу із рангу статистично значимих порядків зникли *Ochromonadales*, *Chroococcales*, *Talassiosirales* і *Chromulinales*, при цьому помітно зросла флористична роль *Naviculales* і *Achananthes*. Провідними родинами на ділянці II типу були: *Euglenaceae* (12%), *Scenedesmaceae* (майже 8%), *Oocystaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Naviculaceae* (по 6%) *Stephanodiscaceae*, *Selenastraceae*, *Cymbellaceae*, *Bacillariaceae* (майже по 5%). Порівняно з ділянкою I типу зменшилася насиченість видами *Scenedesmaceae*, *Chlorellaceae*, збільшилася флористична роль *Naviculaceae*, *Cymbellaceae*, *Cocconeidaceae*, *Fragilariaceae*, *Selenastraceae*. Із рангу провідних зникли *Dinobryonaceae* і *Chrysococcaceae*.

Ядро таксономічної структури родів формували *Trachelomonas*, *Euglena* Ehrenb., *Cocconeis* Ehrenb., *Navicula* Bory (майже по 5%). Порівняно з річковою ділянкою в межах лісостепової зони спостерігалось зниження насиченості видами родів *Chlamydomonas*, *Lepocinclis*, *Cyclotella*, *Crucigenia*, *Dictyosphaerium*. Загалом частка одно- та двовидових родів склала 90%. На цій ділянці відмічали незначне зниження родового коефіцієнта (1,4).

За частотою трапляння провідними відділів були Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta і Cyanoprokaryota (індекс  $F_{spp}$  склав відповідно: 36,7%; 35,6%; 13,6%; 8,1%). Найбільшу частоту трапляння мали: *Cyclotella bodanica* Eulenst. (70,6%), *Phacotus leanticularis* (Ehrenb.) Diesing (58,8%), *Trachelomonas volvocina* Ehrenb., *Oocystis parva* W. West et G.S. West (по 52,9%), *Diatoma vulgare* Bory (47,1%).

Ступінь флористичної подібності фітопланктону різнотипних ділянок, розрахований за коефіцієнтом Серенсена, виявився низьким – 0,20, що, ймовірно, зумовлено геоморфологічними відмінностями територій, по яких вони протікають, а також гідрологічним і гідрохімічним режимами.

### Кількісне різноманіття і домінантний комплекс

Кількісний розвиток фітопланктону Горині мав такі особливості: максимум біомаси на обох ділянках спостерігався влітку, що є загальною особливістю евтрофних вод. Проте чисельності властиве зміщення максимальних величин від літа до осені на ділянці I типу (табл. 1).

Таблиця 1 – Просторово-часова динаміка кількісних показників розвитку фітопланктону р. Горинь

| Тип ділянки           | I тип                         |                        | II тип                        |                        |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                       | N,<br>млн. кл/дм <sup>3</sup> | B,<br>г/м <sup>3</sup> | N,<br>млн. кл/дм <sup>3</sup> | B,<br>г/м <sup>3</sup> |
| Весна                 | 3,28±0,49                     | 1,17±0,26              | 1,02±0,13                     | 1,45±0,07              |
| Літо                  | 7,13±0,53                     | 1,49±0,37              | 1,21±0,13                     | 1,68±0,37              |
| Осінь                 | 8,15±0,69                     | 1,13±0,30              | 0,88±0,10                     | 1,23±0,19              |
| За вегетаційний сезон | 5,44±0,54                     | 1,16±0,25              | 1,05±0,07                     | 1,46±0,18              |

Середні показники біомаси фітопланктону на обох ділянках суттєво не відрізнялися, однак фіксували значно вищі значення чисельності на ділянці I типу. Це пов'язано зі значною участю в її формуванні синьозелених водоростей. Структуроутворюючими відділами у формуванні біомаси весняного фітопланктону річкової ділянки I типу були діатомові, зелені і золотисті водорості (відповідно 35%, 30% і 19%), II типу – зелені, евгленові і діатомові (38%, 31% і 28%); літнього – евгленові, зелені, синьозелені (31%, 31% і 20%) і евгленові, зелені, діатомові (51%, 26%, 23%); осіннього – синьозелені, діатомові (67% і 19%) і евгленові, зелені, діатомові (44%, 32% і 24%).

Провідними відділами у формуванні чисельності на ділянці I типу упродовж літа-осені були синьозелені (67 і 93%) і зелені водорості (26 і 6%), лише навесні в ранзі провідних були евгленові (43%), синьозелені (34%) та зелені (10%), на ділянці II типу навесні домінували діатомові (32%), зелені (31%), синьозелені (20%), упродовж літа-осені – зелені (38 і 35%), діатомові (33 і 30%) і евгленові (12 і 15%).

Загалом відмічаємо помітнішу роль синьозелених водоростей у формуванні чисельності й біомаси фітопланктону на ділянці, приуроченій лісостеповій зоні, й евгленових – на ділянці річки, що відповідає зоні полісся.

Домінантний комплекс за біомасою фітопланктону нараховував 20 видів водоростей на ділянці I типу і 16 – на ділянці II типу. У структурі домінантного комплексу ділянки I типу провідна роль належала діатомовим (25%), зеленим, синьозеленим і евгленовим (по 20%) водоростям, II типу – евгленовим (44%), зеленим (31%) і діатомовим (25%). На досліджуваних ділянках відмічено лише 3 спільні види домінанти: *Cyclotella bodanica*, *Chlamydomonas globosa*, *Ch. monadina*.

*Біоіндикаційний аналіз різнотипних ділянок р. Горинь за видовим складом фітопланктону.*

Аналіз еколого-географічних характеристик водоростей планктону різнотипних ділянок річки показав, що його основу формують досить поширені види (табл. 2). За приуроченістю до місця існування на обох ділянках домінують планктонні й планктонно-бентосні форми. На ділянці II типу відмічено зростання частки бентосних водоростей, що, ймовірно, пов'язано зі зростанням турбулентності вниз за течією річки. На цій ділянці відмічена й менша порівняно з ділянкою I типу частка індикаторів стоячих вод.

За відношенням до солоності води на обох ділянках переважали олігогалоби-індиференти. Відмічено, що частка галофобів знижується, а галофілів зростає на ділянці II типу. Це пояснюється зменшенням суми йонів, яке зумовлене особливостями фізико-географічних умов Поліської низовини. Бідні на мінеральні солі підзолисті ґрунти зумовлюють низьку мінералізацію ґрунтових вод [3], які живлять Горинь на ділянці II типу. Ці особливості регіону (зниження мінералізації, підвищення значення кольоровості води), ймовірно, сприяють спрощенню видової структури водоростевих угруповань: знижується видове багатство, зростає частка маловидових родів.

За відношенням до рН на обох ділянках домінують індиференти. Вища частка алкаліфілів на ділянці II типу узгоджується з даними гідрохімічного аналізу вод (рН на ділянці I типу була в межах 6,2-6,4, II типу – 6,9-7,4).

За відношенням до температури переважали індикатори помірного температурного режиму й евртерми. На ділянці II типу спостерігали помітну частку холодолюбних форм. 60,7% видів на ділянці I типу і 71,6% на ділянці II типу були індикаторами забруднення вод органічними речовинами за Пантле-Букк, 18,0% і 20,9% – за Ватанабе.



Таблиця 2 – Співвідношення різних еколого-географічних груп водоростей планктону різнотипних ділянок р. Горинь

| Характеристика виду   | Тип ділянки |    | Характеристика виду                       | Тип ділянки |    |
|---|-------------|----|---|-------------|----|
|   | I           | II |   | I           | II |
|   | %           |    |   | %           |    |
| <b>Біотопічна приуроченість</b>   |             |    | сапрофіли                                 | 13          | 7  |
| планктонні  | 44          | 35 | еврисапроби                               | 74          | 57 |
| планктонно-бентосні   | 35          | 33 | <b>Галобність</b>                         |             |    |
| бентосні  | 17          | 29 | олігогалоби-галофоби                      | 10          | 5  |
| грунтові  | 4           | 4  | олігогалоби                               | 4           | 5  |
| <b>Температурна приуроченість</b>   |             |    | олігогалоби-індиференти                   | 74          | 69 |
| холодолюбні   | 0           | 20 | олігогалоби-галофіли                      | 10          | 16 |
| помірні і (або) індиферентні  | 55          | 30 | мезогалоби                                | 2           | 5  |
| евритермні  | 45          | 50 | <b>Відношення до рН</b>                   |             |    |
| <b>Реофільність</b>   |             |    | ацидофіли                                 | 3           | 5  |
| стоячі  | 33          | 26 | індиференти й / або нейтрофіли            | 59          | 45 |
| текучі  | 8           | 4  | алкаліфіли                                | 31          | 41 |
| стояче-текучі і (або) індиферентні  | 59          | 70 | алкалібійонти                             | 7           | 9  |
| <b>Сапробність</b>  |             |    | <b>Географічна приуроченість</b>          |             |    |
| ксено-, ксено-олігосапробіонти,   | 7           | 9  | голарктичні                               | 13          | 12 |
| оліго-ксеносапробіонти,<br>ксено-бета мезосапробіонти,<br>олігосапробіонти оліго-<br>бета мезосапробіонти       | 33          | 32 | ірано-туранські                           | 2           | 2  |
| бета-олігосапробіонти, оліго-<br>альфа мезосапробіонти<br>бета мезосапробіонти, бета-<br>альфа мезосапробіонти, | 52          | 55 | космополіти                               | 77          | 76 |
| альфа-оліго мезосапробіонти,<br>альфа мезосапробіонти,<br>альфа бета мезосапробіонти                            | 2           | 2  | бореальні                                 | 6           | 6  |
| полісапробіонти   | 6           | 2  | альпійські                                | 2           | 2  |
| <b>Тип живлення</b>   |             |    | аркто-альпійські                          | 0           | 2  |
| автотрофи, що розвиваються за<br>низької концентрації<br>азотовмісних органічних<br>сполук                      | 31          | 40 | <b>Трофність</b>                          |             |    |
| автотрофи, що витримують їх<br>підвищені концентрації   | 54          | 40 | оліготрофи                                | 15          | 10 |
| факультативні гетеротрофи   | 15          | 10 | оліго-мезотрофи                           | 8           | 0  |
| облігатні гетеротрофи   | 0           | 10 | мезотрофи                                 | 23          | 30 |
| <b>Тип органічного забруднення<br/>за Ватанабе</b>  |             |    | евтрофи                                   | 38          | 50 |
| сапроксени  | 13          | 36 | гіперевтрофи                              | 8           | 0  |
|   |             |    | індикатори широкої<br>амплітуди трофності | 8           | 10 |

Аналіз сапробності вод показав, що на обох ділянках річки домінують індикатори, що відповідають III класу якості вод («задовільні») згідно із [4, с. 392], при цьому на ділянці II типу відмічали незначне зменшення частки полісапробіонтів. Співвідношення індикаторів забруднення вод за Ватанабе переважно узгоджується з даними сапробіологічного аналізу за Пантле-Букк. Так, сапроксени, що віддають перевагу чистим водам, мають більшу частку на ділянці II типу, а сапрофіли – індикатори підвищеного забруднення – майже вдвічі меншу. На обох ділянках переважають еврисапроби, що дозволяє віднести р. Горинь до помірно забруднених. За типом живлення на річкових ділянках виявлено переважання автотрофів. Індикація рівня трофності виявила домінування евтрофів на обох ділянках.

Індекс сапробності, розрахований за біомасою фітопланктону, на ділянках I і II типу становив 1,7 і 1,9, що відповідає III класу якості вод «задовільні» категорії «досить чисті».

Надалі планується встановлення закономірностей формування і функціонування фітопланктону річок басейнів Прип'яті і Тетерева під впливом природних і антропогенних факторів, багаторічної сукцесії річкової альгофлори.

### ВИСНОВКИ

1. Порівняльний аналіз за складом фітопланктону ділянок річки Горинь в умовах різних географічних зон, а також структурою чисельності й біомаси, домінантного комплексу вказує на їх певну дискретність.
2. Ділянка річки в зоні лісостепу, що відповідає верхній течії, характеризується більшим числом видів, помітнішою роллю зелених і золотистих водоростей, меншою – діатомових.
3. Річковій ділянці в лісостеповій зоні властива більша частка синьозелених та менша – евгленових водоростей у формуванні чисельності і біомаси порівняно з ділянкою в зоні полісся, що приурочена середній течії.
4. На своєрідність фітопланктону різнотипних ділянок р. Горинь та вагомій перебудови у складі планктонних водоростей уздовж поздовжнього профілю річки в умовах різних географічних зон вказує коефіцієнт флористичної спільності (0,20).
5. Незважаючи на виражену просторову дискретність фітопланктону, прослідковувалася континуальність у домінуванні провідних відділів, показників чисельності й біомаси з максимумом кількісного різноманіття влітку.
6. Попри значну подібність еколого-географічних спектрів фітопланктону різнотипних ділянок річки, на річковій ділянці у зоні полісся порівняно з лісостеповою зоною відмічено зростання частки бентосних форм, галофілів, алкаліфілів, холодолюбних форм, зменшення частки полісапробіонтів і сапрофілів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Барінова С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Барінова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив : PiliesStudio, 2006. – 498 с.
2. Девяткин В. Г. Встречаемость видов водорослей как показатель биологического разнообразия альгоценозов / В. Г. Девяткин, И. В. Митропольская // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. – Ярославль : ЯГТУ, 2002. – С. 5–22.

3. Мельник В. С. Екологічна оцінка та екологічні нормативи якості річок Рівненської області : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «гідрологія суші, водні ресурси, гідрологія» / В.С. Мельник. – Рівне, 2002. – 18 с.
4. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка. – К. : ЛОГОС, 2006. – С. 8–24 с.
5. Охупкин А. Г. История и основные проблемы исследования речного фитопланктона / А. Г. Охупкин // Ботанический журнал. – 2000. – Т. 85, № 1. – С. 1–14.
6. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днепра на территории Украины / [Васенко А. Г., Петренко О. Н., Климов А. В. и др.]; под ред. А. Г. Васенко, С. А. Афанасьева. – К. : Академперіодика, 2002. – 355 с.
7. The river continuum concept / Vannote R. L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell at al. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1980.– Vol. 37. – P. 130-137.
8. Townsend C.R. The part dynamics concept of stream community ecology / C. R. Townsend // J. North Amer. Benthological Soc. – 1989. – Vol. 8. – P. 36-50.

#### REFERENCES

1. Barinova S.S. Bioraznoobraziye vodorosley-indikatorov okruzhayushey sredy // S.S. Barinova, L.A. Medvedeva, O.V. Anisimova. – Tel'-Aviv : PiliesStudio, 2006. – 498 s.
2. Devyatkin V.G. Vstrechayemost' vidov vodorosley kak pokazatel' biologicheskogo raznoobraziya al'gotsenozov / V.G. Devyatkin, Mitropol'skaya I.V. // Dinamika raznoobraziya gidrobiontov vo vnutrennikh vodoyemakh Rossii. – Yaroslavl' : YAGTU, 2002. – S. 5–22.
3. Mel'nik V.S. Yekologichna otsinka ta yekologichni normativi yakosti richok Rivnens'koi' oblasti : avtoref. dis. na zdotuttya nauk. stupenya kand. geogr. nauk : spets. 11.00.07 «gidrologiya sushi, vodni resursi, gidrologiya» / V.S. Mel'nik. - Rivne, 2002. – 18 s.
4. Metodi gidroekologicheskikh doslidzhen' poverkhnevikh vod / Za red. V.D. Romanenka. – K. : LOGOS, 2006. – 408 s.
5. Okhupkin A.G. Istoriya i osnovnyye problemy issledovaniya rechnogo fitoplanktona / A.G. Okhupkin // botanicheskiy zhurnal. – 2000. – Т. 85, № 1. – S. – 1-14.
6. Ekologicheskoye sostoyaniye transgranichnykh uchastkov rek basseyna Dnepra na territorii Ukrainy / [Vasenko A.G., Petrenko O.N., Klimov A.V. i dr.]; pod red. A.G. Vasenko, S.A. Afanas'yeva. – K. : Akadempriodika, 2002. – 355 s .
7. The river continuum concept / Vannote R. L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell at al. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1980. – Vol. 37. – P. 130-137.
8. Townsend C.R. The part dynamics concept of stream community ecology / C.R. Townsend // J. North Amer. Benthological Soc. – 1989. – Vol. 8. – P. 36-50.

## РОЗДІЛ V. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА БАР

УДК 547.835.8:615.28

### СИНТЕЗ ТА БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ПОХІДНИХ N-ЗАМІЩЕНИХ АКРИДИН-9-ОНУ ТА 2,5-ЗАМІЩЕНИХ 1,3,4-ОКСАДІАЗОЛІВ (огляд літератури)

Карпенко Ю.В., Омельянчик Л.О., Близнюк Ю.Е., <sup>1</sup>Омельянчик В.М.

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

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

karpenko.y.v@gmail.com

Стаття є оглядом проблеми пошуку нових біологічно активних речовин. Як перспективний клас сполук розглянуто похідні N-заміщених акридин-9-ону й 2,5-заміщених 1,3,4-оксадіазолів, відзначені їхні фармакологічні властивості. Похідні N-заміщеного акридин-9-ону, а саме акридинооцтова кислота і її гідрозид за рахунок високої ліпофільності, плоского трициклічного акридинового ядра, гідрофільності за рахунок циклічної кетогрупи (C9=O) і залишку оцтової кислоти має безліч унікальних фармакологічних властивостей: висока біологічна активність, гіпоалергенність й низка токсичність. Гідрозид акридинооцтової кислоти проявляє високу біологічну активність: протизапальну, нейротропну й імунотропну, що дозволяє йому легко проникати в органи й тканини, а також взаємодіяти з рецепторами клітин і впливати на метаболізм організму загалом.

Отже, аналіз даних літератури показує, що похідні N-заміщеного акридин-9-ону й 2,5-заміщених 1,3,4-оксадіазолів проявляють антибактеріальну, фунгіцидну, протизапальну, гіпоглікемічну, протималарійну активність. Пошук методів синтезу нових 10-азолілметилакридонів, які містять фрагмент 1,3,4-оксадіазолу й мають високу біологічну активність, при низькій токсичності на даний момент є актуальним вектором розвитку в біоорганічній, фармацевтичній та медичній хімії.

*Ключові слова: похідні N-заміщених акридин-9-ону, 2,5-заміщені 1,3,4-оксадіазоли, біологічна активність.*

Карпенко Ю.В., Омельянчик Л.А., Близнюк Ю.Э., <sup>1</sup>Омельянчик В.М. СИНТЕЗ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ N-ЗАМЕЩЕННЫХ АКРИДИН-9-ОНУ ТА 2,5-ЗАМЕЩЕННЫХ 1,3,4-ОКСАДИАЗОЛОВ (обзор литературы) / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66; <sup>1</sup>Запорожский медицинский университет; 69035, Украина, Запорожье, пр. Маяковского, 26

Настоящая статья представляет собой обзор проблемы поиска новых биологически активных веществ. В качестве перспективного класса соединений рассмотрены производные N-замещенных акридин-9-она и 2,5-замещенных 1,3,4-оксадиазолов, отмечены их фармакологические свойства. Производные N-замещенных акридин-9-она, а именно акридиноуксусная кислота и её гидрозид за счёт высокой липофильности, плоского трициклического акридинового ядра, гидрофильности за счёт циклической кетогруппы (C9=O) и остатка уксусной кислоты обладает множеством уникальных фармакологических свойств: высокой биологической активностью, гипоаллергенностью и низкой токсичностью. Гидрозид акридиноуксусной кислоты проявляет высокою биологическую активность: противовоспалительную, нейротропную и иммуотропную, что позволяет ему легко проникать в органы и ткани, а также взаимодействовать с рецепторами клеток и влиять на метаболізм организма в целом.

Таким образом, анализ данных литературы показывает, что производные N-замещенных акридин-9-она и 2,5-замещенных 1,3,4-оксадиазолов проявляют антибактериальную, фунгицидную, противовоспалительную, гипогликемическую, протималарийную активность. Поиск методов синтеза новых 10-азолілметилакридонов, которые содержат фрагмент 1,3,4-оксадиазола и имеют

высокую биологическую активность, при низкой токсичности в данный момент является актуальным вектором развития в биоорганической, фармацевтической и медицинской химии.

*Ключевые слова:* производные N-замещённого акридин-9-она, 2,5-замещённые-1,3,4-оксадиазолы, биологическая активность.

Karpenko Y.V., Omelyanchyk L.A., Blyzniuk Y.E., <sup>1</sup>Omelyanchyk V.M. SYNTHESIS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF N-SUBSTITUTED ACRIDIN-9-ONE AND 2,5-SUBSTITUTED 1,3,4-OXADIAZOLE (review) / Zaporizhzhya national university; 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66; <sup>1</sup>Zaporizhzhya State Medical University; 69035, Ukraine, Zaporizhzhya, Mayakovsky av., 26

It is considered that necessity of developing safe medications is one of the most important issues of pharmaceutical industry and bioorganic chemistry. Searching for new biologically active substances is linked, primarily, with existence of negative side effects. The second reason for continuation of the research is appearance of the new, resistant to the known medicines strains of microorganisms. Presently for developing new medicinal preparation are used compounds synthesized in laboratories, not only biological ones. Also the usage of chemically modified natural compounds (semisynthetic) is growing gradually.

Synthesis and research of the structure, physical and chemical properties of biologically active substances are one of the actual tasks of bioorganic chemistry. The derivatives of acridin-9-one were chosen as a subject of the research because of its high biological activity. These compounds show antibacterial, fungicidal, anti-inflammatory, hypoglycemic and antimalarial activity. It is caused by combining in one molecule two pharmacophores, acridone and azole heterocycles, connected by methylene bridge.

In literature there is a very small amount of the information about 10-methylacridones, which contain a fragment of 1,3,4-oxadiazole in the secondary chain, while having high biological activity and low toxicity.

One of the most widely used functional groups, which are used in creating heterocycles, is  $-C(O)NHNH_2-$ . This group contains in its structure two different nucleophilic center. It is noted that  $-C(O)NHNH_2-$  significantly changes biological activity of the compounds that contain it. Quite a big amount of medicines, showing antibacterial, antituberculous and similar properties, are based on the hydrazides. In addition, hydrazide group helps to build the secondary chain, and that creates a possibility to add second heterocycle to the biologically active compound.

Furthermore, the information about synthesis of the derivatives of 2-(9-oxoacridine-10(9H)-yl)acetic acid was found. These compounds are known to have high biological activity, low toxicity and hypoallergenicity. The structure of the compounds was compared, and the correlation between the structure and biological activity was found.

It is proven in the article that the search of methods for synthesizing new 10-azolylmethylacridones, which contain a fragment of 1,3,4-oxadiazole and have a high biological activity with low toxicity and minimal side effects at the same time is a topical issue in pharmaceutical chemistry. The research of the given class of biologically active derivatives is very advised, it has high practical and theoretical significance.

*Key words:* N-substituted derivatives of acridine-9-one, 2,5-substituted 1,3,4-oxadiazoles, biological activity.

## ВСТУП

Однією з найважливіших проблем фармацевтичної промисловості та біоорганічної хімії є необхідність створення нових безпечних лікарських препаратів. Цей пошук обумовлюється наявністю в деяких випадках в існуючих препаратах небажаних побічних ефектів і набуттям резистентності мікроорганізмів до сульфаніламідних препаратів та антибіотиків. Для створення біоактивних молекул використовуються не лише речовини природного походження, але й нові синтезовані речовини та хімічна модифікація вже існуючих активних сполук.

Синтез, вивчення хімічних, фізичних та біологічних властивостей, а також встановлення практичної цінності нових похідних акридону (акридин-9-он, 9-гідроксиакридин) мають відношення до перспективних галузей хімії гетероциклічних сполук, що інтенсивно розвиваються. За останні роки серед похідних акридону знайдено сполуки з антимікробною, фунгіцидною, нейротропною, протизапальною й діуретичною активністю [1-4].

З іншого боку, похідні п'ятичленної азотовмісної гетероциклічної сполуки – 1,3,4-оксадіазолів проявляють високу біологічну активність: антибактеріальну, фунгіцидну, протизапальну, гіпоглікемічну, протималярійну, протитуберкульозну та ін. [5-8].

Зацікавленість до глибшого вивчення хімічних, фізико-хімічних та біологічних властивостей наведених гетеросистем та її похідних зростає в останній час у зв'язку з тим, що вони є доступними, реакційно здатними і досить перспективними синтонами для синтезу різноманітних біологічно активних речовин.

Поєднання в одній молекулі двох фармакофорних фрагментів – акридонового й азольного гетероциклів, зв'язаних метиленовим містком, може привести до одержання сполук, що виявляють широкий спектр біологічної активності.

У літературі є мало інформації про синтез сполук у рядах похідних 10-метилакридонів, що містять п'ятичленні азотовмісні гетероциклічні фрагменти, водночас є достатня кількість прикладів, що демонструють синтетичний і біологічний потенціал для таких сполук [5-10].

Метою роботи є огляд та узагальнення літературних даних стосовно синтезу та біологічної активності похідних N-заміщених акридин-9-ону й 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів.

## ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

Однією з найбільш використовуваних функціональних груп для побудови гетероциклічних систем є – C(O)NHNH<sub>2</sub>– група, тому що у своїй структурі містить два різних за своєю природою нуклеофільні центри.

Уведення гідразидної групи в структуру сполуки значною мірою змінює біологічні властивості. Тому на основі гідразидів і їхніх функціональних похідних був синтезований цілий ряд лікарських препаратів, що володіють протитуберкульозними, антибактеріальними й іншими властивостями [1-7].

Одним з основних методів одержання гідразидів є взаємодія складних естерів карбонових кислот із гідразин-гідратом [2, 8].

Так, кип'ятінням метилового естеру 4-карбоксіакридону, протягом 4 год, з 98%-м гідразин-гідратом в метанолі, був отриманий гідразид 4-карбоксіакридону, вихід склав 80% [8]:

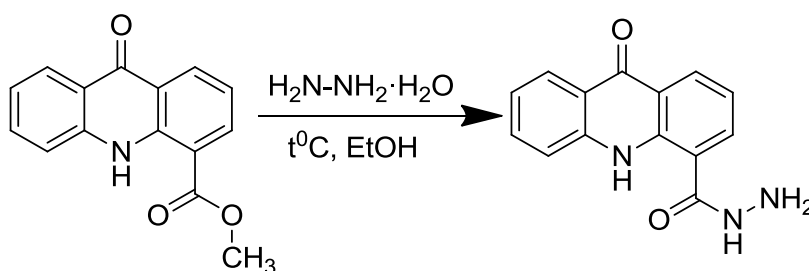


Рис. 1. Синтез гідразиду 4-карбоксіакридону

Кип'ятінням суміші, метилового естеру 2-карбоксіакридону й 98% гідразин-гідратом протягом 24 год у диметилсульфоксиді (ДМСО), був виділений гідразид 2-карбоксіакридону з виходом 64% [9]:

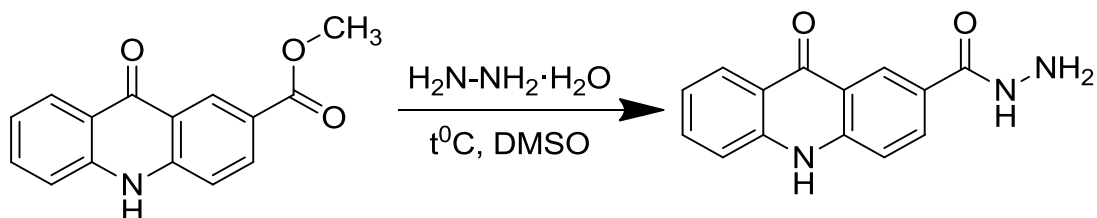


Рис. 2. Синтез гідрозиду 2-карбоксиакридону

Автори роботи [10] одержували з виходом 94% гідрозид акридоноцтової кислоти кип'ятінням відповідного естеру АУК з надлишком 98%-го гідразин-гідрату у відповідному спирті:

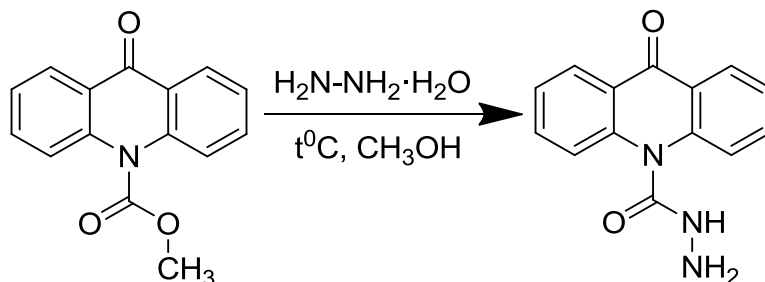


Рис. 3. Синтез гідрозиду акридоноцтової кислоти

Групою курських учених був описаний спосіб одержання гідрозиду акридоноцтової кислоти кип'ятінням бутилового естеру АУК з надлишком 80%-го гідразин-гідрату в н-бутанолі, протягом 4 год, вихід продукту склав 84% [11-13]:

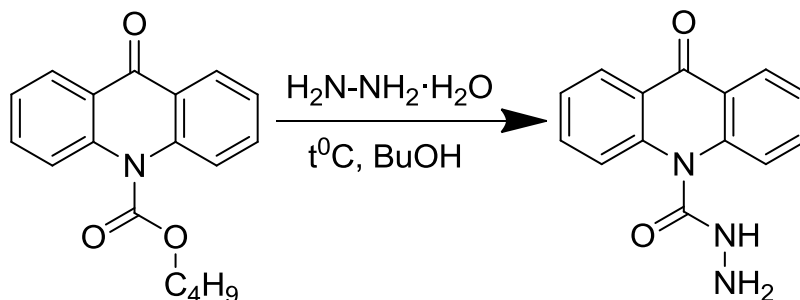


Рис. 4. Синтез гідрозиду акридоноцтової кислоти з іншого естеру

Отже, гідрозиди акридонкарбонових кислот можуть бути легко синтезовані з доступних реагентів, що дозволяє використовувати їх як вихідні сполуки для подальшого синтезу гетероциклів.

### БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ТА ФАРМАКОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ПОХІДНИХ АКРИДОНКАРБОНОВИХ КИСЛОТ

2-(9-Оксоакридин-10(9H)-іл)оцтова кислота має безліч унікальних фармакологічних властивостей: висока біологічна активність, гіпоалергенність, низька токсичність. Дана особливість 2-(9-оксоакридин-10(9H)-іл)оцтової кислоти пояснюється комбінацією в її структурі високої ліпофільності, за рахунок плоского трициклічного акридонового ядра й гідрофільності за рахунок кільцевої кетогрупи ( $C_9=O$ ), а також залишку оцтової кислоти біля атому азоту. Саме наявність такої хімічної структури дозволяє похідним 2-(9-оксоакридин-10(9H)-іл)оцтової кислоти проявляти високу біологічну активність, що сприяє легкому проникненню її молекул в органи й тканини, а також взаємодіяти з рецепторами клітин й впливати на метаболізм організму загалом. Гідрозид 2-(9-оксоакридин-10(9H)-іл)оцтової кислоти має виражену протизапальну, нейротропну та імунотропну активність [10-11].

## СИНТЕЗ ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ 2,5-ДИЗАМІЩЕНИХ-1,3,4-ОКСАДІАЗОЛІВ

Одним із розповсюджених способів одержання 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів є реакція окисної циклізації ариліденгідрозидів під дією окиснювачів:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KMnO}_4$ , САК (церій амоній нітрат), хлорамін-Т та ін. [3-5].

При обробці 9-оксо-9, 4-карбогідрозидів бромом, у присутності натрій ацетату, в оцтовій кислоті, були синтезовані 4-(5-заміщені-1,3,4-оксадіазол-іл)акридоні [8]:

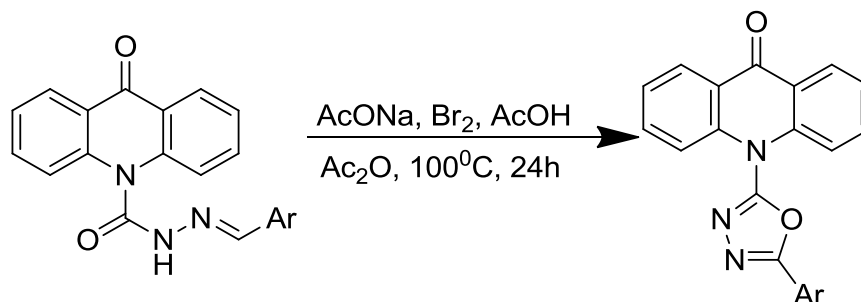


Рис. 5. Синтез 4-(5-заміщені-1,3,4-оксадіазол-іл)акридонів

Ще одним методом синтезу 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів є реакція циклодегідратації  $N,N'$ -діацилгідрозидів з використанням  $\text{POCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , поліфосфорної кислоти (ПФК/PPA), трифтороцтової кислоти,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SOCl}_2$ , пропілфосфорного ангідриду ( $\text{T}_3\text{P}$ ) як дегідратуючих агентів. У деяких випадках використовують більш м'які реагенти, такі як похідні карбодіміду,  $\text{TsCl}$ /піридин, хлористий триметилсиліл та ін. [1, 3-5].

При кип'ятінні  $N,N'$ -діацилгідрозиду в фосфор (V) трихлороксиді був виділений 2-(хлорметил)-5-(1-(піридин-2-іл)піперидин-4-іл)-1,3,4-оксадіазол, з виходом 80% [14]:

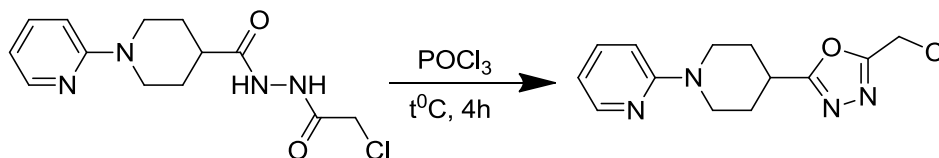


Рис. 6. Синтез 2-(хлорметил)-5-(1-(піридин-2-іл)піперидин-4-іл)-1,3,4-оксадіазолу

В іншій праці [15] 1,3,4-оксадіазоли одержували циклізацією заміщених  $N,N'$ -діацилгідрозидів  $\beta$ -карболіну в середовищі ПФК, нагрітими до 100-110°C, протягом 3 год:

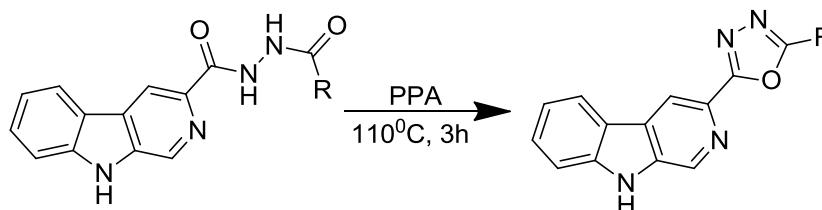


Рис. 7. Синтез 1,3,4-оксадіазолу з  $N,N'$ -діацилгідрозидів  $\beta$ -карболіну

2,5-Дизаміщені-1,3,4-оксадіазоли також отримують взаємодією між карбоновими кислотами й гідрозидами в середовищі дегідратуючих агентів ( $\text{PCl}_5$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SOCl}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{POCl}_3$ , ПФК,  $\text{CF}_3\text{COOH}$ ) [1, 3-5].

Так, у статті [16] описаний спосіб одержання 4-([5-(1-метилоксиарил)]-1,3,4-оксадіазол-2-іл)хінолінів з гідрозиду 2-(2,4-дихлор-5-фторфеніл)-4-хінолін карбонової кислоти й арилоксиоцтової кислоти:



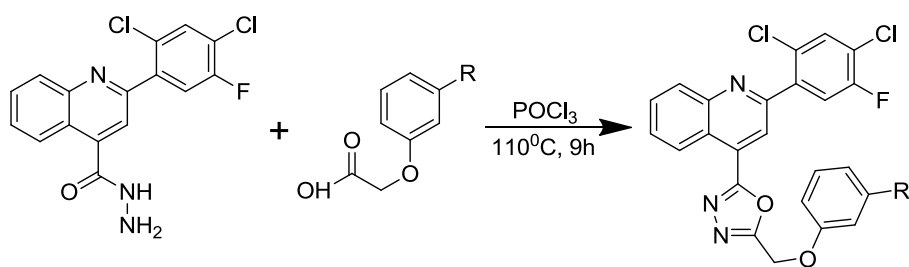


Рис. 8. Синтез 4-([5-(1-метилоксиарил)]-1,3,4-оксадіазол-2-іл)хінолінів

У статті [17] описаний спосіб синтезу 2-(4-бромфеніл)-5-(4-(третбутил)феніл)-1,3,4-оксадіазолу з виходом 94%, заснованому на взаємодії *p*-бромбензойної кислоти й відповідного гідразиду з використанням пропілфосфорного ангідриду ( $T_3P$ ), що виступає водовід'ємним агентом:

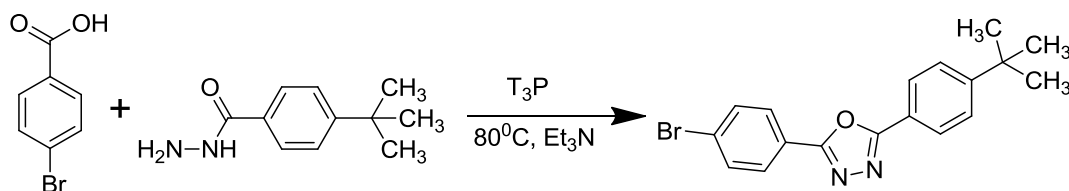


Рис. 9. Синтез 2-(4-бромфеніл)-5-(4-(третбутил)феніл)-1,3,4-оксадіазолу

Використання оцтового ангідриду дозволяє проводити внутрішньомолекулярну циклізацію гідразонів карбонових кислот у відповідні гетероцикли. У роботі [18] автори наводять синтез 1-(5-(2-хлор-6-метилхінолін-3-іл)-2-(піридин-4-іл)-1,3,4-оксадіазол-3(2H)-іл)метанону, шляхом кип'ятіння, протягом 5 год, вихідного гідразону з надлишком оцтового ангідриду, вихід складає 70%:

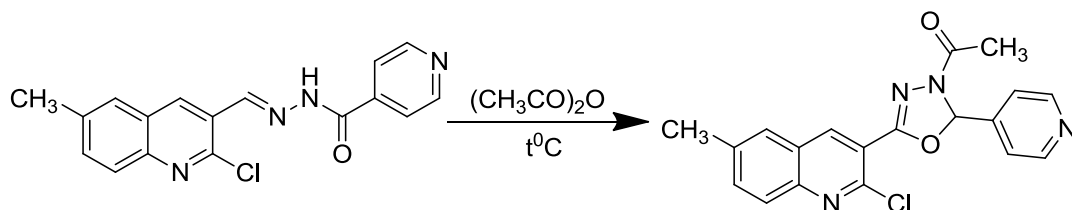


Рис. 10. Синтез 1-(5-(2-хлор-6-метилхінолін-3-іл)-2-(піридин-4-іл)-1,3,4-оксадіазол-3(2H)-іл)метанону

Також добре відомий спосіб синтезу 5-заміщених-1,3,4-оксадіазол-2-тіолів, у якому гідразиди карбонових кислот циклізуються під дією карбон (IV) сульфідів [3, 9].

Кип'ятінням 9-оксо-9,10-дигідроксиакридин-2-карбогідразидай карбон (IV) сульфіді з лугом в етанолі, упродовж 24 год, був отриманий 2-(5-меркапто-1,3,4-оксадіазол-2-іл)акридин-9(10H)-он з виходом 87% [9]:

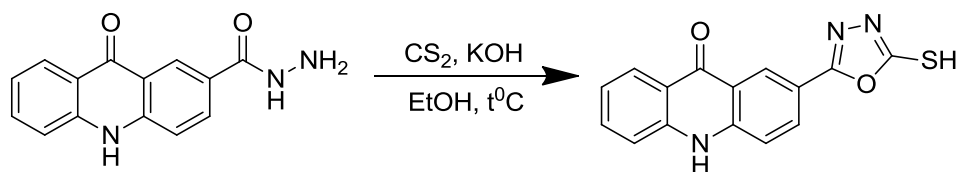


Рис. 11. Синтез 2-(5-меркапто-1,3,4-оксадіазол-2-іл)акридин-9(10H)-ону

У випадках, коли необхідно одержати 1,3,4-оксадіазоли без замісника в п'ятому положенні, можна використовувати метод, заснований на взаємодії гідразидів з триетилформіатом [1, 19].

У праці [19] досліджений ефективний метод одержання 5-незаміщених-2-стирил-1,3,4-оксадіазолів з гідразиду цинамілової кислоти й триетилортоформиату:

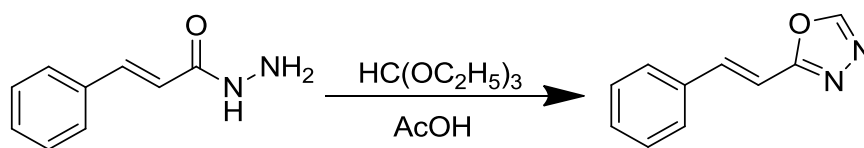


Рис. 12. Синтез 5-незаміщених-2-стирил-1,3,4-оксадіазолів

Незаміщені оксадіазоли також можна одержувати у дві стадії. Так, кип'ятінням 3-хлорбензо[*b*]тіофен-2-карбогідразиду в надлишку мурашиної кислоти був отриманий 3-хлор-2-(*N*-формілгідразид)бензо[*b*]тіофен, який надалі циклізували в суміші  $P_2O_5$  із ксилолом. Вихід 2-(3-хлор-1-бензотіофен-2-іл)-1,3,4-оксадіазолу склав 53% [20]:

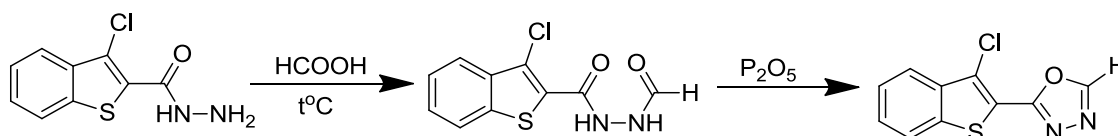


Рис. 13. Синтез 3-хлор-2-(*N*-формілгідразид)бензо[*b*]тіофену

Велике препаративне значення мають способи синтезу 5-заміщених-1,3,4-оксадіазолів-2-амінів.

Автори праці [21] описують спосіб одержання 2-аміно-5-(2-нафтілоксиметил)-1,3,4-оксадіазолу з виходом 62%: взаємодією відповідного гідразиду з бромціаном в етанолі, нагрітому до  $60^\circ C$  протягом 2 год:

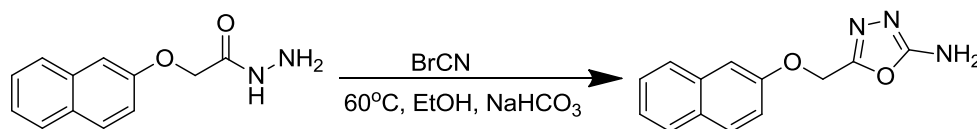


Рис. 14. Синтез 2-аміно-5-(2-нафтілоксиметил)-1,3,4-оксадіазолу

Одним зі способів одержання 5-заміщених-1,3,4-оксадіазол-2-амінів є реакція циклізації ацилтіосемікарбазидів, у присутності йоду й натрій гідроксиду, у середовищі етилового спирту [22]:

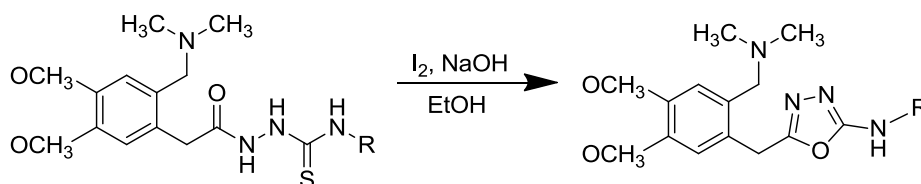


Рис. 15. Синтез 5-заміщених-1,3,4-оксадіазол-2-амінів

Оригінальний спосіб одержання оксадіазоламінів запропонований авторами роботи [24]: вони використовували тозилхлорид як циклізуючий агент. Такий метод дозволив синтезувати 5-бензил-*N*-феніл-1,3,4-оксадіазол-2-амін з виходом 84%, кип'ятінням *N*-бензил-2-(2-фенілацетил)гідразинкарботіоаміду з тозилхлоридом, у присутності піридину, в тетрагідрофурані:

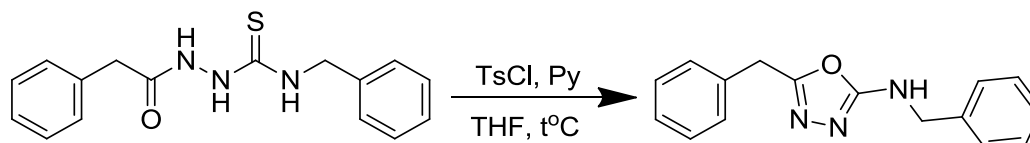


Рис. 16. Синтез 5-бензил-*N*-феніл-1,3,4-оксадіазол-2-аміну

У праці [25] описаний спосіб одержання 1,3,4-оксадіазоламінів, заснований на взаємодії ацилтіосемікарбазидів і  $N,N'$ -дициклогексилкарбодііміду (DCC), реакція відбувається в середовищі безводного ацетонітрилу протягом 3 год:

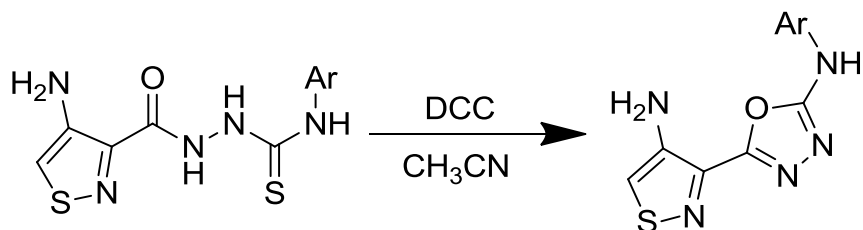


Рис. 17. Синтез 1,3,4-оксадіазоламінів

Іншим методом одержання 5-заміщених-1,3,4-оксадіазол-2-амінів є реакція, заснована на внутрішньомолекулярній циклодегідратації відповідних  $N^1$ -ацил- $N^4$ -заміщених семікарбазидів, у середовищі різних водовід'ємних реагентів: сульфатної кислоти, фосфор (V) трихлороксиду, поліфосфornoї кислоти та ін. [1, 3, 26].

Синтез 2-аміно-5-( $N$ -карбазилметил)-1,3,4-оксадіазолу відбувається циклізацією відповідного ( $N$ -ацетил-карбазил)-семікарбазиду під дією концентрованої сульфатної кислоти, при кімнатній температурі [27]:

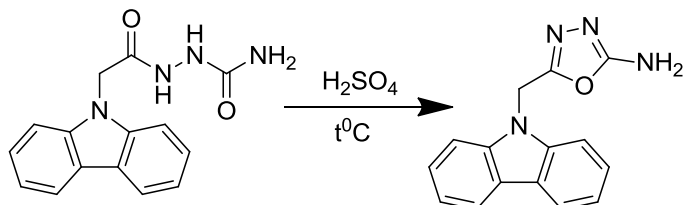


Рис. 18. Синтез 2-аміно-5-( $N$ -карбазилметил)-1,3,4-оксадіазолу

Кип'ятінням 2,2'-[1,4-феніленбіс(метилен)]біс( $N$ -фенілгідрозин-карбоксоамід) у  $POCl_3$ , з наступною обробкою лугом, був отриманий 5,5'-(1,4-фенілен)біс( $N$ -феніл-1,3,4-оксадіазол-2-амін), із виходом 73% [28]:

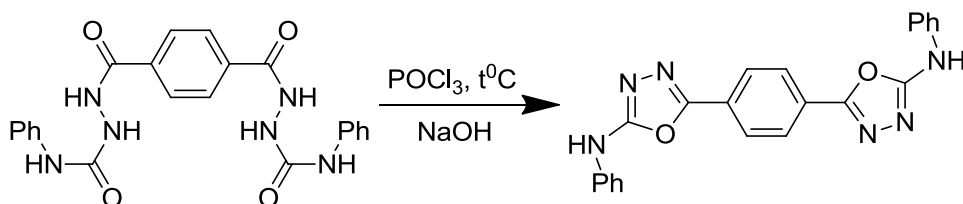


Рис. 19. Синтез 5,5'-(1,4-фенілен)біс( $N$ -феніл-1,3,4-оксадіазол-2-аміну)

При нагріванні фосфорної кислоти з 2-(2-(оксо-9(Н)-тіооксантен-2-ілокси)ацетил)- $N$ -феніл-гідрозинкарбоксоамідом до  $120^\circ C$  був синтезований відповідний 1,3,4-оксадіазоламін з виходом 37% [29]:

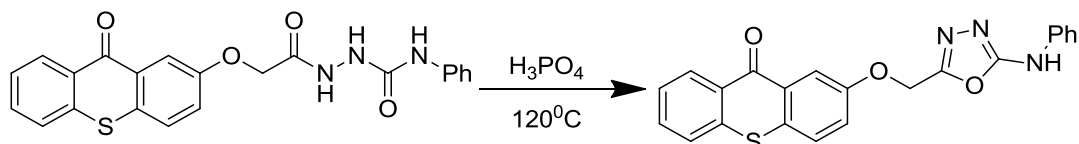


Рис. 20. Синтез 1,3,4-оксадіазоламіну з 2-(2-(оксо-9(Н)-тіооксантен-2-ілокси)ацетил)- $N$ -феніл-гідрозинкарбоксоаміду

## БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ТА ФАРМАКОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ 2,5-ДИЗАМІЩЕНИХ-1,3,4-ОКСАДІАЗОЛІВ

Оксадіазоли як представники групи пеніцилінів виявляють бактерицидну дію на мікроорганізми, що перебувають у логарифмічній фазі росту. Це пов'язане з їхньою здатністю інгібувати біосинтез компонентів клітинної стінки бактеріальної клітини, у регуляції якої бере участь специфічний ензим – транспептидаза. Завдяки структурній подібності пеніцилінів з пептидним субстратом ферменту антибіотик конкурує з ним за активний центр транспептидази. Взаємодія молекули антибіотика з активним центром ензиму є необоротною реакцією. Дія 1,3,4-оксадіазолів на бактеріальну клітину також пов'язана з прямим впливом на синтез компонентів клітинної стінки [5, 17, 19].

Наявність у радикалах подвійних зв'язків дозволяє їх застосовувати для подальшого синтезу більш складних сполук 1,3,4-оксадіазольного ряду: барвників, лікарських препаратів, сполук з гербецидною та фунгіцидною активністю [27-30].

Отже, аналіз даних літератури показав, що похідні N-заміщених акридин-9-ону і 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів володіють антибактеріальною, фунгіцидною, протизапальною та іншими видами біологічної дії. Їхні фізико-хімічні та біологічні властивості вивчені недостатньо, тому пошук методів синтезу нових 10-азолілметилакридонів, які містять фрагмент 1,3,4-оксадіазолу і, на нашу думку, матимуть високу біологічну активність, сьогодні є перспективним завданням для подальших досліджень.

### УЗАГАЛЬНЕННЯ

1. Аналіз даних літератури свідчить, що похідні N-заміщених акридин-9-ону та 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів проявляють антибактеріальну, фунгіцидну, протизапальну, гіпоглікемічну, протималярійну, протитуберкульозну активність.
2. У наведеній праці розглянуті основні методи синтезу 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів.
3. У зв'язку з явно вираженою біологічною активністю доведено, що пошук методів синтезу нових 2,5-дизаміщених-1,3,4-оксадіазолів є актуальним завданням подальшої роботи.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Acid Hydrazides, Potent Reagents for Synthesis of Oxygen-, Nitrogen-, and/or Sulfur-Containing Heterocyclic Rings/ [Majumdar P., Pati A., Patra M. et all.] // Chemical Reviews. – 2014. – Vol. 114, № 5. – P. 2942-2977.
2. Китаев Ю. П. Гидразоны / Ю. П. Китаев. – М. : Наука, 1974. – 405 с.
3. Determination of the Optical GAP in Thin Films of Amorphous Dilithium Phthalocyanine Using the Tauc and Cody Models / [de Oliveira C.S., Lira B.F., Barbosa-Filho J. M. et all.] //Molecules. – 2012.–Vol. 17, № 9. – P. 10192-10231.
4. Элдерфилд Р. Гетероциклические соединения / Р. Элдерфилд. –М. : МИР, 1953. – Т. 7. – 1965. – 499 с.
5. Несинов Е. П. Успехи химии / Е. П. Несинов, А. П. Греков. – М. : РАН, 1964. – Т. 33, № 10. – С. 1184-1197.
6. Рубцов М. В. Синтетические химико-фармацевтические препараты / М. В. Рубцов. – М. : Медицина, 1971. – 328 с.
7. Солдатенков А. Т. Основы органической химии лекарственных веществ / Солдатенков А. Т., Колядина Н. М., Шендрик И. В. – М. : Медицина, 2001. – 192 с.

8. Synthesis and properties of novel biologically interesting polycyclic 1,3,4-oxadiazoles containing acridine/acridone moieties / [Fröhlichová Z., Tomascikova J., Imrich J. et all.] // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2009. – Vol. 2, № 77. – P. 1019-1035.
9. Synthesis and pharmacological evaluation of 9(10H)-acridone bearing 1,3,4-oxadiazole derivatives as antimicrobial agents / [Salimon J., Salih N., Yousif E. et all.] // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 205-210.
10. Омелянчик Л. А. Синтез, властивості та біологічна активність N- і S- заміщених акридину, хіноліну, піридину : дис. ... доктора фарм. наук : 15.00.02 Фармацевтичеська хімія, фармакогнозія / Омелянчик Людмила Олександрівна. – Запоріжжя, 1991. – 367 с.
11. Макрович Ю. Д. Синтез и исследование биологической активности арилиденгидразидов акридонуксусной кислоты / Макрович Ю. Д., Сисоев П. И., Кудрявцева Т. Н. // *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*. – 2013. – Т. 3, № 27. – С. 3-32.
12. A general assay for antibody catalysis using acridone as a fluorescent tag / [Reymond J. L., Koch T., Schröer J., Tierney E.] // *Proc Natl Acad Sci USA*. – 1996. – Vol. 93, № 9. – P. 4251-4256.
13. Spectroscopic, structural and theoretical studies of novel, potentially cytotoxic 4-acridonecarboxamide imines/ [Fröhlichova Z., Imrich J., Danihel I. et all.] // *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. – 2009. – Vol. 73, № 2. – P. 238-248.
14. Novel Carbohydrazide and Hydrazone Biomarkers Based on 9-Substituted Acridine and Anthracene Fluorogens / [Imrich J., Bedlovicova Z., Kristian P. et all.] // *HETEROCYCLES*. – Vol. 80, № 2. – 2010. – P. 1047-1066.
15. Preparation of triazolobenzodiazepine derivatives as Vasopressin V1a antagonists/ [Beal D. M., Bryans J. S., Johnson P. S. et all.] // *Tetrahedron Lett*. – 2011. – Vol. 52, № 45. – P. 5913-5917.
16. Del Giudice M. R. New tetracyclic compounds containing the  $\beta$ -carboline moiety/ Del Giudice M. R., Gatta F., Settimj G. // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 1990. – Vol. 27, № 4. – P. 967-973.
17. Antimicrobial studies of 2,4-dichloro-5-fluorophenyl containing oxadiazoles / [Karthikeyan M. S., Prasad D. J., Mahalinga M. et all.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 25-31.
18. Propylphosphonic anhydride (T3P®): an efficient reagent for the one-pot synthesis of 1,2,4-oxadiazoles, 1,3,4-oxadiazoles, and 1,3,4-thiadiazoles / [Augustine J.K., Vairaperumal V., Narasimhan S. et all.] // *Tetrahedron*. – 2009. – Vol. 65, № 48. – P. 9989-9996.
19. Desai N. C. Synthesis, characterization and in vitro antimicrobial screening of quinoline nucleus containing 1,3,4-oxadiazole and 2-azetidinone derivatives / N. C. Desai, A. M. Dodiya // *Journal of Saudi Chemical Society*. – 2014. – Vol. 18, № 5. – P. 425-431.
20. Kudelko A. Microwave-assisted synthesis of 2-styryl-1,3,4-oxadiazoles from cinnamic acid hydrazide and triethyl orthoesters / A. Kudelko, W. Zielinski // *Tetrahedron Lett*. – 2012. – Vol. 53, № 1. – P. 76-77.
21. Synthesis of Thiadiazoles and 1,2,4-Triazoles Derived from Cyclopropane Dicarboxylic Acid / [Sharba A. H. K., Al-Bayati R. H., Aouad M., Rezki N.] // *Molecules*. – 2005. – Vol. 10, № 9. – P. 1161-1168.

22. Novel semicarbazones based 2,5-disubstituted-1,3,4-oxadiazoles: One more step towards establishing four binding site pharmacophoric model hypothesis for anticonvulsant activity / [Rajak H., Deshmukh R., Veerasamy R. et al.] // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2010. – Vol. 20, № 14. – P. 4168-4172.
23. Synthesis of novel sulfonamide-1,2,4-triazoles, 1,3,4-thiadiazoles and 1,3,4-oxadiazoles, as potential antibacterial and antifungal agents. Biological evaluation and conformational analysis studies / [Zoumpoulakis P., Camoutsis C., Pairas G. et al.] // *Bioorganic & medicinal chemistry*. – 2012. – Vol. 20, № 4. – P. 1569-1583.
24. Synthesis and Reactions of 3-Methylthiazolo[3,2-a]Benzimidazole-2-Carboxylic Acid Hydrazide: Synthesis of Some New Pyrazole, 1,3-Thiazoline, 1,2,4-Triazole and 1,2,4-Triazolo[3,4-b]-1,3,4-Thiadiazine Derivatives Pendant to Thiazolo[3,2-a]Benzimidazole Moiety / [Abdel-Aziz H. A., Hamdy N. A., Farag A. M., Fakhr M. I.] // *Journal of the Chinese Chemical Society*. – 2007. – Vol. 54, № 6. – P. 1573-1582.
25. Superior Reactivity of Thiosemicarbazides in the Synthesis of 2-Amino-1,3,4-oxadiazoles / [Dolman S. J., Gosselin F., O'Shea P. D., Davies I. W.] // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2006. – Vol. 71, № 25. – P. 9548-9551.
26. Novel derivatives of 1,3,4-oxadiazoles are potent mitostatic agents featuring strong microtubule depolymerizing activity in the sea urchin embryo and cell culture assays/ [Kiselyov A. S., Semenova M. N., Chernyshova N. B. et al.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2010. – Vol. 45, № 5. – P. 1683-1697.
27. Synthesis, characterization, and in vitro antimicrobial activities of 5-alkenyl/hydroxyalkenyl-2-phenylamine-1,3,4-oxadiazoles and thiadiazoles / [Farshori N.N., Banday M.R., Ahmad A. et al.] // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2010. – Vol. 20, № 6. – P. 1933-1938.
28. Synthesis and antipsychotic and anticonvulsant activity of some new substituted oxa/thiadiazolylazetidinyll/thiazolidinonylcarbazoles / [Kaur H., Kumar S., Vishwakarma P. et al.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2010. – Vol. 45, № 7. – P. 2777-2783.
29. Shaker R. M. Synthesis and Biological Activities of Novel 1,4-Bridged Bis-1,2,4-Triazoles, Bis-1,3,4-Thiadiazoles and Bis-1,3,4-Oxadiazoles / R. M. Shaker, A. F. Mahmoud, F. F. Abdel-Latif // *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements*. – 2005. – Vol. 180, № 2. – P. 397-406.
30. Al-Araji S. M. Synthesis and Characterization of New Heterocyclic Thioxanthone Derivatives / S. M. Al-Araji, R. S. Dawood // *Baghdad Science Journal*. – 2013. – Vol. 10, № 3. – P. 779-791.

## REFERENCES

1. Acid Hydrazides, Potent Reagents for Synthesis of Oxygen-, Nitrogen-, and/or Sulfur-Containing Heterocyclic Rings/ [Majumdar P., Pati A., Patra M. et al.] // *Chemical Reviews*. – 2014. – Vol. 114, № 5. – P. 2942-2977.
2. Kitaev Ju.P. Gidrazoni / Ju.P. Kitaev. – M. : Nauka, 1974. – 405 s.
3. Determination of the Optical GAP in Thin Films of Amorphous Dilithium Phthalocyanine Using the Tauc and Cody Models / [de Oliveira C.S., Lira B.F., Barbosa-Filho J.M. et al.] // *Molecules*. – 2012. – Vol. 17, № 9. – P. 10192-10231.
4. Elderfield R. Geterociklicni spoluki / R. Elderfield. – M. : MIR, 1953. – T. 7. – 1965. – 499 s.
5. Nesinov E. P. Grekov A. P. Uspihii himii / E.P. Nesinov, A.P. Grekov. – M. : RAN, 1964. – T. 33, № 10. – S. 1184-1197.
6. Rubcov M.V. Sintetichni himiko-farmaceutichni preparati / M.V. Rubcov. – M. : Medicina, 1971. – 328 s.
7. Soldatenkov A. T. Osnovi organichnoi himii likars'kih rechovin / Soldatenkov A.T., Koljadina N.M., Shendrik I.V. – M. : Medicina, 2001. – 192 s.

8. Synthesis and properties of novel biologically interesting polycyclic 1,3,4-oxadiazoles containing acridine/acridone moieties / [Fröhlichová Z., Tomascikova J., Imrich J. et all.] // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 2009. – Vol. 2, № 77. – P. 1019-1035.
9. Synthesis and pharmacological evaluation of 9(10H)-acridone bearing 1,3,4-oxadiazole derivatives as antimicrobial agents / [Salimon J., Salih N., Yousif E. et all.] // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2010. – Vol. 3, № 4. – P. 205-210.
10. Omel'janchik L.A. Sintez, vlastivosti ta biologichna aktivnist' N- i S- zamishhenih akridinu, hinolinu, piridinu : dis. ... doktora farm. nauk: 15.00.02 Farmaceuticheskaja himija, farmakognozija / Omel'janchik Ljudmila Oleksandrivna. – Zaporizhzhja, 1991. – 367 s.
11. Makrovich Ju.D. Sintez i issledovanie biologicheskoj aktivnosti arilidengidrazidov akridonuksusnoj kisloty / Makrovich Ju.D., Sisoev P.I., Kudrjavceva T.N. // *Uchenye zapiski. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2013, T. 3, № 27. – C. 3-32.
12. A general assay for antibody catalysis using acridone as a fluorescent tag / [Reymond J.L., Koch T., Schröer J., Tierney E.] // *Proc Natl Acad Sci USA*. – 1996. – Vol. 93, № 9. – P. 4251-4256.
13. Spectroscopic, structural and theoretical studies of novel, potentially cytotoxic 4-acridonecarboxamide imines/ [Fröhlichová Z., Imrich J., Danihel I. et all.] // *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. – 2009. – Vol. 73, № 2. – P. 238-248.
14. Novel Carbohydrazide and Hydrazone Biomarkers Based on 9-Substituted Acridine and Anthracene Fluorogens / [Imrich J., Bedlovicova Z., Kristian P. et all.] // *HETEROCYCLES*. – Vol. 80, №. 2, 2010. – P. 1047-1066.
15. Preparation of triazolobenzodiazepine derivatives as Vasopressin V1a antagonists/ [Beal D.M., Bryans J.S., Johnson P.S. et all.] // *Tetrahedron Lett*. – 2011. – Vol. 52, № 45. – P. 5913-5917.
16. Del Giudice M.R. New tetracyclic compounds containing the  $\beta$ -carboline moiety / Del Giudice M.R., Gatta F., Settimj G. // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. – 1990. – Vol. 27, № 4. – P. 967-973.
17. Antimicrobial studies of 2,4-dichloro-5-fluorophenyl containing oxadiazoles/ [Karthikeyan M.S., Prasad D.J., Mahalinga M. et all.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 25-31.
18. Propylphosphonic anhydride (T3P®): an efficient reagent for the one-pot synthesis of 1,2,4-oxadiazoles, 1,3,4-oxadiazoles, and 1,3,4-thiadiazoles / [Augustine J.K., Vairaperumal V., Narasimhan S. et all.] // *Tetrahedron*. – 2009. – Vol. 65, № 48. – P. 9989-9996.
19. Desai N.C. Synthesis, characterization and in vitro antimicrobial screening of quinoline nucleus containing 1,3,4-oxadiazole and 2-azetidinone derivatives / Desai N.C., Dodiya A.M. // *Journal of Saudi Chemical Society*. – 2014. – Vol. 18, № 5. – P. 425-431.
20. Kudelko A. Microwave-assisted synthesis of 2-styryl-1,3,4-oxadiazoles from cinnamic acid hydrazide and triethyl orthoesters / Kudelko A., Zielinski W. // *Tetrahedron Lett*. – 2012. – Vol. 53, № 1. – P. 76-77.
21. Synthesis of Thiadiazoles and 1,2,4-Triazoles Derived from Cyclopropane Dicarboxylic Acid/ [Sharba A.H.K., Al-Bayati R.H., Aouad M., Rezki N.] // *Molecules*. – 2005. – Vol. 10, № 9. – P. 1161-1168.
22. Novel semicarbazones based 2,5-disubstituted-1,3,4-oxadiazoles: One more step towards establishing four binding site pharmacophoric model hypothesis for anticonvulsant activity/ [Rajak H., Deshmukh R., Veerasamy R. et all.] // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2010. – Vol. 20, № 14. – P. 4168-4172.
23. Synthesis of novel sulfonamide-1, 2, 4-triazoles, 1, 3, 4-thiadiazoles and 1, 3, 4-oxadiazoles, as potential antibacterial and antifungal agents. Biological evaluation and conformational analysis studies / [Zoumpoulakis P., Camoutsis C., Pairas G. et all.] // *Bioorganic & medicinal chemistry*. – 2012. – Vol. 20, № 4. – P. 1569-1583.
24. Synthesis and Reactions of 3-Methylthiazolo[3,2-a]Benzimidazole-2-Carboxylic Acid Hydrazone: Synthesis of Some New Pyrazole, 1,3-Thiazoline, 1,2,4-Triazole and 1,2,4-Triazolo[3,4-b]-1,3,4-Thiadiazine Derivatives Pendant to Thiazolo[3,2-a]Benzimidazole Moiety / [Abdel-Aziz H.A., Hamdy N.A., Farag A.M., Fakhr M.I.] // *Journal of the Chinese Chemical Society*. – 2007. – Vol. 54, № 6. – P. 1573-1582.
25. Superior Reactivity of Thiosemicarbazides in the Synthesis of 2-Amino-1,3,4-oxadiazoles/ [Dolman S.J., Gosselin F., O'Shea P.D., Davies I.W.] // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2006. – Vol. 71, № 25. – P. 9548-9551.
26. Novel derivatives of 1,3,4-oxadiazoles are potent mitostatic agents featuring strong microtubule depolymerizing activity in the sea urchin embryo and cell culture assays/ [Kiselyov A.S., Semenova M.N., Chernyshova N.B. et all.] // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2010. – Vol. 45, № 5. – P. 1683-1697.
27. Synthesis, characterization, and in vitro antimicrobial activities of 5-alkenyl/hydroxyalkenyl-2-phenylamine-1,3,4-oxadiazoles and thiadiazoles/ [Farshori N.N., Banday M.R., Ahmad A. et all.] // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – 2010. – Vol. 20, № 6. – P. 1933-1938.

28. Synthesis and antipsychotic and anticonvulsant activity of some new substituted oxa/thiadiazolylazetidinyll/thiazolidinonylcarbazoles / [Kaur H., Kumar S., Vishwakarma P. et all.] // European Journal of Medicinal Chemistry. –2010. – Vol. 45, № 7. – P. 2777-2783.
29. Shaker R.M.Synthesis and Biological Activities of Novel 1,4-Bridged Bis-1,2,4-Triazoles, Bis-1,3,4-Thiadiazoles and Bis-1,3,4-Oxadiazoles / R.M.Shaker, A.F.Mahmoud, F.F.Abdel-Latif // Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements. – 2005. – Vol. 180, № 2. – P. 397-406.
30. Al-Araji S.M.Synthesis and Characterization of New Heterocyclic Thioxanthone Derivatives / S.M.Al-Araji, R.S. Dawood // Baghdad Science Journal. – 2013. – Vol. 10, № 3. – P.779-791.

УДК 547.831:577.112.386:54-3

## ГОСТРА ТОКСИЧНІСТЬ N-АЦІЛЬНИХ ПОХІДНИХ S-(2-МЕТИЛХІНОЛІН-4-ІЛ)-L-ЦИСТЕЇНУ

Лабенська І.Б., Верес Г.М.

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

labenska@rambler.ru

Визначено гостру токсичність N-ацильних похідних S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну за експрес-методом В.Б. Прозоровського. Встановлено, що середньолетальна доза (ЛД<sub>50</sub>) цих сполук коливається в межах від 660 до 2000 мг/кг, і за ступенем токсичності їх віднесено до малотоксичним (IV клас токсичності) та практично нетоксичним речовин (V клас токсичності). Проаналізовано залежність між структурою досліджуваних сполук і їх токсичністю.

*Ключові слова: гостра токсичність, N-ацильні похідні, S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїн, залежність «структура-токсичність».*

Лабенская И. Б., Верес А. М. ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ N-АЦИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ S-(2-МЕТИЛХИНОЛИН-4-ИЛ)-L-ЦИСТЕИНА / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Определена острая токсичность N-ацильных производных S-(2-метилхинолин-4-ил)-L-цистеина экспрес-методом В.Б. Прозоровского. Установлено, что среднелетальная доза (ЛД<sub>50</sub>) данных соединений находится в пределах от 660 до 2000 мг/кг, и по степени токсичности они отнесены к малотоксичным (IV класс токсичности) и практично нетоксичным веществам (V класс токсичности). Проанализирована зависимость между структурой исследованных соединений и их токсичностью.

*Ключевые слова: острая токсичность, N-ацильные производные, S-(2-метилхинолин-4-ил)-L-цистеин, зависимость «структура-токсичность».*

Labenska I. B., Veres A. M. ACUTE TOXICITY OF N-ACETYL DERIVATIVES OF S-(2-METHYLQUINOLINE-4-YL)- L-CYSTEINE / Zaporizhzhya National university, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

Modern line of development in organic chemistry is the synthesis of the compounds for their further study and practical application.

Compounds combining in their structure a nitrogen-containing heterocycle (quinoline) and sulfur-containing amino acid (cysteine) are considered to be perspective in this regard.

Quinoline (benzo[b]pyridine) is a condensed system that was formed by the aromatic benzene ring and heterocyclic pyridine cycle. This combination in a quinoline molecule specifies peculiarities of its chemical interaction. Cysteine consists of three different functional groups – sulfhydryl group, amino group and carboxyl group which gives a possibility to create potential bioregulators.

Their structural modification, introduction of functional groups and fragments can lead to the emergence of new and to the strengthening of certain types of biological activity. The toxicity of the synthesized compounds might be a considerable limitation of their further usage.

To determine the expediency of the synthesis the virtual screening of new chemical structures and combinations is conducted. This screening is based on a number of software developments. They make it



possible to create accurate models of «structure-toxicity». To interpret the results of computer simulation PASS, QSAR analysis, GUSAR, TEST, AdmetSAR are used. Obligatory stage of new synthesized compounds studies is the identification of acute toxicity threshold and harmlessness to define opportunities for their use, classification, creation of recommendations for the production conditions.

The aim of this work is to determine the toxicity of the synthesized for the first time N-acyl derivatives of S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine and to analyze the connection between the substances' structure and toxicity.

The study of the acute toxicity was conducted on white bisexual mice with express method of V.B. Prozorovskiy.

Studies on animals were performed according to the national program «The general ethical principles of experiments on animals» (Ukraine, 2001), in agreement with the provisions of the «European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes» (Strasbourg, France, 1985).

4 groups of animals were used to determine the average lethal dose of LD50. The compounds were injected one-time intraperitoneally. The control group of animals was injected with the same amount of the saline solution. Monitoring of the animal behaviour, condition of their skin and mucous membranes, nervous excitability, the number of live and dead animals was carried out every day during 2 days after a one-time injection. The level of toxicity was determined according to the Sidorov's classification.

The results of studies show that the LD50 in this series of compounds is in the range of 660 mg / kg to 2000 mg / kg or more. In accord with the Sidorov's classification studied substances belong to low-toxic, virtually non-toxic and relatively non-hazardous class compounds (IV and V toxicity class).

The dependence of the acute toxicity presence in the structure of certain functional groups was analysed.

Acylation of basic structure - S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine acetyl, benzoyl, succinyl groups leads to reduction of acute toxicity.

For N-acetyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine and its derivatives was determined the toxicity reduction that is more noticeable in the salts of the corresponding acids. Replacement of acetyl radical by succinyl significantly reduces the acute toxicity level for all derivatives (LD50 of more than 2000 mg / kg). Modification of amino N-acetyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine by  $\alpha$ -chloroacetyl fragment promotes a moderate decrease. Blocking the amine N-acetyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine by benzoyl radical leads to a moderate acute toxicity increase.

Modification of a carboxyl group of derivative N-acyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine by replacing the proton by sodium or potassium ion is accompanied with a slight decrease of index.

Acute toxicity of salt has level of 660-2000 mg/kg. Among salts, derivatives of N-succinyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine have the lowest toxicity. N-benzoyl-S-(6-bromo-2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine salts are the most toxic.

Presence of alkoxy group in sixth position in quinoline decreases acute toxicity of derivative N-acyl-S-(2-methylquinoline-4-yl)-L-cysteine.

Replacing ethoxy group by methoxy group affects the rate LD50 in case of the benzene fragment presence. And the introduction of bromine atom in sixth position of quinoline leads to toxicity increasing of 30-40%.

In this way, acute toxicity of N-acyl-S-(2-methyl-quinoline-4-yl)-L-cysteine derivative is in the range of 660-2000 mg/kg, and according to the I.K. Sidorov's classification they must be referred to low-toxic class compounds (IV and V toxicity class).

Replacement of N-acyl radical by succinyl and introduction of the alkoxy group in the sixth position of quinoline cycle significantly reduces the compounds' toxicity.

*Key words: acute toxicity, N-acetyl derivatives, S-(2-methylquinolin-4-yl)-L-cysteine, relationships «structure-toxicity».*

## ВСТУП

Сучасним напрямом розвитку біоорганічної хімії є цілеспрямований синтез сполук для подальшого вивчення шляхів їх можливого практичного застосування в різних галузях промисловості, сільського господарства, біології та медицини. Розробка біологічно активних сполук проводиться з урахуванням синтетичного та фармакологічного потенціалу вже відомих речовин.

Одним із пріоритетних напрямів є розробка препаратів метаболічного типу, дія яких направлена на відновлення порушених біохімічних процесів та пов'язаних з ними змін органів та систем [1]. Особливий інтерес викликає синтез сполук, що містять у своїй структурі фармакофори гетероциклічної природи та похідні природних амінокислот, зокрема цистеїну. Хінолін (бензо[b]піридин) – конденсована система, утворена ароматичним бензольним ядром і гетероциклічним піридиновим циклом. Наявність у молекулі хіноліну піридинового та бензольного компонентів зумовлює особливості його хімічної взаємодії. Сірковмісна заміна амінокислота L-цистеїн (2-аміно-3-меркаптопропанова кислота,  $\alpha$ -аміно-  $\beta$ -меркаптопропіонова кислота, Cys) має досить різноманітний спектр біологічних ефектів, виявляє виражену антиоксидантну та метаболітотропну дію. Цистеїн має у своєму складі три різні функціональні групи – сульфгідрильну, аміногрупу та карбоксильну групу, що дає можливість для створення потенційних біорегуляторів [2]. Структурна модифікація, введення фрагментів та функціональних груп як замісників може призводити як до виникнення нових, а також до посилення окремих видів біологічної активності. Суттєвим обмеженням можливості використання синтезованих сполук може виступати їх токсичність [1].

Сучасні напрями відбору перспективних сполук включають методи *in silico*, *in vitro*, *in vivo*. Для встановлення доцільності синтезу проводять віртуальний скринінг нових хімічних структур та комбінацій на основі низки програмних розробок. Методики QSAR аналізу, PASS (Росія), GUSAR (ФРН), TEST (США), AdmetSAR (КНР) дають можливість створення достовірних моделей «структура – дія», «структура – токсичність» та прогнозування імовірної біологічної дії сполук [3, 4]. Але найважливішим і обов'язковим етапом дослідження нових синтезованих сполук є встановлення гострої токсичності та нешкідливості, що дає можливість визначити сферу їх застосування, розробка рекомендацій щодо умов виробництва [1].

Метою роботи було визначення гострої токсичності N-ацильних похідних S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну та аналіз наявності зв'язку між будовою речовин і токсичністю.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчення гострої токсичності проведене на 114 білих мишах обох родів, вагою 16- 24 г, отриманих із розплідника інституту фармакології та токсикології АМН України (м. Київ). Тварини утримувалися на стандартному раціоні харчування віварію. Дослідження проводили відповідно до національних «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Україна, 2001) та положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985) [5]. Середньолетальні дози ( $LD_{50}$ ) визначали за експрес-методом В.Б. Прозоровського [6,7].

Об'єкт досліджень – N-ацильні похідні S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну, синтезовані в лабораторії біотехнології ФАР Запорізького національного університету (зав. лаб. д.б.н., проф. О.А. Бражко) (рис. 1).

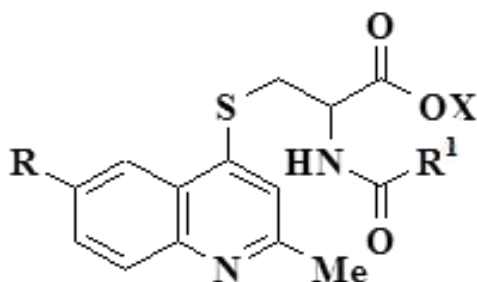


Рис. 1. N-ацильні похідні S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну  $R = H, OMe, OEt, Br$ ;  $R^1 = CH_3; (CH_2)_2COOH; CH_2Cl; C_6H_5$ ;  $X = H, Na, K$

Сполуки, N-ацильні похідні S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну синтезовані за методикою [8]. Речовини, розчинені в 1,0 мл фізіологічного розчину або у вигляді 3-5% водної суспензії стабілізованої «Твіном-80», уводили внутрішньочеревинно з дотриманням правил асептики та антисептики. Кожна група складалась з 8 тварин. Контрольній групі тварин уводили фізіологічний розчин і «Твін 80» в тому ж об'ємі, що й досліджуваним групам. Спостереження за поведінкою, станом шкіри та слизових оболонок, нервовою збудливістю, кількістю живих і загиблих тварин проводили протягом 48 годин після одноразового введення речовин. Ступінь токсичності визначали за класифікацією Сидорова [9].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз результатів дослідження похідних N-ацил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну свідчить, що їх LD<sub>50</sub> коливається у межах 660-2000 мг/кг і більше (табл. 1). За класифікацією Сидорова вивчені сполуки віднесено до малотоксичних (IV клас токсичності) та практично нетоксичних (V клас токсичності) речовин [9].

При проведенні експериментальних досліджень вивчено гостру токсичність сполук залежно від наявності в структурі окремих функціональних груп. Відомо, що гостра токсичність базової структури синтезу цього ряду сполук – S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну, складає 380 мг/кг [10].

Таблиця 1 – Показники гострої токсичності (LD<sub>50</sub>) похідних N-ацил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну

| Сполука, її шифр |  | LD <sub>50</sub> , мг/кг | Сполука, її шифр |   | LD <sub>50</sub> , мг/кг |
|------------------|--|--------------------------|------------------|---|--------------------------|
| 1                |  | 2                        | 3                |   | 4                        |
| 1.1              | R = Me<br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = K                                    | 1245±197                 | 3.3              | R = CH <sub>2</sub> Cl<br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X = H             | 900±108                  |
| 1.2              | R = Me<br>R <sup>1</sup> = Br<br>X = H                                     | 832±81                   | 3.4              | R = CH <sub>2</sub> Cl<br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X = Na            | 900±108                  |
| 1.3              | R = Me<br>R <sup>1</sup> = Br, X = Na                                      | 832±81                   | 4.1              | R = C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = H, X = H      | 714±56                   |
| 2.1              | R = (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = H<br>X = H    | >2000                    | 4.2              | R = C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = H<br>X = Na   | 719±61                   |
| 2.2              | R = (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = H<br>X = Na   | >2000                    | 4.3              | R = C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = H<br>X = K    | 719±61                   |
| 2.3              | R = (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = H  | >2000                    | 4.4              | R = C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = H  | 1131±89                  |
| 2.4              | R = (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = Na | >2000                    | 4.5              | R = C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = Na | 898±71                   |

| 1   |   | 2      | 3    |  | 4      |
|-----|---|--------|------|--|--------|
| 2.5 | R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X=K   | >2000  | 4.6  | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = K  | 832±81 |
| 2.6 | R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X =H  | >2000  | 4.7  | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X = H  | 832±81 |
| 2.7 | R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X =Na | >2000  | 4.8  | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X = Na | 898±71 |
| 2.8 | R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X =K  | >2000  | 4.9  | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = OEt<br>X = K  | 898±71 |
| 2.9 | R=(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH<br>R <sup>1</sup> = Br, X=H      | >2000  | 4.10 | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = Br, X = H     | 661±64 |
| 3.1 | R = CH <sub>2</sub> Cl<br>R <sup>1</sup> =H<br>X=H                      | 898±71 | 4.11 | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> =Br<br>X = Na   | 719±61 |
| 3.2 | R = CH <sub>2</sub> Cl<br>R <sup>1</sup> = OMe<br>X = H                 | 898±71 | 4.12 | R= C <sub>6</sub> H <sub>5</sub><br>R <sup>1</sup> = Br<br>X= K    | 661±64 |

Встановлено, що ацилювання сукциноїльною, ацетильною або бензоїльною групами S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну призвело до зниження гострої токсичності, що, ймовірно, пов'язано з детоксикуючими властивостями ацилюючих агентів [10, 11]. Так, для N-ацетил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну та його похідних (сполуки **1.1** - **1.3**) встановлено зменшення токсичності, що більш виражено в солей відповідних кислот, імовірно, за рахунок їх кращої доступності (рис. 2) [10]. Подальший дизайн за рахунок уведення сукциноїльного радикала (сполуки **2.1** - **2.9**) значно знизив рівень гострої токсичності і для кислот, і для відповідних солей (LD<sub>50</sub> більше 2000 мг/кг). Цей результат, ймовірно, пов'язаний із низькою токсичністю фармакофора – бурштинової кислоти, LD<sub>50</sub> якої складає 1400 мг/кг [11]. Модифікація аміногрупи α-хлороацетильним фрагментом (сполуки **3.1-3.4**) також сприяла помірному зниженню токсичності порівняно з N-ацетил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїном (сполука **1**) [10].

Подальше моделювання структури – блокування аміногрупи бензоїльним радикалом (сполуки **4.1** - **4.12**) призвело до підвищення гострої токсичності. Вона складала 714±56 та 719±61 мг/кг, хоча і зазначені сполуки віднесено до класу малотоксичних речовин [9].

Заміна гідрогену карбоксильної групи (натрієм або калієм) мало вплинула на гостру токсичність солей відносно вихідних кислот. Гостра токсичність солей знаходиться на рівні 660-2000 мг/кг. Слід зазначити, що серед солей найменшу токсичність мають похідні N-сукциноїл-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну (сполуки **2.3**, **2.4**, **2.7**, **2.8**). Найбільшу токсичність виявлено у солей N-бензоїл-S-(6-бромо-2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну. При введенні субтоксичних доз експериментальним тваринам спостерігали ознаки інтоксикації у вигляді неспокою, гіперкінезів протягом декількох годин. При підвищенні дози вже через 10-15хв з'являлися тремор кінцівок, порушення балансу, клонічні судоми. Загибель

тварин спостерігалась протягом першої доби, що на нашу думку, пов'язано з токсичним впливом гетероциклу [10].

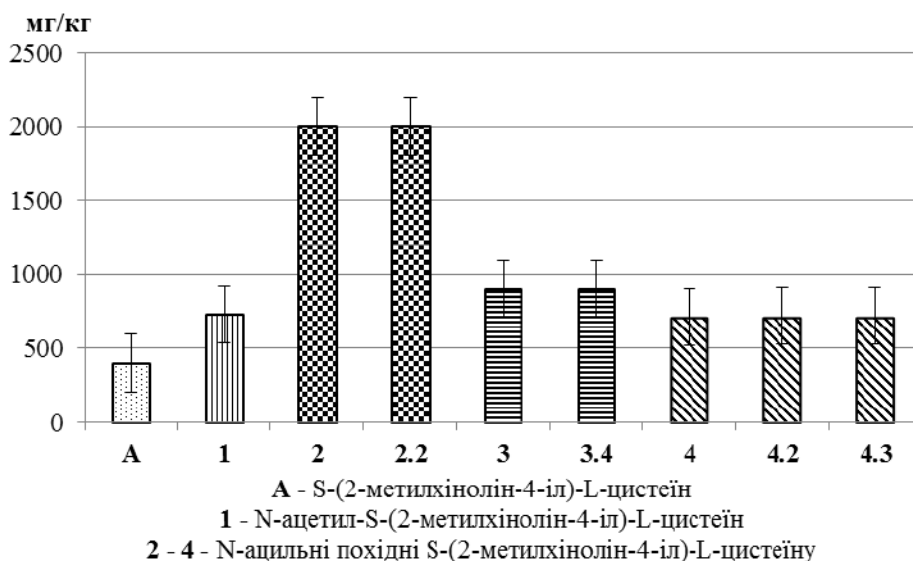


Рис. 2. Гостра токсичність N-ацильних похідних S-(2-метилхінолін-4-іл)- L-цистеїну та його солей

За даними літератури, значною мірою на гостру токсичність сполук впливає природа замісників у 6-му положенні, тому важливо було проаналізувати вплив електронодонорних груп (метокси або етокси) та галогену (броду) на токсичний ефект [10]. Так, наявність алкоксигрупи в молекулі похідних N-ацил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну (сполуки **2.3**, **2.6**, **3.2**, **3.3**, **4.4**, **4.7**) знижувала рівень гострої токсичності, що узгоджується з даними літератури [10]. Слід зазначити, що заміна етоксигрупи на метоксигрупу вплинула на показник (LD<sub>50</sub>) лише при наявності бензоїльного фрагмента (рис. 3). Введення галогену (сполуки **1.2**, **4.10**) призвело до підвищення рівня токсичності на 30-40%, що, на нашу думку, пов'язано з підвищенням ліпофільності сполук.

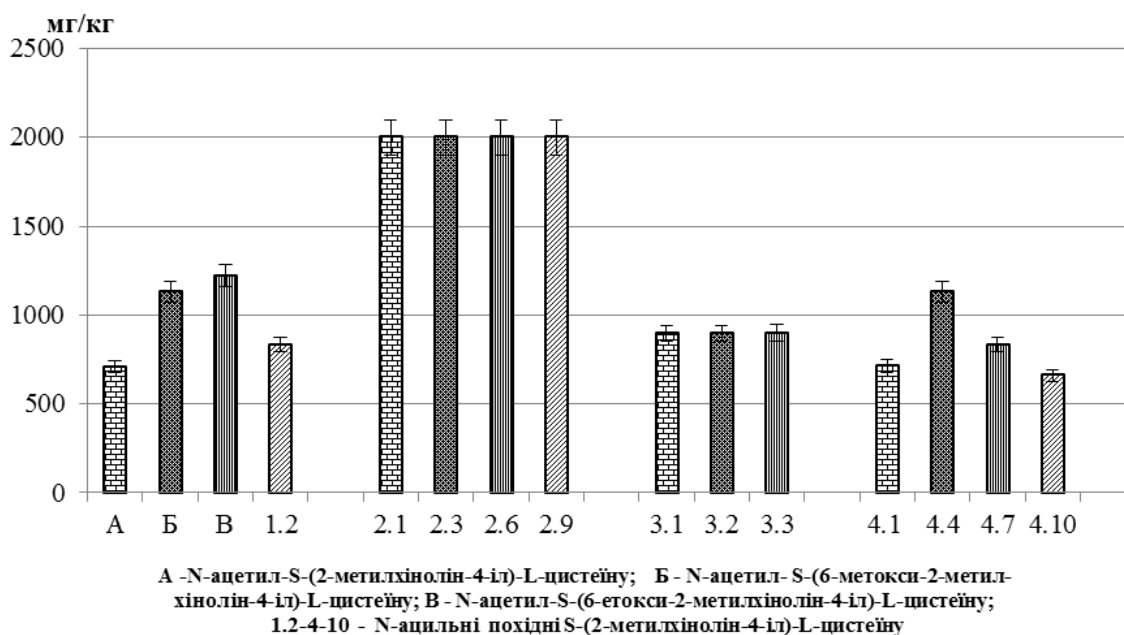


Рис. 3. Вплив замісників у 6-му положенні хіноліну на гостру токсичність похідних N-ацил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну

Перспективи подальшого дослідження: синтезовані сполуки відносяться до малотоксичних та нетоксичних сполук, що є досить важливим для їх дослідження та практичного використання як потенційних гепатопротекторів [12].

### ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що гостра токсичність похідних N-ацетил- S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну знаходиться в діапазоні 660-2000 мг/кг, і згідно з класифікацією І.К. Сидорова, вони відносяться до малотоксичних (IV клас токсичності) та практично нетоксичних (V клас токсичності) речовин.
2. Функціоналізація N-ацильних похідних S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну шляхом введення сукциноїльного радикала в N-ацильну групу значно знижує токсичність сполук.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Доклінічні дослідження лікарських засобів (метод. рекомендації) / [наук. ред. Стефанов О.В.]. – К., 2001. – 528 с.
2. Бражко О.А. L-цистеїн – синтон для створення біологічно активних речовин / О.А. Бражко // Актуальні питання біології, екології та хімії: Електор. наук. вид. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 4 – 15.
3. Лабенська І.Б. Прогноз біологічної активності сполук як основа для пошуку нових біорегуляторів в ряду N-ацильних похідних S-(2-метилхінолін-4-іл)- L-цистеїну / І.Б. Лабенська // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 314-324.
4. Quantitative prediction of antitarget interaction profiles for chemical compounds / [Zakharov A.V., Lagunin A.A., Filimonov D.A., Poroikov V.V.] // Chem. Res. Toxicol. – 2012 – №25. – P. 2378–2385.
5. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / [Кожемякін Ю.М., Хромов О.С., Філоненко М.А. та ін.] – К., 2002. – 155 с.
6. Прозоровский В.Б. Табличный экспресс-метод определения средних эффективных мер воздействия на биологические объекты / В. Б. Прозоровский // Токсикологический вестник. – 1998.– № 1. – С. 28-32.
7. Прозоровский В.Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований / В.Б. Прозоровский // Психофармакология и биологическая наркология. – 2007. – Т. 7, № 3–4. – С. 2090–2120.
8. Синтез та антирадикальна активність 6(8)-функціонально заміщених N-ацил-S-(2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїнів / [Лабенська І.Б., Омелянчик Л.О., Бражко О. А. та ін.] // Ukrainica Bioorganica Acta. – 2008. – Т. 6, № 2. – С. 50-55.
9. Сидоров К. К. О классификации токсичности ядов при парентеральных способах введения / К.К Сидоров // Токсикология новых промышленных химических веществ. – 1973. – № 13. – С. 47-51.
10. Хімія та біологічна активність 2(4)-тіохінолінів і 9-тіоакридинів: [монографія] / Бражко О. А., Омелянчик Л. О., Завгородній М. П., Мартиновський О. О. – Запоріжжя : Запорізький нац. університет, 2013. – 239 с.
11. Смирнов А.В. Янтарная кислота и ее применение в медицине: Ч. I / А.В. Смирнов, О. Б. Нестерова, Р. В. Голубев // Нефрология. – 2014. – № 2.– С. 33–41.
12. Патент 44791 UA, МПК C07D 215/00. Динатрієва сіль N-сукциноіл- S-(6-етокси-2-метилхінолін-4-іл)-L-цистеїну, що проявляє гепатопротективну активність/ [Лабенська І. Б., Бражко О. А., Омелянчик Л. О. та ін.]. – № u200905369. Заявл. 28.05.2009; Опубл. 12.10.2009. – Бюл. № 19.

## REFERENCES

1. Doklinichni doslidzhennja likars'kih zasobiv (metod. rekomend.) / [nauk. red. Stefanov O.V.]. – K., 2001. – 528 s.
2. Brazhko O.A. L – cistein – sinton dlja stvorennya biologichno aktivnih rechovin / O.A. Brazhko // Aktual'ni pitannja biologii, ekologii ta himii: Elektor. nauk. vid. – 2009. – T. 1, № 1. – S. 4 – 15.
3. Labens'ka I. B. Prognoz biologichnoi aktivnosti spoluk jak osnova dlja poshuku novih bioreguljatoriv v rjadu N-acil'nih pohidnih S-(2- metilhinolin-4-il)-L-cisteinu / I. B. Labens'ka // Pitannja bioindikacii ta ekologii. – 2013. – Vip. 18, № 2. – S. 314-324.
4. Quantitative prediction of antitarget interaction profiles for chemical compounds / [Zakharov A.V., Lagunin A.A., Filimonov D.A., Poroikov V.V.] // Chem. Res. Toxicol. – 2012 – №25. – P. 2378–2385.
5. Naukovo-praktichni rekomendacii z utrimannja laboratornih tvarin ta roboti z nimi / [Kozhemjakin Ju.M., Hromov O.S., Filonenko M.A. ta in.]. – K., 2002.– 55 s.
6. Prozorovskii, V. Tablichnyy ekspress-metod opredeleniya srednih effektivnyh mer vozdeystviya na biologicheskie ob'ekty. Toks. vestnik. – 1998.– № 1. – S. 28-32.
7. Prozorovskij V.B. Tablichnyj jekspress-metod opredelenija srednih jeffektivnyh mer vozdeystviya na biologicheskie ob'ekty / V. B. Prozorovskij // Toksikologicheskij vestnik. – 1998.– № 1. – S. 28-32.
8. Sintez ta antiradikal'na aktivnist' 6(8)-funkcional'no zami-shhenih N-acil-S-(2-metilhinolin-4-il)-L-cisteiniv / [Labens'ka I.B., Omel'janchik L.O., Brazhko O.A. ta in.] // Ukrainica Bioorganica Acta. – 2008. – T. 6, № 2. – S. 50-55.
9. Sidorov K.K. O klassifikatsii toksichnosti yadov pri parienternalnyh sposobah vvedeniya / K. K. Sidorov // Toksikologiya novyih promyishlennyh himicheskikh veschestv. – 1973. – № 13. – S. 47-51.
10. Himija ta biologichna aktivnist' 2(4)-tiohinoliniv i 9-tioakridiniv: [monografija] / Brazhko O. A., Omel'janchik L. O., Zavgorodnij M. P., Martinovs'kij O.O. – Zaporizhzhja : Zaporiz'kij nac. universitet, 2013. – 239 s.
11. Smirnov A.V. Jantarnaja kislota i ee primenenie v medicine: Ch. I / A. V. Smirnov, O. B. Nesterova, R. V. Golubev // Nefrologija. – 2014. – № 2.– S. 33–41.
12. Patent 44791 UA, MPK S07D 215/00. Dinatrieva sil' N-sukcinoil-S-(6-etoksi-2-metilhinolin-4-il)-L-cisteinu, shho projavljae gepatoprotektivnu aktivnist' / [Labens'ka I.B., Brazhko O.A., Omel'janchik L.O. ta in.]. – № u200905369. Zajavl. 28.05.2009; Opubl. 12.10.2009. – Bjul. № 19.

УДК 544.723:547.554

## СОРБЦІЯ ВАНІЛІНУ ТА ТИМОЛУ КРІОТЕКСТУРАТАМИ КУКУРУДЗЯНОГО КРОХМАЛЮ

Лашко Н.П., Урбанська Д.Ю.

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

ukrop7@gmail.com

Вивчено закономірності сорбції тимоли та ваніліну із водних розчинів кріотекстуратами кукурудзяного крохмалю та вплив на неї низькомолекулярних темплітів – глюкози та цукрози. Експериментально встановлено, що темплітуючий ефект глюкози та цукрози призводить до зростання сорбційних властивостей кріотекстуратів кукурудзяного крохмалю в середньому в 1,4 разу. Показано, що зв'язування тимоли та ваніліну з водних розчинів описується ізотермою полімолекулярної адсорбції. Оптимальним темплітом є цукроза, яка призводила до зростання сорбційної здатності кріотекстуратів у середньому у 2 рази.

Підтверджено вплив структури молекул ароматичних речовин на їхню сорбційну здатність. Так, ароматичний альдегід ванілін зв'язується кріотекстуратами в середньому в 1,3 разу більше порівняно з ароматичним спиртом тимолом.

*Ключові слова: ванілін, тимол, кріотекстурати кукурудзяного крохмалю, сорбція, молекулярний імпринтинг.*

Лашко Н. П., Урбанская Д. Ю. СОРБЦИЯ ВАНИЛИНА И ТИМОЛА КРИОТЕКСТУРАТАМИ КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА / Запорожский национальный университет, 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Изучены закономерности сорбции тимолола и ванилина из водных растворов криотекстуратами кукурузного крахмала и влияние на нее низкомолекулярных темплитов – глюкозы и сахарозы. Экспериментально установлено, что темплитирующий эффект глюкозы и сахарозы приводит к росту сорбционных свойств криотекстуратов кукурузного крахмала в среднем в 1,4 раза. Показано, что связывание тимолола и ванилина из водных растворов описывается изотермой полимолекулярной адсорбции. Оптимальным темплитом является сахароза, которая приводила к росту сорбционной способности криотекстуратов в среднем в 2 раза.

Подтверждено влияние структур молекул ароматических веществ на их сорбционную способность. Так, ароматический альдегид ванилин связывается криотекстуратами в среднем в 1,3 раза больше по сравнению с ароматическим спиртом тимололом.

*Ключевые слова: ванилин, тимол, криотекстураты кукурузного крахмала, сорбция, молекулярный импринтинг.*

Lashko N. P., Urbanskaya D. Yu. SORPTION OF VANILLIN AND THYMOL BY CRYOGENIC STRUCTURES OF CORNSTARCH / National university of Zaporizhzhya, 69600, Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

Aromatics are an integral part of many foods because they considerably improve the organoleptic properties of the ready products and enhance their nutritional value.

Scientific and technical problems of creation of dry (solid) aromatics with intense, persistent aroma determine the necessity of studying the mechanisms and patterns of interaction of aromatic substances (odorants) with inert carriers.

Today we know that the degree of odorant binding depends on physical and chemical properties of both volatile organic compounds and inert matrix. The interaction of various starch polysaccharides and cryogenic structures of cornstarch with individual organic compounds and their mixtures was studied in a number of works. It was established that the volatile compounds get caught in the starch matrix due to the capillary and surface sorption, hydrogen bonds forming and inclusion complexes.

The pressing issue of today is the further study of the interaction mechanism in the system odorant-inert matrix and the search for new effective sorbents.

It is known that the conformation fixation of the starch polysaccharides in its cryogenic structure caused the increase in the sorption activity. In this regard the molecular insertion and imprinting that allow creating cryosponge gaps (empty spaces) with specific orientation of polysaccharides functional groups depending on the chemical nature of the insertion molecule are important.

The objectives of the research were the aromatic substances – thymol (3-hydroxy- isopropyltoluene), vanillin (3-methoxy-4-hydroxy benzaldehyde) and cryogenic structures of cornstarch.

Thymol concentration was determined by the photometric method technique at a wavelength of 410 nm according to the method [3]. Vanillin concentration was determined in one centimeter cuvettes by self-absorption at a wavelength of 280 nm on a spectrophotometer SF-46.

According to the results, the amount of absorbed thymol has grown with increase of the contact time of its solutions with the cryogenic structures. It reached its maximum value at the 120<sup>th</sup> minute. Adsorption equilibrium was established in the studied systems in 3 hours. Sorption activity increased in such range: cryogenic structure- cryogenic structure + glucose- cryogenic structure + sucrose. For example, at the 120<sup>th</sup> minute the general thymol binding in this range of cryogenic structures amounted accordingly to 28,4%, 48,3% and 56,8%. Insertion of the glucose into the cryogenic structure caused its sorption qualities to increase on average in 1.7 times and insertion of the sucrose – in 2.0 times.

The same trend persists during vanillin sorption. But the affinity of vanilla with cryogenic structures in all cases was significantly higher compared to thymol.

To describe thermodynamic processes of thymol and vanillin from the water solutions sorption isotherms were constructed. In all cases the isotherms were S-shaped. According to the Brunauer classification this type of isotherms is associated with polymolecular adsorption. The studied odorants had high affinity with cornstarch cryogenic structures, especially after the insertion process. Thus, the steepness of the sorption isotherms of odorants increased in the range: pure cryogenic structure - cryogenic structure + glucose - cryogenic structure + sucrose. Thymol and vanillin had maximum affinity with the cryosponge with insertions of sucrose (accordingly R =56,8; 68,2%). However, the steepness of the sorption



isotherms of vanillin suggests that it has higher affinity with cryogenic structures compared to thymol. It is also confirmed by the higher (in 1.3 times) indicators of general binding.

Thus, it is possible to make next conclusions: It was experimentally established that insertion effect of the low molecular substances, glucose and sucrose, cause the increase in the sorption properties of the cornstarch cryogenic structures on average in 1.4 times. It was shown that binding of thymol and vanillin from the water solutions is describes by the polymolecular adsorption isotherm. The best insertion is sucrose which causes increase in the cryogenic structures on average in 2 times. The influence of the molecule structures of aromatic substances on their sorption properties was confirmed. Thus, the presence of the methoxy- and aldehyde groups of vanillin increases its binding with the cryogenic structures on average in 1.3 times compared to thymol.

*Key words: sorption, thymol, vanillin, cryogenic structure of cornstarch, molecular imprinting.*

## ВСТУП

Ароматизатори є невід'ємною частиною багатьох харчових продуктів, оскільки вони значно поліпшують органолептичні показники готової продукції та підвищують її поживну цінність [1].

Науково-технічні проблеми створення сухих (твердих) форм ароматизаторів, які б мали інтенсивний, стійкий аромат, зумовлюють необхідність вивчення механізмів і закономірностей взаємодії ароматичних речовин (одорантів) з інертним носієм.

Зараз відомо, що ступінь зв'язування одорантів залежить від фізико-хімічних властивостей як летких органічних сполук, так і інертної матриці. У низці праць досліджувалася взаємодія полісахаридів різних крохмалів та кріотекстуратів кукурудзяного крохмалю з індивідуальними органічними сполуками та їхніми сумішами [2-5]. Встановлено, що утримання летких сполук крохмальною матрицею відбувається за рахунок капілярної і поверхневої сорбції, утворення водневих зв'язків та комплексів включення. Крім того, було показано, що одоранти здатні утворювати супрамолекулярні комплекси (надмолекулярні асоціати) розміром до 0,3-0,5 мкм з полісахаридами кріотекстуратів за рахунок гідрофобних кооперативних взаємодій [6, 7]. Гідрофобний характер взаємодії одорантів з білковими термотропними драглями підтверджений в роботах [8, 9].

Актуальною проблемою сьогодні залишається вивчення механізму взаємодії в системі одорант – інертна матриця та пошук нових, ефективних сорбентів.

Відомо, що фіксація конформації полісахаридів крохмалю в його кріотекстураті призводила до зростання сорбційної активності. У зв'язку з цим актуальним є молекулярне темплітування та імпринтинг, яке дозволяє створювати в жорсткій текстурі кріогубки лакуни (пусті місця) з певною орієнтацією функціональних груп полісахаридів алежно від хімічної природи молекули темпліту. Імпринтинг (сорбція молекул ароматизаторів у лакуни після видалення темпліту) повинний призводити до значного зростання сорбційної активності кріотекстурату. Для харчових біополімерів відсутня достатня інформація про процеси молекулярного темплітування та імпринтингу у водних розчинах.

У зв'язку з цим мета роботи – вивчити вплив низькомолекулярних темплітів глюкози і цукрози на сорбційні властивості кріотекстуратів кукурудзяного крохмалю.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами дослідження були ароматичні речовини – тимол (3-гідрокси-ізопропілтолуен), ванілін (3-метокси-4-гідроксибензальдегід) та кріотекстурати кукурудзяного крохмалю.

У роботі використовували кристалічний препарат тимола фірми-виробника BODRAS (Іспанія). Молекулярна маса тимола складає 150,22, він слабкий електроліт і відноситься до ароматичних спиртів.

Кристалічний препарат ваніліну українського виробника ПП «УКРПРОДСЕРВІС» має молекулярну масу 152,15, він слабкий електроліт та відноситься до ароматичних альдегідів.

Крохмальні кріотекстурати готували за такою методикою: у хімічний стакан місткістю 300 мл поміщали 10 г крохмалю, додавали 190 мл води, ставили стакан на водяну баню, нагрівали до 90°C та витримували при цій температурі протягом 40 хв. При постійному перемішуванні. Одержаний золь крохмалю переливали в чашку Петрі, охолоджували до кімнатної температури і тримали 3 год (при  $T = +5^{\circ}\text{C}$ ) та 24 год (при  $T = -18^{\circ}\text{C}$ ). Після цього сформовані із золь кріотекстурати розморожували та витримували 16 год. При кімнатній температурі для встановлення рівноваги до початку проведення дослідів. Глюкозу або цукрозу додавали в охолоджений золь у кількості 4 г на 100 г золю і далі формували кріотекстурат, як вказано вище.

Для видалення сорбованих одорантів кріотекстурат крохмалю промивали 500 мл води (5 разів по 100 мл).

Концентрацію тимолу визначали фотометричним методом при довжині хвилі 410 нм згідно методики [10]. Концентрацію ваніліну визначали в односантиметрових кюветах за власним поглинанням при довжині хвилі 280 нм на спектрофотометрі СФ-46 (виробник ВАТ «Ломо», м. Ленінград).

Для характеристики кінетики сорбції наважку 1 г чистого або теплітованого кріотекстурату поміщали в 50 мл насичених розчинів – 0,08%-го тимолу або 1%-го ваніліну. При постійному струшуванні через кожні 20 хв відбирали по 1 мл розчину одоранту для визначення концентрації протягом 2 год 20 хв.

Сорбційну активність кріотекстуратів розраховували за такими показниками: ступінь вилучення (коефіцієнт загального зв'язування)  $R$ , % та коефіцієнт розподілення  $D$ , (відповідно до формул 1 та 2):

$$R = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де:  $C_0$  – початкова концентрація розчину одоранту, моль/л;

$C$  – рівноважна концентрація розчину одоранту, моль/л;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки

$R$  – ступінь вилучення, %;

$$D = \frac{R}{100 - R} \cdot \frac{V}{m}, \quad (2)$$

де:  $V$  – об'єм аналізованого розчину, мл

$m$  – маса сорбенту (кріотекстурату), г

$D$  – коефіцієнт розподілення

Для побудови ізотерм сорбції створювали концентраційний ряд розчинів тимолу з концентраціями 0,08%, 0,04%, 0,02%, 0,01%, 0,005% та розчинів ваніліну – 0,1%, 0,05%, 0,025%, 0,0125%, 0,00625%, 0,00313%.

Далі в пластикові контейнери місткістю 100 мл поміщали по 40 г 178 холодженого золю крохмалю, додавали 15 мл розчину одоранту певної концентрації, закривали кришками та витримували 16 год (при  $T = -18^{\circ}\text{C}$ ). Після цього розморожували та витримували кріотекстурат протягом 16 год при кімнатній температурі для встановлення рівноваги до початку проведення дослідів. Водну фазу відділяли від кріотекстурату та аналізували на вміст одоранту.

Для побудови ізотерми сорбції розраховували сорбцію ( $\Gamma$ ) за формулою (3):

$$\Gamma = \frac{C_0 - C}{m} \cdot V, \quad (3)$$

де:  $C_0$  – початкова концентрація розчину одоранту, моль/л;

$C$  – концентрація розчину одоранту після проведення сорбції, моль/л;

$V$  – об'єм розчину одоранту, взятого для проведення сорбції, мл;

$m$  – маса сорбенту (кріотекстурату), г.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Експериментальні результати визначення загального зв'язування тимолу та ваніліну із водних розчинів ( $R$ , %) та коефіцієнтів розподілення ( $D$ ) залежно від часу сорбції представлені на рис. 1, 2 та в табл. 1.

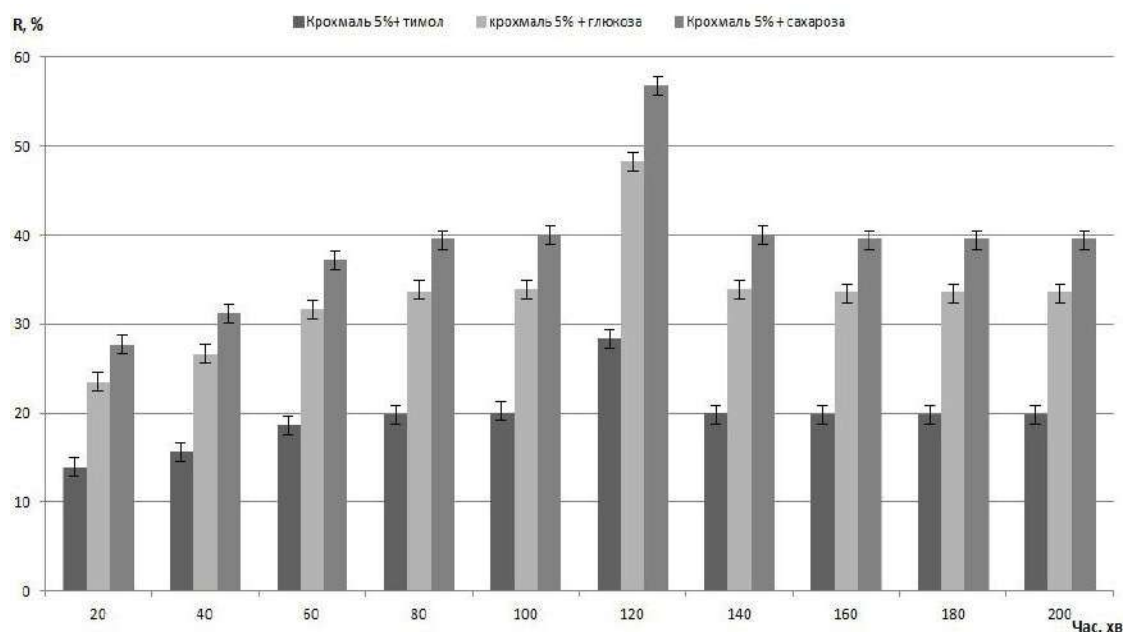


Рис. 1. Загальне зв'язування тимолу кріоекстуратами кукурудзяного крохмалю

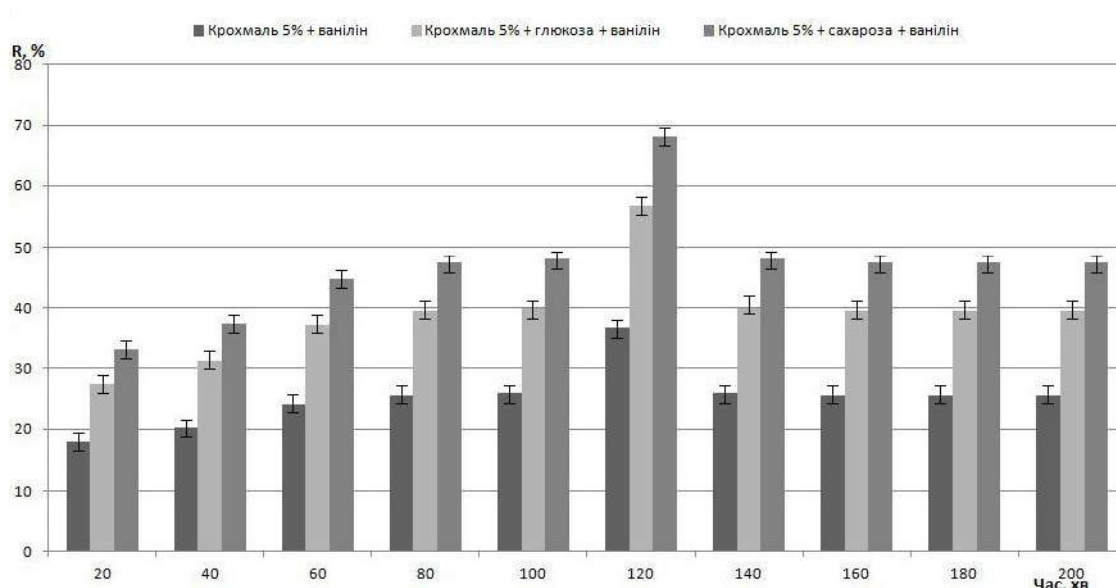


Рис. 2. Загальне зв'язування ваніліну кріоекстуратами кукурудзяного крохмалю

Таблиця 1 – Коефіцієнт розподілення (D) тимолу та ваніліну залежно від часу сорбції (P = 0,95, n = 3)

| Тривалість сорбції (Г), хв. | Коефіцієнт розподілення одоранту, D |           |                                   |           |                                   |           |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
|                             | Чистий кріотекстурат + одорант      |           | Кріотекстурат + глюкоза + одорант |           | Кріотекстурат + цукроза + одорант |           |
|                             | ТИМОЛ                               | ВАНІЛІН   | ТИМОЛ                             | ВАНІЛІН   | ТИМОЛ                             | ВАНІЛІН   |
| 20                          | 1,90±0,08                           | 1,95±0,10 | 1,82±0,16                         | 2,09±0,10 | 2,65±0,06                         | 4,86±0,44 |
| 40                          | 2,41±0,54                           | 2,98±0,11 | 2,65±0,45                         | 2,09±0,11 | 3,45±0,67                         | 5,67±0,69 |
| 60                          | 3,98±0,58                           | 4,95±0,54 | 4,15±0,44                         | 4,95±0,54 | 4,69±0,66                         | 6,40±0,76 |
| 80                          | 4,25±0,62                           | 5,72±0,60 | 6,14±0,37                         | 6,72±0,60 | 6,27±0,64                         | 7,48±0,76 |
| 100                         | 5,65±0,64                           | 6,69±0,69 | 8,20±0,36                         | 7,69±0,69 | 7,99±,063                         | 8,15±0,82 |
| 120                         | 6,71±0,66                           | 7,06±0,73 | 9,07±0,37                         | 8,06±0,73 | 9,99±,064                         | 9,22±0,92 |
| 140                         | 4,18±0,58                           | 5,64±0,60 | 6,1±0,37                          | 6,68±0,54 | 6,11±0,61                         | 7,41±0,73 |
| 160                         | 3,53±0,52                           | 4,25±0,53 | 4,08±0,41                         | 4,9±0,52  | 4,32±0,64                         | 6,41±0,73 |
| 180                         | 3,52±0,52                           | 4,23±0,52 | 4,09±0,42                         | 4,91±0,52 | 4,31±0,64                         | 6,42±0,73 |

Згідно з результатами, кількість сорбованого тимолу зростала зі збільшенням часу контакту його розчинів із досліджуваними кріотекстурами, досягаючи максимального значення на 120 хв, далі поступово знижуючись до практично постійної величини на 180 хв у всіх випадках. Адсорбційна рівновага встановлювалася в досліджуваних системах через 3 год. Сорбційна активність кріотекстуратів зростала в ряду: кріотекстурат – кріотекстурат + глюкоза – кріотекстурат + цукроза. Так, наприклад, на 120 хвилині загальне зв'язування тимолу в цьому ряду кріотекстуратів складало відповідно 28,4%, 48,3% та 56,8%. Темплітування кріотекстурата глюкозою призводило до зростання його сорбційних властивостей у середньому в 1,7 разу, а темплітування цукрозою – у 2,0 рази.

Така сама тенденція зберігалася при сорбції ваніліну. Але спорідненість ваніліну до кріотекстуратів у всіх випадках була значно вищою порівняно з тимолом. Наприклад, на 120 хвилині загальне зв'язування ваніліну в ряду: кріотекстурат – кріотекстурат + глюкоза – кріотекстурат + цукроза складало відповідно 36,9%, 56,8% та 68,2%, що в середньому було в 1,3 разу більше ніж у тимолу.

Згідно з результатами кількість зв'язаного тимолу зростала нелінійно зі збільшенням його концентрації у всіх досліджуваних випадках (рис. 3).

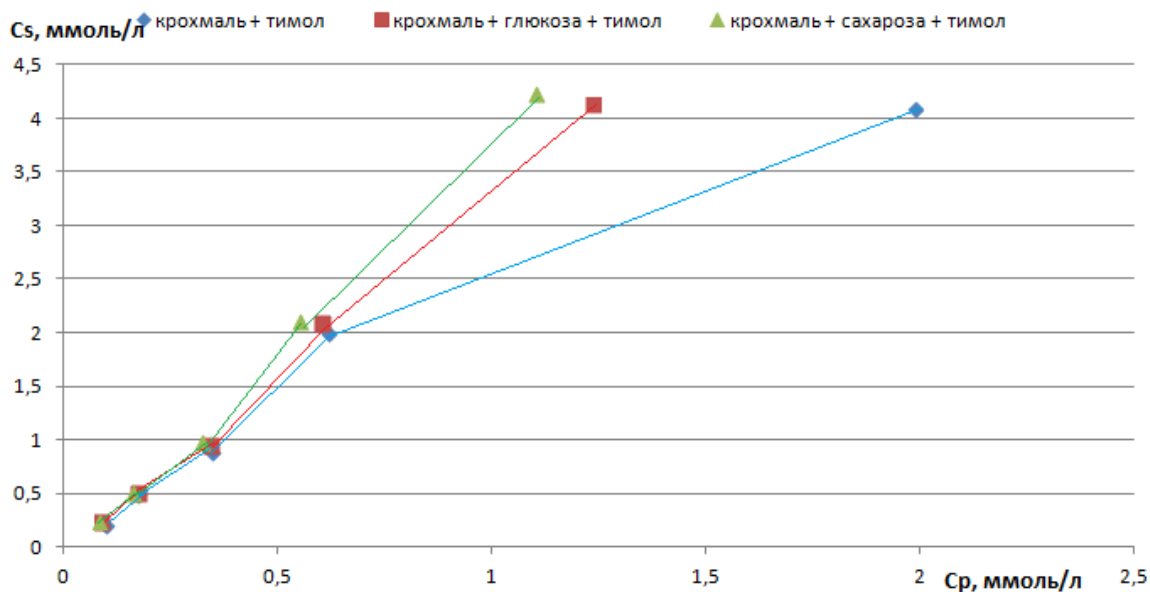


Рис. 3. Залежність кількості зв'язаного тимолу ( $C_s$ ) кріотекстуратами від його початкової концентрації ( $C_0$ )

При однакових вихідних концентраціях тимолу ( $C_0=5,33$  ммоль/л) кріогубка, темплітована цукрозою, зв'язувала 79,4% вихідного тимолу, темплітована глюкозою, – 78%, без темпліту – 70,7%.

Залежність зв'язаного ваніліну від його початкової концентрації мала лінійний характер, і ступінь зв'язування тут був значно вищим (рис. 4).

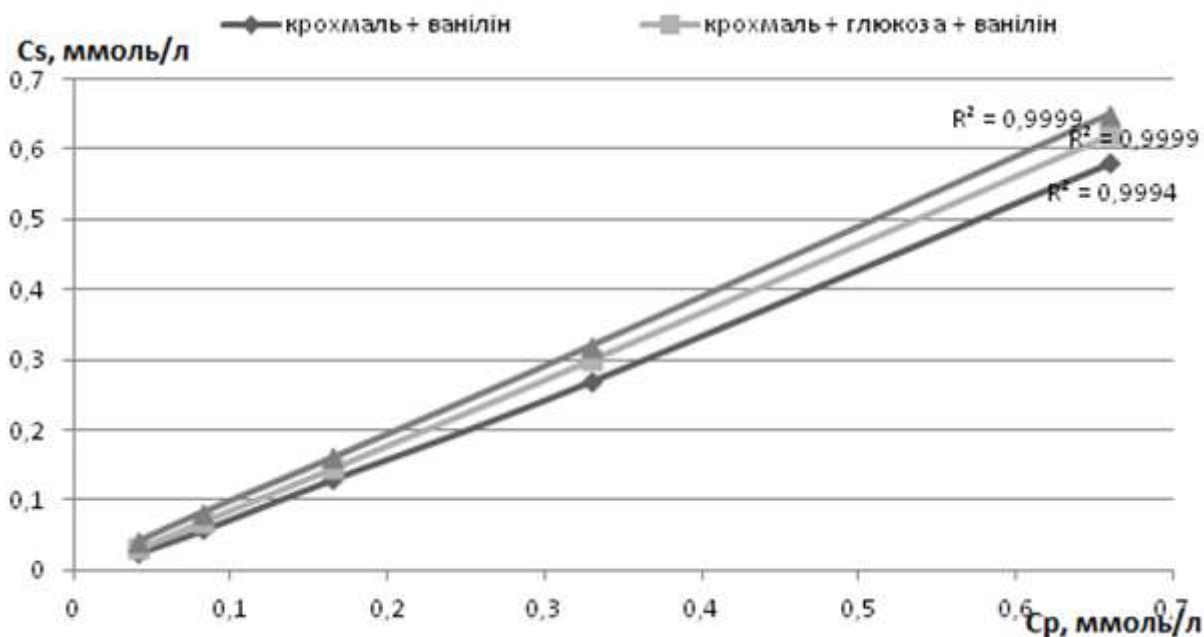


Рис. 4. Залежність кількості зв'язаного ваніліну ( $C_s$ ) кріотекстуратами від його початкової концентрації ( $C_0$ )

Так, при однакових вихідних концентраціях ваніліну ( $C_0 = 0,66$  ммоль/л) кріогубка, темплітована цукрозою, сорбувала 98% вихідного ваніліну, темплітована глюкозою, – 91%, без темпліту – 80,1%.

Для термодинамічної характеристики процесів сорбції одорантів із водних розчинів були побудовані ізотерми сорбції в координатах: концентрація сорбованого одоранту ( $\Gamma$ , моль на 1 г сорбенту) – рівноважна концентрація одоранту ( $C$ , ммоль/л). Ізотерми сорбції тимолу і ваніліну наведено на рис. 5 та 6.

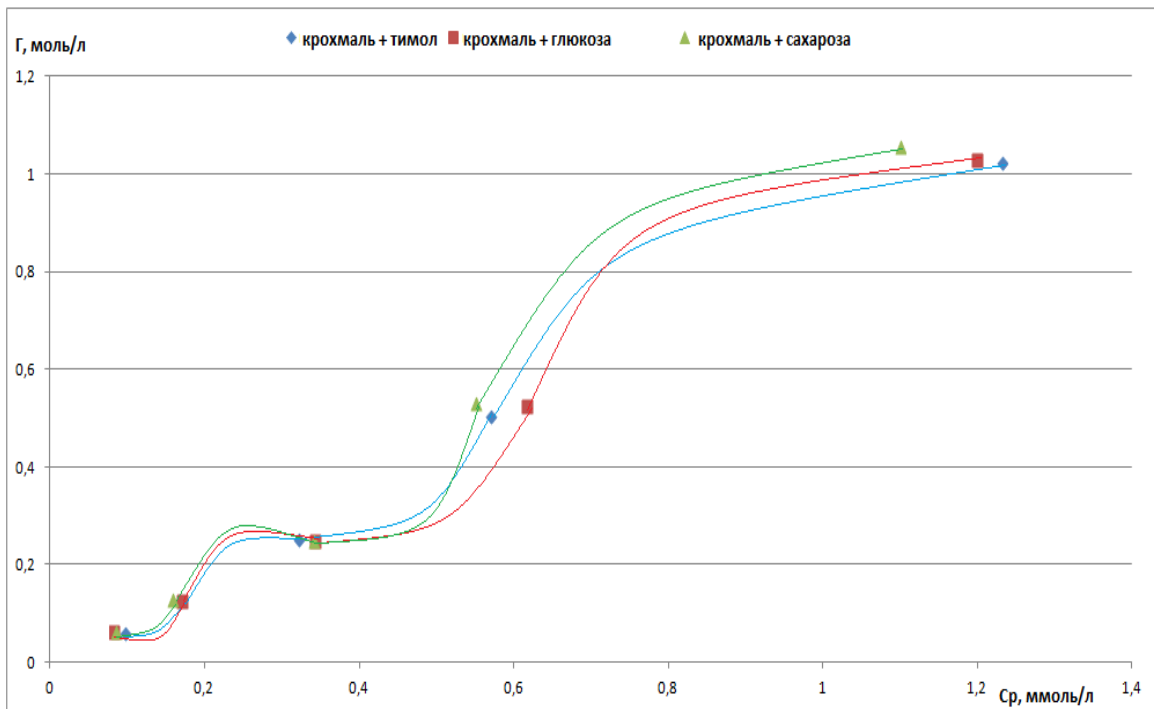


Рис. 5. Ізотерми сорбції тимолу кріотекстуратами кукурудзяного крохмалю

Форма ізотерм залежала від ступеня зв'язування одорантів досліджуваними кріотекстуратами. Ізотерми у всіх випадках мали S-подібну форму. Згідно з класифікацією Брунауера такий тип ізотерм пов'язаний з полімолекулярною адсорбцією [7].

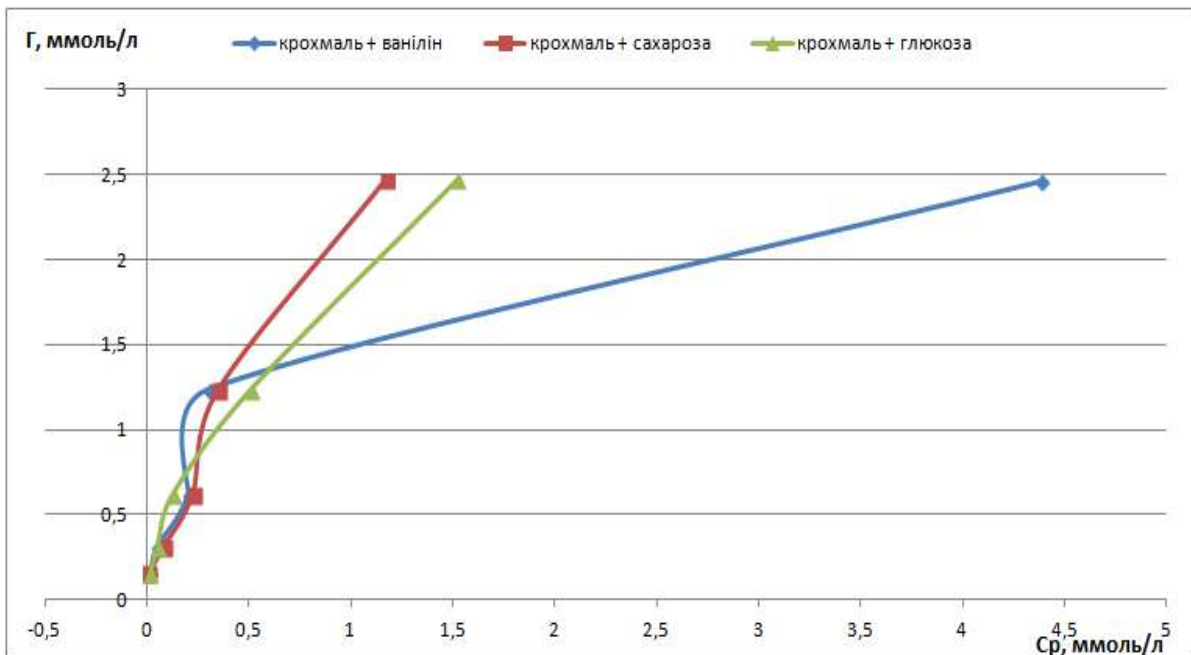


Рис. 6. Ізотерми сорбції ваніліну кріотекстуратами кукурудзяного крохмалю

Характерним для неї є те, що енергія взаємодії адсорбент-адсорбат більша за енергію взаємодії адсорбат-адсорбат, тобто досліджувані одоранти мають високу спорідненість

до кріотекстуратів кукурудзяного крохмалю, особливо після обробки їх темплітами. Так, крутизна ізотерм сорбції одорантів зростала в ряду: чистий кріотекстурат – кріотекстурат + глюкоза – кріотекстурат + цукроза. Максимальну спорідненість тимол і ванілін мали до кріогубки темплітованої цукрозою (відповідно  $R = 56,8; 68,2\%$ ) Проте крутизна ізотерм сорбції ваніліну свідчить про більш високу його спорідненість до кріотекстуратів порівняно з тимолом, що також підтверджується більшими в середньому в 1,3 разу показниками загального зв'язування.

Можна припустити, що зростання сорбційних властивостей темплітованих кріогубок відбувається завдяки утворенню в них лакун після вимивання водою темпліту. Лакуни утворюються на стадії формування кріогубок, їхня структура та оточення функціональних груп зумовлені хімічною структурою темпліту. Швидше за все, взаємодія досліджуваних темплітів з амілозою та амілопектином крохмалю відбувається за рахунок утворення водневих зв'язків між ОН-групами цукридів-темплітів та полісахаридів крохмалю. Розміри лакун цукрози повинні бути вдвічі більшими, а сорбційні властивості вищими ніж у глюкози при однакових вихідних концентраціях, що й підтверджують експериментальні дані.

Перспективою подальшої роботи є пошуки нових ефективних матриць для створення ряду стабільних ароматизаторів.

### ВИСНОВКИ

1. Експериментально встановлено, що темплітуючий ефект низькомолекулярних речовин – глюкози та цукрози призводить до зростання сорбційних властивостей кріотекстуратів кукурудзяного крохмалю в середньому в 1,4 разу.
2. Показано, що зв'язування тимолу та ваніліну із водних розчинів описується ізотермою полімолекулярної адсорбції. Оптимальним темплітом є цукроза, яка призводила до зростання сорбційної здатності кріотекстуратів у середньому в 2 рази.
3. Підтверджено вплив структур молекул ароматичних речовин на їх сорбційну здатність. Так, ароматичний альдегід ванілін зв'язується кріотекстуратами в середньому в 1,3 разу більше ніж ароматичний спирт тимол.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Цыганова Т. Б. Пищевые ароматизаторы кондитерских изделий / Т. Б. Цыганова, Л. Г. Кузнецова. – С.-П. : ГИОРД, 2010. – 193 с.
2. Андриенков В. А. Связывание компонентов эфирных масел различными нативными крахмалами / В. А. Андриенков, А. Н. Полшков, Т. А. Мишарина // Пищевая промышленность. – 2001. – № 10. – С. 63-65.
3. Мишарина Т. А. Газохроматографическое определение сорбции ароматообразующих веществ кріогубками крахмала / Т. А. Мишарина, Р. В. Головня // Известия РАН. – 1998. – № 2. – С. 310-313
4. Связывание ароматических соединений полисахаридами кукурузного крахмала / [Крикунова Н. И., Теренина М. Б., Ручкина Е. Л., и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42. – № 3. – С. 379-382.
5. Состав летучих компонентов белых грибов и вешенки / [Мишарина Т. А., Мухутдинова С. М., Жарикова Г. Г. и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 207-213.
6. Теренина М. Б. Связывание компонентов смеси эфирных масел кріотекстуратами кукурузного крахмала / М. Б. Теренина, Т. А. Мишарина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т. 41. – № 4. – С. 463-469.

7. Филатова А. Г. Анализ микроструктуры водных крахмальных систем методами электронной микроскопии: дис. ... кандидата хим. наук : спец. 02.00.02 Аналитическая химия / Филатова Анна Григорьевна. – М., 2000. – 95 с.
8. Лашко Н. П. Сорбція ароматоутворюючих речовин на біополімерних матрицях / Н. П. Лашко, Ю. В. Єгорова // Вісник ЗНУ. Серія: біологічні науки. – 2013. – № 1. – С. 129-134.
9. Лашко Н. П. Зв'язування ароматоутворюючих речовин простими та наповненими драглями желатину / Н. П. Лашко, Т. А. Гасанова // Вісник ЗНУ. Серія : біологічні науки. – 2014. – № 2. – С. 236-244.
10. Коренман И. М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений / Коренман И. М. – М. : Химия, 2001. – 205 с.

#### REFERENCES

1. Cyhankova T. B. Pischevye aromatizatory konditerskih izdeliy / T.B. Cyhankova, L.G. Kuznecova. – S.-P. : NIORD, 2010. – 193 s.
2. Andrienkov V.A. Svyazyivanie komponentov efirnyih masel razlichnyimi nativnyimi krahmalami / V.A. Andrienkov, A.N. Polshkov, T.A. Misharina // Pischevaya promyshlennost. – 2001. – № 10. – S. 63-65.
3. Misharina T. A. Gazohromatograficheskoe opredelenie sorbtsii aromatoobrazuyuschih veschestv kriogubkami krahmala / T.A. Misharina, R.V. Golovnya // Izvestiya RAN. – 1998. – № 2. – S. 310-313
4. Svyazyvanie aromaticeskikh soedineniy polisakharidami kukuruznogo krakhmala / [Krikunova N. I., Terenina M. B., Ruchkina E. L., i dr.] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. – 2006. – T. 42. – № 3. – S. 379-382.
5. Sostav letuchikh komponentov belykh gribov i veshenki / [Misharina T. A., Mukhutdinova S. M., Zharikova G.G. i dr.] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. – 2009. – T. 45. – № 2. – S. 207-213.
6. Terenina M.B. Svyazyvanie komponentov smesi efirnykh masel krioteksturatyami kukuruznogo krakhmala / M.B. Terenina, T.A. Misharina // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. – 2005. – T. 41. – № 4. – S. 463-469.
7. Filatova A. G. Analiz mikrostruktury vodnykh krakhmal'nykh sistem metodami elektronnoy mikroskopii : dis.... kandidata khim. nauk : spec. 02.00.02 Analiticheskaya khimiya / Filatova Anna Grigor'yevna. – M., 2000. – 95 s.
8. Lashko N. P. Sorbtsiya aromatoutvoryuyuchikh rechovin na biopolimernikh matrityakh / N. P. Lashko, Yu. V. Egorova // Visnik Zaporiz'kogo natsional'nogo universitetu. Biologichni nauki – 2013. – № 1. – S. 129-134.
9. Lashko N. P. Zv'yazuvannya aromatoutvoryuyuchikh rechovin prostimi ta napovnenimi draglyami zhelatinu / N. P. Lashko, T. A. Gasanova // Visnik Zaporiz'kogo natsional'nogo universitetu. Biologichni nauki. – 2014. – № 2. – S. 236-244.
10. Korenman I. M. Fotometricheskyy analiz. Metodyi opredeleniya organicheskikh soedineniy / Korenman I. M. – M. : Hymiya, 2001. – 205 s.



## РОЗДІЛ VI. МІКРОБІОЛОГІЯ

УДК 633.88:613.3:615.874.2(477)

### МІКРОБІОТА ЛІКАРСЬКИХ ТРАВ В ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ З РІЗНИМ РІВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Каменова О.П., Рильський О.Ф., Волошина О.М.

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

oksana.kamenova@gmail.com

Досліджено морфофізіологічні властивості та кількісний склад мікробіоти на біомасі лікарських трав, зібраних у м. Запоріжжя та м. Трускавець. Прослідковано зміну деяких фізико-хімічних показників досліджуваних відварів (оптична щільність, водневий показник та редокс-потенціал). Виявлено культуру *Bacillus subtilis*. Виділені штами переважно можуть мати пробіотичні властивості. Зроблено припущення, що лікарські рослини володіють корисними властивостями не лише через комплекс біологічно активних речовин, але й завдяки наявності на їхній біомасі сінної палички, яка посилює лікувальний ефект.

*Ключові слова:* пробіотична культура *Bacillus subtilis*, відвари лікарських трав.

Каменова О.П., Рильський А.Ф., Волошина А. М. МИКРОБИОТА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ТРАВ В ОБЛАСТЯХ УКРАИНЫ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ / Запорожский национальный университет; 69600, Украина, Запорожье, ул. Жуковского, 66

Исследованы морфофизиологические свойства и количественный состав микробиоты на биомассе лекарственных трав, собранных в г. Запорожье и г. Трускавец. Прослежены изменения некоторых физико-химических показателей исследуемых отваров (оптическая плотность, водородный показатель и редокс-потенциал). Выявлена культура *Bacillus subtilis*. Выделенные штаммы преимущественно могут иметь пробиотические свойства. Сделано предположение, что лекарственные растения обладают полезными свойствами не только из-за комплекса биологически активных веществ, но и благодаря наличию на их биомассе сенной палочки, которая усиливает лечебный эффект.

*Ключевые слова:* пробиотическая культура *Bacillus subtilis*, отвары лекарственных трав.

Kamienova O.P., Rylsky O.F., Voloshyna O. M. THE MICROBIOTA OF MEDICINAL HERBS UKRAINE IN AREAS WITH DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC LOAD / Zaporizhzhya National University; 69900, Ukrain, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66

Many authors were involved in medicinal plants research, but the beneficial effect of herbs was considered only by analyzing the content of bioactive substances (BAS) in them. We assume that the therapeutic effect of medicinal herbs is increased by their microflora. There on the leaf blade and stems of cereal plants almost always are hay bacillus spores. The question is whether they are available for medicinal herbs or not? Recently scientists are shown the great interest to *Bacillus subtilis* as one of the promising microorganisms for the production of probiotic preparations. This forced us to compare the microflora of herbs collected in different areas of anthropogenic load, because the definition of the microflora of plants depending on ecological-geographical growth factors. This are a prerequisite for obtaining high yields of medicinal plants with the best quality.

The aim was to study the microflora biomass herbs of Ukraine in areas with different levels of anthropogenic impact, for detection of bacteria *B. subtilis*, as a second factor strengthening the therapeutic effects of medicinal plants.

The objects of the studying was Chamomile (*Matricaria recutita*), Peppermint (*Mentha piperita*), Balm (*Melissa officinalis* L.) and Common Nettle (*Urtica dioica* L.), collected in Zaporizhzhya and Truskavets cities.

The medicinal herb crushed in a mortar to the size a 1-2 mm. Prepared a herb's decoction. The glass flask of Arlanmeyer with a capacity of 750 cm<sup>3</sup> filled with 500 ml of water and autoclaved. To the glass flask add 2 g of standard of herb material and boiled during 10 minutes with wadding-gauze corks. Herbs boiled for the selection spore's of bacteria that are thermally stable. It's release decoction from broth

microbiota. After cooling decoction to standart temperature performed measurements of the physical and chemical parameters: pH, redox-potential (RP). Used to measure pH / RP- meter-103. The duration of the growth phase was determined by photocolorimetric in СРК-2 at a wavelength of 670 nm by measuring optical density value. Cultivation was carried out at 29 ° C.

For determination of the bacterial composition of decoctions of herbs a 1 g of dry medical raw material brought to 100 ml of autoclaving water and boiled 10 minutes. On the third day from the decoctions prepared the series of breeding to 10<sup>-6</sup>. Took away from every specimen for a 1 ml of suspension and outpoured in sterile Petry's cups and added 20 mls of preliminary molten and chilled beef-extract agar (BEA). Cultivations conducted at 37°C. On the third day of cultivation the number of general amount of colonies that grew on a nourishing environment in Petry's cups was establisht. Enumerated the amount of microorganisms per 1 g of herbs.

Stuidy have shown that ecological and geographical indicators did not significantly affect on the value of the redox potential, pH and microflora growth rate, as the difference between the rates listed concoctions of herbs collected from different areas of anthropogenic load is not significant. The microflora of each studied herbs was represented by three types of colonies. The first type bacteria was *B. subtilis*. Microorganisms of colonies 2 and 3 were identified as the another members of the genus *Bacillus*. Thus, the treatment decoction of herbs studied together with the person uses a complex BAS, vegetative cells and spores hay bacillus, so there is always a second medical factor - the influence of probiotic culture *B. subtilis* to microbiocenosis digestive tract that is responsible for immune status of the organism. Established that the microflora of herbs collected in Truskavets was characterized by a total of more than microflora broth balm. Thus, the quantitative composition of microflora epiphytic herbs is affected by ecological-geographical growth factor.

*Key words: probiotic culture, Bacillus subtilis, decoctions of herbs.*

## ВСТУП

У останні роки в Україні та за кордоном все більше уваги приділяється розвитку фітотерапії, яка з допоміжного набуває статусу самостійного напрямку в лікуванні людини. Ппри на значний прогрес сучасної органічної хімії, що забезпечує виробництво високоякісних синтетичних біологічно активних речовин (БАР), які використовуються у фармації, інтерес до лікарських рослин та активне бажання отримати від них максимальну фармакотерапевтичну користь не згасає і досі. Перевага широкого застосування препаратів з рослинної сировини заснована на тотожності біохімічних структур лікарських рослин з тканинами організму людини, плавності наростання фармакологічного ефекту, м'якшій дії фітопрепаратів, відсутності або дуже не частому прояві негативних побічних ефектів, алергічних реакцій, та в практичній відсутності лікарської залежності, низькій токсичності та меншому звиканні [1, 2].

Дослідженням властивостей лікарських рослин займалися багато авторів, однак корисну дію трав вони розглядали, лише аналізуючи вміст БАР в них. Ми припускаємо, що лікувальний ефект лікарської рослинної сировини посилює ще їхня мікрофлора, оскільки мікроорганізми є постійними супутниками не лише людини і тварин, а й вищих рослин, у тому числі й тих, які використовуються як лікарська сировина.

На листових пластинках і стеблах злакових рослин практично завжди знаходяться спори сінної палички. Виникає питання: чи наявні вони на лікарських травах? Адже останнім часом учені виявляють великий інтерес саме до *Bacillus subtilis* як до одного із перспективних мікроорганізмів для виробництва пробіотичних препаратів. Здатність різних штамів цієї бактеріальної культури синтезувати біофунгіциди, ферменти, антибіотикоподібні речовини, полісахариди і т. д. відкрила для людства можливість їх широкого використання [3]. Проведені попередні дослідження на лікарських рослинах Запорізької області [4-6], спонукали нас порівняти мікрофлору трав, зібраних в областях з різним антропогенним навантаженням, оскільки визначення залежності мікрофлори рослин від еколого-географічних факторів зростання являється необхідною умовою для отримання високих урожаїв лікарської рослинної сировини найкращої якості.

Тому метою роботи було дослідження мікрофлори на біомасі лікарських трав в областях України з різним рівнем антропогенного навантаження, а саме виявлення бактерій *B. subtilis* як другого чинника посилення лікувального впливу лікарських рослин.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Лікарську траву подрібнювали в ступці до розміру часток 1-2 мм. Далі готували її відвар. Для цього скляну колбу Ерленмейера місткістю 750 см<sup>3</sup> наповнювали 500 мл водопровідної води і автоклаували. Потім до колби вносили 2 г зразка сировини і кип'ятили протягом 10 хвилин з ватно-марлевими пробками. Після охолодження відвару до кімнатної температури проводили вимірювання такі фізико-хімічних показників: водневий показник (рН), окисно-відновний потенціал (ОВП), температура. Для вимірювання використовували рН / ОВП-метр-103. Тривалість фаз росту визначали фотокolorиметричним методом на КФК-2 при довжині хвилі 670 нм, вимірюючи величину оптичної густини. Культивування проводили при 29°C.

Для визначення бактеріального складу відварів трав 1 г сухої лікарської сировини вносили до 100 мл автоклавованої води та кип'ятили 10 хвилин. На третю добу з отриманих відварів робили серію розведень до 10<sup>-6</sup>. Після цього відбирали з кожної колби по 1 мл суспензії та виливали в стерильні чашки Петрі, сюди ж заливали по 20 мл попередньо розплавленого і охолодженого м'ясопептоного агару (МПА). Культивування проводили при 37°C. На третій день культивування проводили облік загальної кількості колоній, які вирости на поживному середовищі в чашках Петрі, і перераховували кількість мікроорганізмів на 1 г трави.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час цієї роботи було обстежено 8 відварів лікарських рослин, відібраних у містах з різним антропогенним навантаженням. Результати досліджень представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зміна фізико-хімічних показників відварів лікарських трав

| Назви трав       | Час, год | Показники відварів |         |      |                  |         |      |
|------------------|----------|--------------------|---------|------|------------------|---------|------|
|                  |          | із м. Запоріжжя    |         |      | із м. Трускавець |         |      |
|                  |          | D, од. опт. щ.     | ОВП, мВ | рН   | D, од. опт. щ.   | ОВП, мВ | рН   |
| 1                | 2        | 3                  | 4       | 5    | 6                | 7       | 8    |
| Кропива дводомна | 2        | 0,14               | 6,4     | 8,82 | 0,15             | 2,5     | 8,44 |
|                  | 6        | 0,16               | 31,0    | 8,85 | 0,17             | 50,5    | 8,31 |
|                  | 10       | 0,19               | 46,7    | 8,91 | 0,19             | 84,0    | 8,12 |
|                  | 24       | 0,20               | 115,1   | 8,68 | 0,23             | 136,3   | 8,03 |
| Меліса лікарська | 2        | 0,15               | 57,4    | 8,48 | 0,19             | 101,9   | 8,27 |
|                  | 6        | 0,20               | 112,6   | 8,03 | 0,20             | 133,4   | 7,98 |
|                  | 10       | 0,21               | 120,2   | 8,02 | 0,21             | 148,5   | 7,91 |
|                  | 24       | 0,23               | 143,0   | 7,99 | 0,25             | 159,8   | 7,87 |
| М'ята перцева    | 2        | 0,16               | 93,9    | 8,18 | 0,16             | 103,2   | 8,08 |
|                  | 6        | 0,17               | 139,4   | 7,86 | 0,18             | 116,8   | 7,91 |

Продовження таблиці 1

| 1                 | 2  | 3    | 4     | 5    | 6    | 7     | 8    |
|-------------------|----|------|-------|------|------|-------|------|
|                   | 10 | 0,19 | 140,5 | 7,86 | 0,19 | 124,2 | 7,85 |
|                   | 24 | 0,19 | 166,7 | 7,84 | 0,21 | 136,1 | 7,84 |
| Ромашка лікарська | 2  | 0,09 | 104,2 | 7,70 | 0,09 | 116,3 | 7,99 |
|                   | 6  | 0,10 | 126,4 | 7,76 | 0,10 | 144,5 | 7,59 |
|                   | 10 | 0,11 | 137,1 | 7,78 | 0,11 | 149,1 | 7,47 |
|                   | 24 | 0,14 | 145,5 | 7,53 | 0,17 | 152,3 | 7,41 |

На другу годину культивування найменшим значенням ОВП серед трав Запорізької області характеризувався відвар кропиви дводомної (+ 6,4 мВ). На другому місці розміщувався відвар меліси лікарської – + 57,4 мВ. За ним – відвар м'яти перцевої – + 93,9 мВ та ромашки лікарської – + 104,2 мВ. На двадцять четверту годину досліджень у відварі м'яти перцевої показник становив + 166,7 мВ (найбільше значення). Виміри показника в інших відварах дали такі результати: ромашка лікарська – + 145,5 мВ, меліса лікарська – + 143 мВ. Найменший показник спостерігався у відварі кропиви дводомної (+ 115,1 мВ).

Зростання редокс-потенціалу у відварах трав із м. Трускавець простежувався в аналогічному порядку: найменше значення на другу годину дослідження – у відварі кропиви дводомної (+ 2,5 мВ), а найбільше – у ромашки лікарської (+ 116,3 мВ). За добу ОВП відвару меліси лікарської зросло до + 159,8 мВ (максимальне значення). За ним – відвар ромашки лікарської (+ 152,3 мВ) та дещо меншим значенням характеризувалися відвари кропиви дводомної та м'яти перцевої (+ 136,3 мВ та + 136,1 мВ відповідно).

Аналізуючи показники відварів із різних територій, зазначимо, що відвар кропиви дводомної із м. Трускавець на другу годину дослідження мав найменше значення редокс-потенціалу, а найбільший показник з усіх трав мав відвар м'яти перцевої, також із м. Трускавець. Відвар кропиви дводомної, крім цього характеризувався і найбільшим ростом – ОВП за добу зросло на 133,8 мВ, а у м'яти перцевої, навпаки спостерігається найменший ріст – лише на 32,9 мВ. Загалом можна сказати, що у всіх відварах редокс-потенціал збільшувався протягом доби.

Водневий показник практично у всіх відварах, навпаки, знижувався. Виняток становили відвари кропиви дводомної та ромашки лікарської із м. Запоріжжя, у яких рН спочатку збільшувався на десяту годину, після чого знижувався на двадцять четверту на декілька десятків.

Розглядаючи ріст бактеріальних культур відварів лікарських рослин із м. Запоріжжя (рис. 1), бачимо, що найбільший ріст бактеріальних культур простежувався у відварі меліси лікарської (оптична щільність підвищилась на 0,08 од. опт. щ.). Найменшим ростом характеризується відвар м'яти перцевої – 0,03 од. опт. щ. У відварах кропиви дводомної та ромашки лікарської було відмічено середній ріст – 0,06 од. опт. щ. та 0,05 од. опт. щ. відповідно.

На відміну від відварів трав Запорізької області, у відварах лікарських рослин із м. Трускавець простежувався дещо більший ріст бактеріальних культур (рис. 2). Збільшення оптичної щільності відварів відбувалось у такому порядку: м'ята перцева (на 0,05 од. опт. щ.), меліса лікарська (на 0,06 од. опт. щ.), ромашка лікарська (на 0,07 од. опт. щ.) та найбільший ріст у кропиви дводомної – на 0,08 од. опт. щ.

Аналізуючи зазначені дані, можна зробити висновок, що еколого-географічні показники суттєво не впливають на значення редокс-потенціалу та рН, оскільки різниця між указаними показниками відварів трав, зібраних з територій з різним антропогенним навантаженням, незначна.

Таблиця 2 – Морфологія бактерій, виділених з відварів лікарських трав

| Характеристика     |                 | Номер колоній                    |                                |                                  | Контроль (сіно)                  |
|--------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                    |                 | 1                                | 2                              | 3                                |                                  |
| Морфологія колоній | Форма           | Ризоїдна                         | Округла                        | Округла                          | Ризоїдна                         |
|                    | Структура       | Суха, дрібнозморшківата          | Однорідна масляниста           | Дрібнозерниста                   | Суха, дрібнозморшківата          |
|                    | Профіль         | Врослий у субстрат               | Краплеподібний                 | Плескатий                        | Врослий у субстрат               |
|                    | Край            | Хвилястий                        | Гладенький                     | Хвилястий                        | Хвилястий                        |
|                    | Кролір          | Безбарвна                        | Блідо-жовті                    | Безбарвна                        | Безбарвна                        |
|                    | Блиск           | Відсутній                        | Блискучий                      | Відсутній                        | Відсутній                        |
|                    | Форма           | Палички із заокругленими кінцями | Палички із обрубленими кінцями | Палички із заокругленими кінцями | Палички із заокругленими кінцями |
|                    | Наявність спор  | Овальні, розміщені центрально    | Спори розміщені субтермінально | Спороносні                       | Овальні, розміщені центрально    |
|                    | Клітинна стінка | Гр (+)                           | Гр (+)                         | Гр (+)                           | Гр (+)                           |
|                    | Розмір, мкм     | 0,7×2–5                          | 0,5×4–8                        | 0,3×2–3                          | 0,7×2–5                          |

Дослідження якісного складу мікробіоти показали, що у всіх відварах після десятихвилинного кип'ятіння залишилися лише спороносні бактерії трьох видів (табл. 2). Перший вид утворював на МПА безбарвні, сухі, дрібнозморшківаті колонії, позбавлені блиску, з врослим у субстрат профілем та хвилястим краєм. При мікроскопіюванні були відмічені грампозитивні палички розміром 0,7×2-5 мкм із заокругленими кінцями, що мають спори. Ендоспори еліпсоїдні, розміщені центрально та не виходять за розміри спорангія.

Колонії під № 2 – блідо-жовті, блискучі, мають округлу форму та однорідну маслянисту структуру з краплеподібним профілем та гладеньким краєм. Морфологія бактерій така: довгі грампозитивні палички (0,5×4–8 мкм) із обрубленими кінцями. Присутні спори, розміщені субтермінально.

Третій тип колоній – безбарвний, позбавлений блиску, округлої форми та дрібнозернистої структури з плескатим профілем та хвилястим краєм. В об'єктиві мікроскопа спостерігаються грампозитивні спороносні палички із заокругленими кінцями, розміром 0,3×2–3 мкм.

Зважаючи на те, що на контролі були присутні колонії бактерій лише одного виду, а саме *B. subtilis*, ідентичні наведеному опису, можна стверджувати, що бактеріями першої колонії є сінна паличка. Бактерії колоній під номером 2 та 3 були визначені як представники роду *Bacillus*.

Виявивши присутність *B. subtilis*, ми припускаємо, що при лікуванні відварами цих трав людина вживає спільно з комплексом БАР, спори та вегетативні клітини сінної палички, тобто завжди присутній другий лікувальний фактор – вплив пробіотичної культури *B. subtilis* на мікробіоценоз ШКТ, що відповідає за імунологічний статус організму.

Що стосується кількісних характеристик мікробіоти відварів, то загальна чисельність колоній, виділених із відвару кропиви дводомної (м. Запоріжжя), становила  $111,4 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (див. табл. 3 та рис. 1). Домінантами виступали колонії третього типу із середньою чисельністю  $84,7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ , які склали 76,03% від загальної чисельності (рис. 1). Як субдомінанти виступали колонії № 2, середня чисельність яких дорівнювала  $23 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (20,65%). Найменшою чисельністю характеризувались колонії № 2 ( $3,7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ ), які становили лише 3,32% від загальної чисельності.

Таблиця 3 – Кількісні характеристики мікробіоти відварів лікарських трав

| Назва лікарських трав |                   | № колоній | КУО $\times 10^6/\text{г}$<br>( $\bar{x} \pm \delta^*$ ) | m**  | $\Sigma^{***}$ | Домінування,<br>% |
|-----------------------|-------------------|-----------|--|------|----------------|-------------------|
| 1                     |                   | 2         | 3  | 4    | 5              | 6                 |
| Із м. Запоріжжя       | Кропива дводомна  | 1         | 3,7 $\pm$ 0,57   | 0,41 | 111,4          | 3,32              |
|                       |                   | 2         | 23,0 $\pm$ 1,00  | 0,71 |                | 20,65             |
|                       |                   | 3         | 84,7 $\pm$ 1,08  | 1,53 |                | 76,03             |
|                       | Меліса лікарська  | 1         | 47,7 $\pm$ 4,81  | 6,81 | 190,7          | 25,01             |
|                       |                   | 2         | 50,3 $\pm$ 1,78  | 2,52 |                | 26,38             |
|                       |                   | 3         | 92,7 $\pm$ 2,27  | 3,21 |                | 48,61             |
|                       | М'ята перцева     | 1         | 8,7 $\pm$ 1,08   | 1,52 | 102,4          | 8,49              |
|                       |                   | 2         | 20,0 $\pm$ 2,55  | 3,61 |                | 19,53             |
|                       |                   | 3         | 73,7 $\pm$ 2,16  | 3,06 |                | 71,97             |
|                       | Ромашка лікарська | 1         | 38,3 $\pm$ 1,87  | 2,65 | 263,3          | 1,55              |
|                       |                   | 2         | 115,7 $\pm$ 3,56   | 5,03 |                | 43,94             |
|                       |                   | 3         | 109,3 $\pm$ 2,68   | 3,79 |                | 41,51             |
| Із м. Трускавець      | Кропива дводомна  | 1         | 30,3 $\pm$ 2,48  | 3,51 | 185,6          | 16,33             |
|                       |                   | 2         | 41,0 $\pm$ 1,41  | 2,00 |                | 22,09             |
|                       |                   | 3         | 114,3 $\pm$ 3,19   | 4,51 |                | 61,58             |
|                       | Меліса лікарська  | 1         | 7,0 $\pm$ 1,22   | 1,71 | 75,3           | 9,29              |
|                       |                   | 2         | 22,3 $\pm$ 2,16  | 3,05 |                | 29,6              |
|                       |                   | 3         | 46,0 $\pm$ 3,24  | 4,58 |                | 61,09             |

Продовження таблиці 3

| 1                    |   | 2 | 3          | 4    | 5     | 6     |
|----------------------|---|---|------------|------|-------|-------|
| М'ята<br>перцева     | 1 |   | 17,3±1,78  | 2,52 | 196,3 | 8,81  |
|                      | 2 |   | 114,0±2,12 | 3,00 |       | 58,07 |
|                      | 3 |   | 65,0±1,41  | 2,00 |       | 33,11 |
| Ромашка<br>лікарська | 1 |   | 38,3±1,47  | 2,08 | 292,7 | 13,09 |
|                      | 2 |   | 25,7±1,77  | 2,52 |       | 8,78  |
|                      | 3 |   | 228,7±3,18 | 4,51 |       | 78,13 |
| Контроль (сіно)      |   |   | 17,0±0,41  | 2,00 | 17,0  | 100   |

Примітки: \* – квадратичне відхилення; \*\* – похибка середнього арифметичного (стандартна похибка); \*\*\* – загальна чисельність (сума).

Мікрофлора відвару меліси лікарської утворила на твердому поживному середовищі 190,7 КУО×10<sup>6</sup>/г, з яких максимальну чисельність мали колонії № 3, середня чисельність яких складала 92,7 КУО×10<sup>6</sup>/г та 48,61% від загальної чисельності. На другому місці – другий тип колоній (50,3 КУО×10<sup>6</sup>/г та 26,38%). Найменшу чисельність мали колонії третього типу, які мали такі показники: 47,7 КУО×10<sup>6</sup>/г та 25,01%.

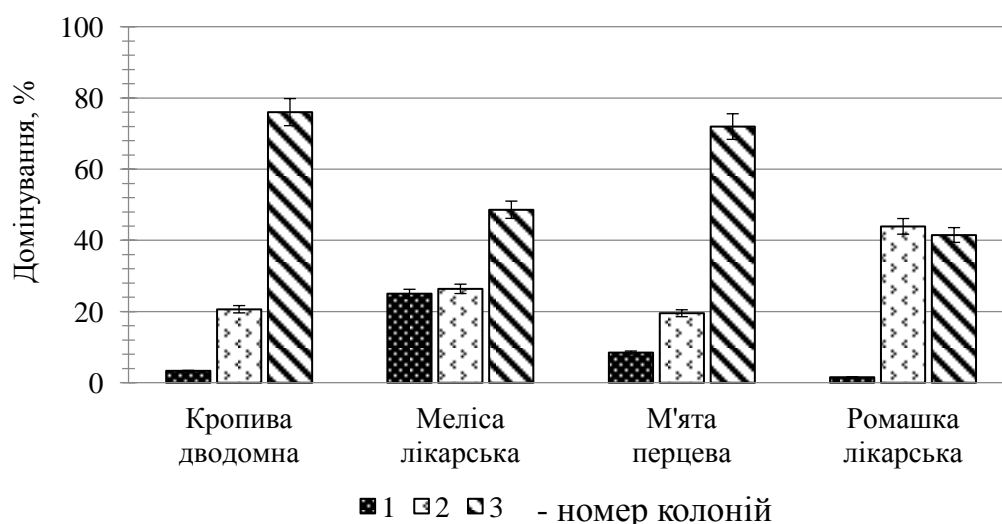


Рис. 1. Співвідношення середньої чисельності трьох типів колоній, виділених з відварів лікарських трав м. Запоріжжя

Найменший кількісний склад мала мікрофлора відвару м'яти перцевої – 102,4 КУО×10<sup>6</sup>/г. Чисельність типів колоній розташовувалась у такому порядку: максимальне значення чисельності – колонії під номером 3 (73,7 м КУО×10<sup>6</sup>/г та 71,97%), за нею слідували колонії № 2 (20 КУО×10<sup>6</sup>/г та 19,53%) та колонії номер 1 (8,7 КУО×10<sup>6</sup>/г та 8,49%).

Мікрофлора відвару ромашки лікарської характеризувалась найбільшою загальною чисельністю (263,3 КУО×10<sup>6</sup>/г). Переважав в основному другий тип колоній, середня чисельність яких становила 115,7 КУО×10<sup>6</sup>/г (43,94%), трохи меншу чисельність мав третій тип – 109,3 КУО×10<sup>6</sup>/г (41,51%) та найменша чисельність була зафіксована у колоній № 1 – 38,3 КУО×10<sup>6</sup>/г, які становили лише 1,55%.

Отже, у всіх відварах за середньою чисельністю домінували колонії № 3. Другорядне значення мали колонії № 2. Найменшою середньою чисельністю мікрофлори у всіх досліджуваних травах м. Запоріжжя характеризувалися колонії № 1.

Найбільша загальна чисельність мікрофлори трав м. Трускавець також спостерігалась у відварі ромашки лікарської і становила  $292,7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (див. табл. 3 та рис. 2). За загальною чисельністю домінували колонії № 3 –  $228,7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (78,13% від загальної чисельності). Субдомінант – колонії № 1, що мали такі показники:  $38,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 13,09%. Найменшу чисельність становив третій тип колоній ( $25,7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 8,78%).

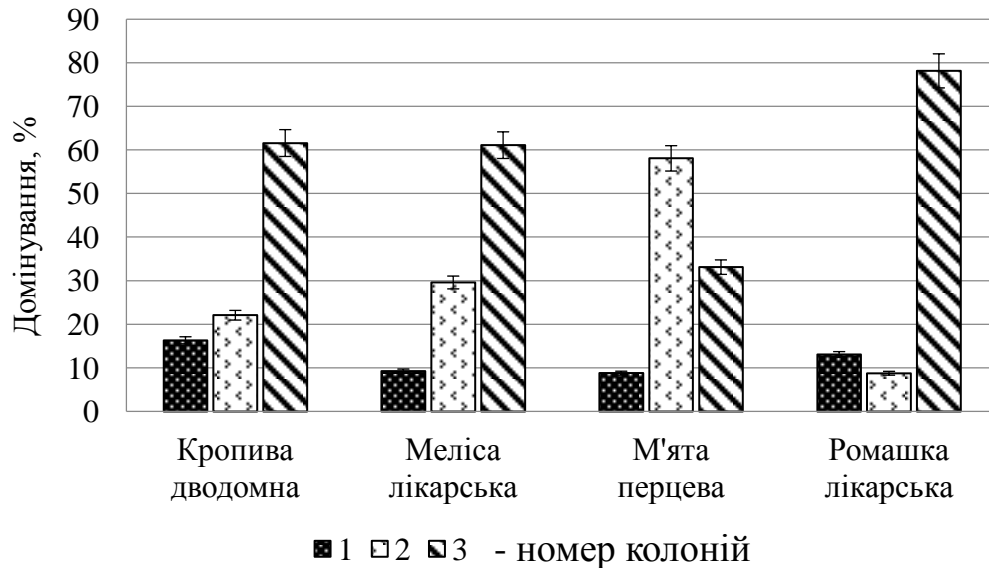


Рис. 2. Співвідношення середньої чисельності трьох типів колоній, виділених з відварів лікарських трав м. Трускавець

Мінімальну кількість колоній мав відвар меліси лікарської і дорівнював  $75,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ . Із них  $46 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (найбільше значення) становили колонії № 3 (61,09%). На другому місці – колонії № 2 ( $22,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 29,6%). За нею слідували колонії № 1 із такими показниками:  $7 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 9,29%).

Мікрофлора відвару м'яти перцевої мала таку загальну чисельність –  $196,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ . За середньою чисельністю переважали колонії № 2 –  $114 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ , що становили 58,07%. За ними слідували колонії № 3 з показниками –  $65 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 33,11%. Найменшу чисельність мали колонії № 1 ( $17,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  та 8,81%).

Загальна чисельність мікрофлори відвару кропиви дводомної становила  $185,6 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$ . У порядку зростання середньої чисельності типи колоній розміщувались так: 1 тип –  $30,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (16,33% від загальної чисельності), 2 тип –  $41 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (22,09%), 3 тип –  $114,3 \text{ КУО} \times 10^6/\text{г}$  (61,58%).

Отже, домінантним типом колоній мікрофлори відварів всіх трав були колонії № 3, окрім відвару м'яти перцевої, у мікрофлорі якої переважали в основному колонії № 2. На другому місці були колонії № 2, а найменшу середню чисельність мікрофлори у всіх відварах м. Трускавець мали колонії з № 1.

Аналізуючи загальну чисельність колоній мікрофлори відварів лікарських трав, зібраних з територій з різним антропогенним навантаженням, можна сказати, що мікрофлора відварів трав м. Трускавець характеризувалася більшою загальною чисельністю, окрім мікрофлори відвару меліси лікарської.

Це можна пояснити тим, що в м. Запоріжжя в умовах збільшення антропогенного впливу на навколишнє середовище та погіршення фітосанітарного стану рослинних угруповань наземна частина рослин забруднюється фітопатогенами, які пригнічують ріст нормальної мікрофлори.



Отже, на кількісний склад епіфітної мікрофлори лікарських рослин впливає еколого-географічний фактор зростання.

У подальшому плануємо розробити нову технологію вкорстання лікарських трав з урахуванням про біотичної культури *Bacillus subtilis*.

### ВИСНОВКИ

1. Еколого-географічний фактор зростання суттєво не впливає на значення редокс-потенціалу, рН та швидкість росту мікрофлори, оскільки різниця даних показників відварів трав, зібраних з територій з різним антропогенним навантаженням, не значна (ОВП коливається від 3,9 до 44,5 мВ, рН від 0,05 до 0,79, а бактеріальний ріст – 0,02 од. опт. щ.). ОВП у всіх відварах не перевищує 159,8 мВ (меліса лікарська на 24 год культивування), що вказує на значну користь відварів порівняно з водою.
2. Мікробіота кожної досліджуваної трави представлена трьома видами колоній роду *Bacillus*. Бактеріями першого виду є *Bacillus subtilis* (сінна паличка), а другого та третього видів – *Bacillus sp.*
3. У всіх відварах виявлено *B. subtilis*, що підвищує імовірність пробіотичних властивостей культури. Тому припускаємо, що вживання відварів (кропиви дводомної, меліси лікарської, м'яти перцевої та ромашки лікарської) відбувається спільно з комплексом БАР. Спори та вегетативні клітини *B. subtilis* завжди присутні як другий лікувальний фактор, який чинить певний вплив пробіотичної культури сінної палички на мікробіоценоз ШКТ та формує за імунологічний статус організму.
4. Встановлено, що мікрофлора відварів трав Трускавця характеризувалася більшою загальною чисельністю, окрім мікрофлори відвару меліси лікарської. Отже, на кількісний склад епіфітної мікрофлори лікарських рослин впливають еколого-географічні показники.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Вишневська Л. І. Технологічні дослідження лікарської рослинної сировини та її композицій у створенні нових препаратів / Л. І. Вишневська // Вісник фармації. – 2008. – № 4 (56). – С. 33-38.
2. Основные тенденции в создании лекарственных средств на основе соединений из растений / [Литвиненко В. И., Попова Т. П., Дихтярев С. И. и др.] // Биология та фармація. – 2012. – № 2. – С. 59-62.
3. Копыльцов С. В. Сенная палочка – *Bacillus subtilis* / С. В. Копыльцов // Биомир. Печатный орган первой биотехнологической компании «Биотехагро». – 2011. – № 2. – С. 6.
4. Рыльский А. Ф. Микробиота лекарственных трав как второй фактор усиления лечебного эффекта / А. Ф. Рыльский, О. П. Каменова // Биоразнообразия и рациональное использование природных ресурсов : материалы докладов Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), 21 июня 2014. – Махачкала : АЛЕФ (ИП Овчинников М. А.). – 2014. – С. 62-64.
5. Каменова О. П. Мікрофлора та деякі фізико-хімічні параметри відварів лікарської рослинної сировини / О. П. Каменова // Актуальні проблеми та перспективи розвитку медичних, фармацевтичних та природничих наук : зб. тез доповідей III Регіональної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених (з всеукраїнською участю), 27 листопада 2014. – Запоріжжя : Запорізький національний університет. – 2014. – С. 306-309.

6. Рыльский А. Ф. Поиск пробиотической культуры на биомассе лекарственных трав с помощью фагоидентификации [Электронный ресурс] / А. Ф. Рыльский, О. П. Каменова, К. С. Крупей // «Живые и биокосные системы» – 2014. – № 9. – Режим доступа до журн.: <http://www.jbks.ru/archive/issue-9/article-1>

#### REFERENCES

1. Vyshnevs'ka L. I. Tekhnolohichni doslidzhennya likars'koyi roslynnoyi syrovyny ta yiyi kompozytsiy u stvorenni novykh preparativ / L. I. Vyshnevs'ka // Visnyk farmatsiyi. – 2008. – № 4 (56). – S. 33-38.
2. Osnovnye tendencii v sozdaniі lekarstvennykh sredstv na osnove soedinenij iz rastenij / [Litvinenko V. I., Popova T.P., Dihtjarev S.I. i dr.] // Biologija ta farmacija. – 2012. – № 2. – S. 59-62.
3. Kopyl'cov S. V. Sennaja palochka – *Bacillus subtilis* / S.V. Kopyl'cov // Biomir. Pechatnyj organ pervoj biotehnologicheskoj kompanii «Biotehagro». – 2011. – № 2. – S. 6.
4. Ryl'skij A.F. Mikrobiota lekarstvennykh trav kak vtoroj faktor usilenija lechebnogo jeffekta / A.F. Ryl'skij, O.P. Kamenova // Bioraznoobrazie i racional'noe ispol'zovanie prirodnykh resursov: materialy dokladov Vseros. nauch.-prakt. konf. (s mezhdunar. uchastiem), 21 ijunya 2014. – Mahachkala : ALEF (IP Ovchinnikov M.A.). – 2014. – S. 62–64.
5. Kamyenova O.P. Mikroflora ta deyaki fizyko-khimichni parametry vidvariv likars'koyi roslynnoyi syrovyny / Aktual'ni problemy ta perspektyvy rozvytku medychnykh, farmatsevtichnykh ta pryrodnychykh nauk : zb. tez dopovidey III Rehional'noyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh (z vseukrayins'koyu uchastyu), 27 lystopada 2014. – Zaporizhzhya : Zaporiz'kyyu natsional'nyy universytet. – 2014. – S. 306-309.
6. Ryl'skij A.F. Poisk probioticheskoy kul'tury na biomasse lekarstvennykh trav s pomoshh'ju fagoidentifikacii [Elektronnij resurs] / A.F. Ryl'skij, O.P. Kamenova, K.S. Krupej // «Zhivye i biokosnye sistemy» – 2014. – № 9. – Rezhim dostupu do zhurn.: <http://www.jbks.ru/archive/issue-9/article-1>

УДК 614.3:614.4 (477.64-2)

### АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ДОМИНИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ЗАПОРОЖСКОЙ БОЛЬНИЦЕ СКОРОЙ ПОМОЩИ

Юрчук И.Е., Филиппова Е.Н., Лищенко Т.Н., Егорова С.В.

КУ «Городская клиническая больница экстренной и скорой медицинской помощи г. Запорожья»

69005, Украина, Запорожье, ул. Победы, 80

[bac5smp@gmail.com](mailto:bac5smp@gmail.com)

Проведен микробиологический мониторинг отделений Запорожской больницы скорой помощи. Определена эмпирическая антибиотикотерапия для: *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*. Выявлены доминирующие антибиотико-резистентные микроорганизмы: *P. aeruginosa*, *A. baumannii*.

*Ключевые слова:* антибиотикорезистентность, доминирующие микроорганизмы.

Юрчук І.Є., Філіппова О.М., Ліщенко Т.М., Єгорова С.В. / АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ДОМІНУЮЧИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ЗАПОРІЗЬКІЙ ЛІКАРНІ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ / КУ «Міська клінічна лікарня екстреної та швидкої медичної допомоги м.Запоріжжя»; 69005, Україна, Запоріжжя, вул.Перемоги, 80

Проведено мікробіологічний моніторинг відділень Запорізької лікарні швидкої допомоги. Визначено емпіричну антибіотикотерапію для: *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*. Виявлено домінуючі антибіотико-резистентні мікроорганізми: *P. aeruginosa*, *A. baumannii*. Визначено емпіричну антибіотикотерапію для *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*.

*Ключові слова:* антибіотикорезистентність, домінуючі мікроорганізми.

Yurchuk I.E., Filippova E.N., Lischenko T.N., Egorova S.V. / RESISTANCE TO ANTIBIOTICS AND DOMINANT MICROORGANISMS IN ZAPOROZHYYE CLINICAL HOSPITAL OF EMERGENCY AND CRITICAL CARE MEDICINE / Zaporozhyye clinical hospital of emergency and critical care medicine; 69005, Ukraine, Zaporozhyye, Pobedy str., 80

Elevation of global resistance of microorganisms to antibacterial drugs defines necessity of infectious monitoring in surgical hospitals. Detection of highly resistant species requires correction of system of prophylactic and anti-epidemic measures. In connection with an increase in the world in the global resistance of microorganisms to the antibacterial preparations ever more urgent actual becomes the knowledge of the spectrum of the agents of infections in the surgical hospitals and the changes of the profile of their antibiotic resistance. The development of the highly-resistance strains of microorganisms requires the correction of the system of preventive and ant epidemics measures.

Aim of study: to investigate bacteriological profile in Zaporozhe clinical hospital of emergency and critical care medicine, establish dominant microorganisms, and their sensitivity and resistance to antibiotics, and change in resistance profile during 2013-2015, validate empirical antibiotic therapy in particular hospital.

Results of 8966 bacteriological readings were analyzed, which had been made in 2013-2015 in departments of Zaporozhe clinical hospital of emergency and critical care medicine. Bacteriological studies were carried out according to appropriate operating instructions. For determining of antibiotic resistance were used the collections of disks with 28 antibacterial preparations (to cefoperazon/sulbaktam, cefepim, cefazolin, ceftriakson, cefoperazon, cefatoksım, oxacillin, ampicillin, amoksisiliv, ciprofloksatsin, ofloksacin, moxifloksacin, norfloksacin, gatifloksacin, levofloksacin, gentamicin, amikacin, imipenem, meropenem, ertapenem, doksiciklin, lincomycin, vankomicin, linezolid, rifampicin, klindamicin, azitromicin, klaritromicin, chloramphenicol). Processing results is carried out by computer program WHONET 5.6.

During last 3 years in the hospital Gram-negative flora were dominant, notably *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *E. coli*, *K. pneumoniae*. In 2013-2015 into the spectrum prevailing of gr-negative microorganisms entered: the *Enterobacteriaceae*, that can produce  $\beta$ -laktamaz (*E. coli*, *K. pneumoniae*) and the bacteria with the unexpected resistance phenotype (*P. aeruginosa*, *A. baumannii*). Analysis the resistance gr- positive microflora shows an increase more than 2 times oxacillin-resistant *Staphylococcus aureus* – from 16% to 4% and the fourfold decrease of the frequency of the detection of vankomitsin-resistance strains *Enterococcus faecalis* from 36% to 4%. Highly-resistance proved to be the strains of *P. aeruginosa*, which preserved the sensitivity of more than 57,2% only to amikacin. The resistance 31,9% strains *P. aeruginosa* to imipenem not making it possible to recommend it for the empirical antibiotic therapy of infection in the surgical departments. High resistance to all antibiotics showed strains *A. baumannii*, retained sensitivity to doxycycline 77% and 71.2% to gentamicin. More than 64% chosen strains of *E. coli* proved to be resistance to cephalosporins III of generation (indirect sign of production by them  $\beta$ -laktamaz), 35% - to gentamicin; were highly sensitive only to karbapenem (73,7-97,2%) and chloramphenicol (54,3%). 88% chosen strains of *K. pneumoniae* were resistance to cephalosporins III of generation and 60% to gentamicin, being producers  $\beta$ -laktamaz. These strains were highly sensitive to karbapenemam (75-92%) and doxycycline (55,9%).

Decline had been noted for mentioned period: VRSA – from 13% to 0%; VRE - from 16% to 4%; increase MRSA – from 37% to 72%. Resistance of *P. aeruginosa* to third generation cephalosporin's exceeded 92% (2014), *A. baumannii* - 100% (2013, 2015).

The study of the spectrum of the agents of infection processes in the surgical department hospital of first aid in 2013-2015 is the prospect for further study.

Microbiological monitoring in Zaporozhe clinical hospital of emergency and critical care was made. In 2013-2015 were dominant Gram-negative (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*) and Gram-positive (*S. aureus*, *E. faecalis*) flora. The resistance of *E. coli*, *K. pneumoniae* and *S. aureus* increased, the resistance *E. faecalis* decreased, for *P. aeruginosa* and *A. baumannii* resistance remains high throughout the 3 years.

For the purpose of empirical antibiotic therapy appropriate to use: when infected *E. faecalis* - doxycycline, vancomycin and linezolid; when infected with *E. coli* – gentamicin, chloramphenicol, cefoperazone/sulbactam and carbapenems; when infected *K. pneumoniae* – carbapenems and doxycycline; when infected with *S. aureus* – lincomycin, clindamycin, clarithromycin, azithromycin, rifampicin, imipenem, but first and foremost - vancomycin and linezolid; when infected *A. baumannii* - doxycycline and gentamicin. When infected with *P. aeruginosa* - except amikacin highly effective antibacterial drugs have been identified.

*Key words: resistance for antibiotics, dominant microorganisms.*

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом в мире глобальной резистентности микроорганизмов к антибактериальным препаратам все более актуальным становится определение спектра возбудителей гнойно-воспалительных инфекций в хирургических стационарах и изменений профиля их антибиотикорезистентности и антибиотикочувствительности [1]. Выявление высокорезистентных штаммов микроорганизмов требует коррекции системы профилактических и противоэпидемических мероприятий [2].

Цель работы – определить бактериологический профиль КУ «Городская клиническая больница экстренной и скорой медицинской помощи г. Запорожья» (КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья»); установить доминирующие в больнице микроорганизмы, их чувствительность и резистентность к антибактериальным препаратам; выявить изменения в спектре доминирующих видов резистентных микроорганизмов, а также изменения профиля их антибиотикорезистентности за 2013-2015 гг.; обосновать эмпирическую антибактериальную терапию в пределах больницы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы результаты 8966 бактериологических исследований, проведенных с января 2013 по декабрь 2015 года в отделениях КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» на 750 коек: 1-м (1х/о), 2-м (2х/о), 3-м хирургическом (3х/о); урологическом (УО) и литотрипсии; торакальном (ТО); ожоговом (ОО); анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии (ОАРИТ); реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ); сочетанной травмы (ОСТ); челюстно-лицевой хирургии (ОЧЛХ); нейрохирургии (ОНХ); инфарктном (ИО); кардиологическом (КО). Структура бактериологических исследований представлена в таблице 1.

Бактериологические исследования были проведены согласно соответствующим методическим указаниям [3]. Для определения антибиотикочувствительности и антибиотикорезистентности были использованы наборы дисков с 28 антибактериальными препаратами (цефоперазон/сульбактам, цефепим, цефтриаксон, цефоперазон, цефатоксим, цефтазидим, оксациллин, ампициллин, амоксициллин/клавуанат, ципрофлоксацин, офлоксацин, гатифлоксацин, левофлоксацин, моксифлоксацин, гентамицин, амикацин, имипенем, меропенем, эртапенем, доксициклин, линкомицин, ванкомицин, линезолид, рифампицин, клиндамицин, азитромицин, кларитромицин, хлорамфеникол). Обработка результатов проведена компьютерной программой WHONET 5.6 [4].

Таблица 1 – Структура бактериологических исследований

| Исследуемый материал | Год  | Отделения КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» |       |       |    |    |     |       |      |     |      |     |            |                  |       |
|----------------------|------|--|-------|-------|----|----|-----|-------|------|-----|------|-----|------------|------------------|-------|
|                      |      | 1 х/о                                  | 2 х/о | 3 х/о | УО | ТО | ОО  | ОАРИТ | ОРИТ | ОСТ | ОЧЛХ | ОНХ | Инфарктное | Кардиологическое | Всего |
| 1                    | 2    | 3                                      | 4     | 5     | 6  | 7  | 8   | 9     | 10   | 11  | 12   | 13  | 14         | 15               | 16    |
| Кровь и ликвор       | 2013 | 31                                     | 14    | 40    | 3  | 13 | 50  | 325   | 9    | 4   | 15   | 3   |            | 5                | 512   |
|                      | 2014 | 37                                     | 11    | 30    | 8  | 18 | 43  | 300   | 13   | 16  | 10   | 7   | 2          | 6                | 501   |
|                      | 2015 | 9                                      | 10    | 15    | 8  | 11 | 15  | 259   | 14   | 21  | 16   | 12  | 2          | 6                | 398   |
| Раны                 | 2013 | 48                                     | 36    | 125   | 7  | 35 | 176 | 279   | 1    | 103 | 256  | 5   |            |                  | 1071  |

Продовження таблиці 1

| 1                              | 2    | 3          | 4          | 5          | 6           | 7          | 8          | 9           | 10        | 11         | 12         | 13        | 14        | 15        | 16          |
|--------------------------------|------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|                                | 2014 | 68         | 66         | 82         | 10          | 37         | 111        | 218         |           | 139        | 257        | 21        |           |           | 1009        |
|                                | 2015 | 71         | 45         | 53         | 25          | 40         | 86         | 210         | 2         | 95         | 249        | 10        |           |           | 886         |
| Пунктаты                       | 2013 | 8          | 2          | 5          | 14          | 34         | 111        | 2           | 1         | 4          |            | 1         |           |           | 182         |
|                                | 2014 | 10         | 1          | 3          |             | 33         |            | 7           |           | 3          |            | 2         |           |           | 59          |
|                                | 2015 | 8          |            | 2          |             | 7          | 1          | 3           | 2         | 6          |            |           |           |           | 29          |
| Выпоты                         | 2013 | 44         | 125        | 110        |             |            |            |             |           |            |            | 2         |           |           | 279         |
|                                | 2014 | 76         | 108        | 119        | 1           |            |            | 1           |           |            |            | 1         |           |           | 303         |
|                                | 2015 | 51         | 92         | 105        | 1           |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 249         |
| Промывные<br>воды и<br>мокрота | 2013 | 2          |            |            |             | 148        | 1          | 7           |           |            |            |           |           | 2         | 160         |
|                                | 2014 | 1          |            | 1          | 1           | 168        | 2          | 4           | 6         |            | 1          |           | 4         |           | 188         |
|                                | 2015 | 1          |            | 1          |             | 181        |            | 3           | 11        | 3          |            |           | 1         |           | 201         |
| Желчь                          | 2013 | 5          | 1          | 31         |             | 1          |            |             |           |            |            |           |           |           | 38          |
|                                | 2014 |            | 2          | 35         |             |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 37          |
|                                | 2015 |            | 2          | 35         |             |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 37          |
| Моча                           | 2013 | 22         | 5          | 8          | 750         | 4          |            | 12          |           | 11         | 4          | 2         | 3         | 5         | 826         |
|                                | 2014 | 18         | 17         | 11         | 866         | 3          | 4          | 9           | 1         | 25         | 1          | 8         | 3         | 8         | 974         |
|                                | 2015 | 11         | 5          | 7          | 805         | 3          | 3          | 5           | 1         | 19         | 1          | 6         | 5         | 2         | 873         |
| Простати-<br>ческий сок        | 2013 |            |            |            | 42          |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 42          |
|                                | 2014 |            |            |            | 20          |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 20          |
|                                | 2015 |            |            |            | 87          |            |            |             |           |            |            |           |           |           | 87          |
| Всего                          | 2013 | 160        | 183        | 319        | 816         | 235        | 338        | 625         | 11        | 122        | 275        | 13        | 3         | 12        | 3112        |
|                                | 2014 | 210        | 205        | 281        | 906         | 259        | 160        | 539         | 20        | 183        | 269        | 39        | 9         | 14        | 3094        |
|                                | 2015 | 151        | 154        | 218        | 926         | 242        | 105        | 480         | 30        | 144        | 266        | 28        | 8         | 8         | 2760        |
| <b>Всего за 3 года</b>         |      | <b>521</b> | <b>542</b> | <b>818</b> | <b>2648</b> | <b>736</b> | <b>603</b> | <b>1644</b> | <b>61</b> | <b>449</b> | <b>810</b> | <b>80</b> | <b>20</b> | <b>34</b> | <b>8966</b> |

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как следует из табл. 2, в КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» на протяжении 3-х лет стабильно доминировала грамположительная микрофлора. Как видно из табл. 3, в 2015 году в спектр доминирующих Гр(+) возбудителей лидировали низковирulentные, но с прогрессирующей тенденцией роста устойчивости энтерококки (*Enterococcus faecalis*) и наиболее актуальные возбудители госпитальных инфекций – стафилококки (*Staphylococcus aureus*).

Из выделенных Гр(-) микроорганизмов лидировали: энтеробактерии, которые могут продуцировать бета-лактамазы (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) и неферментирующие бактерии с непредсказуемым фенотипом устойчивости (*Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*). Причем на протяжении исследуемого периода частота выделения энтеробактерий увеличилась. При этом частота обнаружения неферментирующих бактерий оставалась примерно на одном уровне.

Как следует из табл. 4, выделенные в 2015 году энтерококки характеризовались достаточным уровнем чувствительности к хлорамфениколу, ванкомицину, линезолиду и резистентности к фторхинолонам.

Таблица 2 – Частота выделения Гр (+) и Гр (-) микроорганизмов в 2013-2015 гг.

| Окраска микроорганизмов по Граму | Частота обнаружения за год |             |             |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|
|                                  | 2013                       | 2014        | 2015        |
| Гр+ м/флора                      | 1646 (57%)                 | 1860 (59%)  | 1951(58%)   |
| Гр- м/флора                      | 1238 (43%)                 | 1307 (41%)  | 1438 (42%)  |
| Всего                            | 2884 (100%)                | 3167 (100%) | 3389 (100%) |

Таблица 3 – Бактериологический профиль больницы в 2013-2015 гг.

| Период исследования | Количество положительных результатов | Число возбудителей /частота выделения, % |                      |                     |                |                  |                      |                    |
|---------------------|--------------------------------------|--|----------------------|---------------------|----------------|------------------|----------------------|--------------------|
|                     |                                      | <i>E. faecalis</i>                       | <i>P. aeruginosa</i> | <i>A. baumannii</i> | <i>E. coli</i> | <i>S. aureus</i> | <i>K. pneumoniae</i> | Прочие возбудители |
| 2013                | 2884                                 | 429<br>(13,7%)                           | 252<br>(8,1%)        | 284<br>(9,1%)       | 294<br>(9,4%)  | 167<br>(5,4%)    | 108<br>(3,5%)        | 1351<br>(43,4%)    |
| 2014                | 3167                                 | 498<br>(16,1%)                           | 252<br>(8,1%)        | 254<br>(8,2%)       | 351<br>(11,3%) | 265<br>(8,5%)    | 121<br>(3,9%)        | 1426<br>(46,1%)    |
| 2015                | 3389                                 | 496<br>(18%)                             | 198<br>(7,2%)        | 319<br>(11,5%)      | 339<br>(12,3%) | 193<br>(7%)      | 152<br>(5,5%)        | 1692<br>(61,3%)    |

*P. aeruginosa* отличалась очень высоким уровнем резистентности, сохранив чувствительность только к эртапенему (46,1%), к гентамицину (44,7%), к цефоперазон-сульбактаму (42,7%) и к амикацину (57,2%). Причем резистентность к имипенему (68,1%), к меропенему (71,9%) не позволяет рекомендовать их для эмпирической антибиотикотерапии синегнойной инфекции в хирургических отделениях.

Штаммы *A. baumannii* проявили полирезистентность почти ко всем тестируемым антибиотикам, сохранив чувствительность к доксициклину (77%), к гентамицину (71,2%), к эртапенему (46,4%), к амикацину (46,8%) и к цефоперазон-сульбактаму (49,8%).

Более 63% выделенных штаммов *E. coli* оказались резистентны к цефалоспорином III поколения (косвенный признак продукции бета-лактамаз), наиболее активными в отношении *E. coli* являлись только карбапенемы (более 73%) и цефепим (71,6%).

Как следует из таб.4, более 88% выделенных штаммов *K. pneumoniae* были резистентны к цефалоспорином III поколения, и, таким образом, являясь продуцентами бета-лактамаз, имели высокую резистентность к большинству фторхинолонов и аминогликозидам. Эти штаммы были высокочувствительны к карбапенемам (более 75%).

Анализ резистентности Гр (+) микрофлоры за исследуемый период показывает повышение в 2 раза количества регистрируемых оксациллин-резистентных штаммов *S. aureus* – с 37% до 72% и четырехкратное уменьшение частоты обнаружения ванкомицин-резистентных штаммов *E. faecalis* – с 16% до 4%. За период 2013-2015 гг. зафиксировано снижение ванкомицин-резистентных штаммов *S. aureus* – с 13% до 0% (рис. 1).

Таблица 4 – Антибиотикочувствительность и антибиотикорезистентность доминирующих в 2015 году возбудителей, %

| Антибиотик                   | <i>E. faecalis</i> |                | <i>P. aeruginosa</i> |                | <i>A. baumannii</i> |                | <i>E. coli</i>   |                | <i>K. pneumoniae</i> |                | <i>S. aureus</i> |                |
|------------------------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|------------------|----------------|----------------------|----------------|------------------|----------------|
|                              | Чувствительность   | Резистентность | Чувствительность     | Резистентность | Чувствительность    | Резистентность | Чувствительность | Резистентность | Чувствительность     | Резистентность | Чувствительность | Резистентность |
| Оксациллин                   |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 28,4             | 71,6           |
| Ампициллин                   |                    |                |                      |                |                     |                | 14,8             | 85,2           | -                    | 100,0          |                  |                |
| Линкомицин                   |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 89,7             | 10,3           |
| Рифампицин                   |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 96,2             | 3,8            |
| Доксициклин                  | 57,8               | 42,2           | 11,1                 | 88,9           | 77,0                | 23,0           | 36,4             | 63,6           | 55,9                 | 44,1           |                  |                |
| Ванкомицин                   | 96,2               | 3,8            |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 100,0            | -              |
| Ципрофлоксацин               | 11,6               | 88,4           | 29,7                 | 70,3           | 1,6                 | 98,4           |                  |                |                      |                | 23,7             | 76,3           |
| Гентамицин                   |                    |                | 44,7                 | 55,3           | 71,2                | 28,8           | 65,3             | 34,7           | 40,5                 | 59,5           |                  |                |
| Цефтриаксон                  |                    |                | 14,1                 | 85,9           | 3,3                 | 96,7           | 36,1             | 63,9           | 12,0                 | 88,0           |                  |                |
| Цефтазидим                   |                    |                | 23,5                 | 76,5           | -                   | 100,0          |                  |                |                      |                |                  |                |
| Левифлоксацин                | 16,9               | 83,1           | 9,4                  | 90,6           | 11,8                | 88,2           | 33,3             | 66,7           | 23,8                 | 76,2           | 27,5             | 72,5           |
| Цефоперазон                  |                    |                | 24,4                 | 75,6           | 3,5                 | 96,5           | 24,7             | 75,3           | 9,6                  | 90,4           |                  |                |
| Меропенем                    | 15,6               | 84,4           | 28,1                 | 71,9           | 25,0                | 75,0           | 91,4             | 8,6            | 91,9                 | 8,1            | 47,1             | 52,9           |
| Эртапенем                    |                    |                | 46,1                 | 52,9           | 46,4                | 53,6           | 73,7             | 26,3           | 75,0                 | 25,0           |                  |                |
| Амикацин                     |                    |                | 57,2                 | 42,8           | 46,8                | 53,2           |                  |                | 22,2                 | 77,8           |                  |                |
| Имипенем                     |                    |                | 31,9                 | 68,1           | 36,6                | 63,5           | 97,2             | 2,8            | 92,0                 | 8,0            | 52,6             | 47,4           |
| Цефоперазон/<br>сульбактам   |                    |                | 42,7                 | 57,3           | 49,8                | 50,2           | 58,8             | 41,2           | 30,6                 | 69,4           |                  |                |
| Линезолид                    | 99,3               | 0,7            |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 100,0            | -              |
| Гатифлоксацин                | 32,9               | 67,1           |                      |                | 41,6                | 58,3           | 43,2             | 56,8           | 19,0                 | 81,0           | 43,9             | 56,1           |
| Цефепим                      |                    |                | 5,1                  | 94,9           | 2,5                 | 97,5           | 28,4             | 71,6           | 10,0                 | 90,0           |                  |                |
| Клиндамицин                  |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 86,7             | 13,3           |
| Кларитромицин                |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 84,0             | 16,0           |
| Хлорамфеникол                | 46,5               | 53,5           | 2,9                  | 97,1           | 1,6                 | 98,4           | 54,3             | 45,7           | 23,3                 | 76,7           |                  |                |
| Офлоксацин                   |                    |                |                      |                |                     |                | 16,7             | 83,3           | 20,7                 | 79,3           | 25,0             | 75,0           |
| Моксифлоксацин               | 15,5               | 74,5           | 16,1                 | 83,9           | 24,0                | 76,0           |                  |                |                      |                |                  |                |
| Цефатоксим                   |                    |                |                      |                | 2,3                 | 97,7           |                  |                |                      |                |                  |                |
| Азитромицин                  |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 82,3             | 17,7           |
| Амоксициллин /<br>клавуланат |                    |                |                      |                |                     |                |                  |                |                      |                | 11,0             | 89,0           |

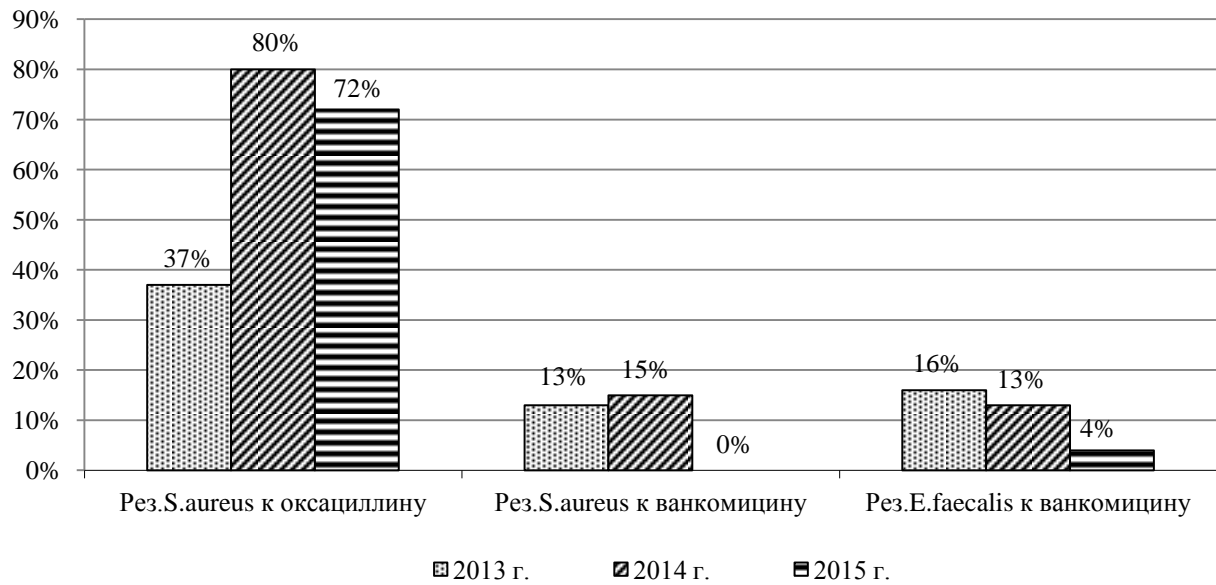


Рис. 1. Динамика резистентности *E. faecalis* и *S. aureus* к ванкомицину и оксациллину в 2013-2015 гг.

Как следует из рис. 2, антибиотикорезистентность неферментирующих бактерий к цефалоспорином III поколения за исследуемый период стабильна 76-92% у *P. aeruginosa* и 96-100% у *A. baumannii*.

Как видно из рис. 3, более 47% выделенных штаммов *E. coli* оказались резистентны к цефалоспорином III поколения (косвенный признак продукции бета-лактамаз), более 32% – к гентамицину.

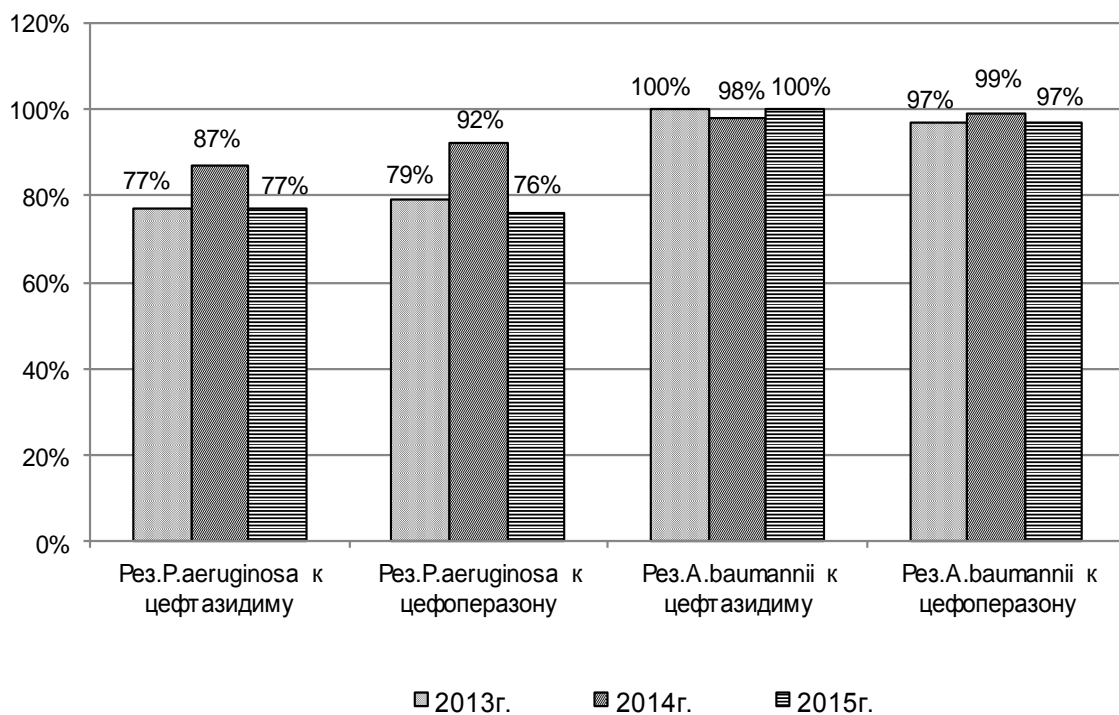


Рис. 2. Динамика резистентности *P. aeruginosa* и *A. baumannii* к цефалоспорином III поколения в 2013-2015 гг.



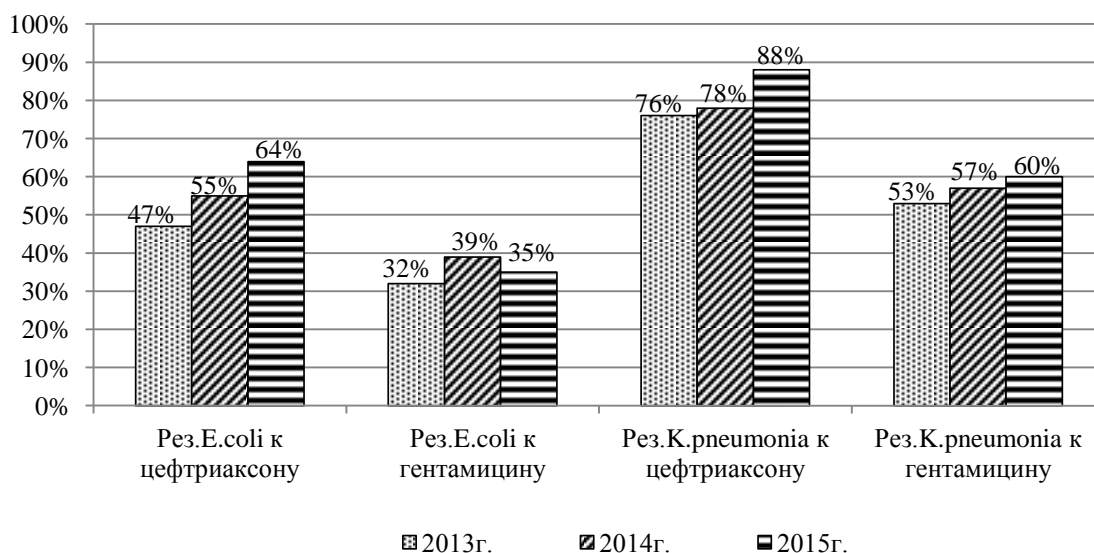


Рис. 3. Динамика резистентности *E. coli* и *K. pneumoniae* к цефтриаксону и гентамицину в 2013-2015 гг.

Более 76% выделенных штаммов *K. pneumoniae* были резистентны к цефалоспорином III поколения, более 53% – к гентамицину, таким образом, являясь продуцентами бета-лактамаз имели высокую резистентность к большинству фторхинолонов и аминогликозидам. Эти штаммы были высокочувствительны к карбапенемам (табл. 4).

Была изучена чувствительность штаммов *P. aeruginosa* и *A. baumannii*, выделенных с 2013 по 2015 гг. по профилям отделений. Как следует из табл. 5, полирезистентные штаммы *P. aeruginosa* составили 53,5% (106) от выделенных культур, *A. baumannii* 28,2% (90).

Таблица 5 – Полирезистентные штаммы, выделенные в клиническом материала в 2015 г.

| Отделения                        | <i>P. aeruginosa</i>          |   | <i>A. baumannii</i>           |   |
|----------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
|                                  | Количество выделенных культур | Количество полирезистентных штаммов, частота выделения% | Количество выделенных культур | Количество полирезистентных штаммов, частота выделения% |
| Хирургического профиля           | 153                           | 79 (51,6%)  | 195                           | 52 (26,6%)  |
| Реанимации и интенсивной терапии | 45                            | 28 (62,2%)  | 123                           | 37 (30%)  |
| Всего                            | 198                           | 106 (53,5%)   | 319                           | 90 (28,2%)  |

Наиболее часто полирезистентные штаммы выделяли у пациентов реанимации и интенсивной терапии (*P. aeruginosa* 62,2%, *A. baumannii* 30%). В отделениях хирургического профиля полирезистентные штаммы *P. aeruginosa* составили 51,6%, и *A. baumannii* 26,6% соответственно. Выявленные различия в уровне полирезистентных штаммов, возможно, обусловлены селективным давлением, которое значительно выше в отделениях реанимации и интенсивной терапии, где используются более «агрессивные» антибиотики. Также факторами, оказывающими влияние на формирование полирезистентности, являются частота и длительность госпитализации.

Таблица 6 – Инфицированность материала *A. baumannii* и *P. aeruginosa* в 2013-2015 гг.

| Клинический материал | <i>A. baumannii</i> |      |      | <i>P. aeruginosa</i> |      |      |
|----------------------|---------------------|------|------|----------------------|------|------|
|                      | 2013                | 2014 | 2015 | 2013                 | 2014 | 2015 |
| Кровь                | 35                  | 42   | 26   | 4                    | 7    | 2    |
| Пунктат              | 1                   | 5    | 2    | -                    | 5    | -    |
| Моча                 | 6                   | 12   | 9    | 47                   | 37   | 25   |
| Желчь                | 2                   | -    | 5    | -                    | 1    | 2    |
| Мокрота              | 5                   | 6    | 7    | 15                   | 3    | 6    |
| Раны                 | 213                 | 168  | 235  | 167                  | 155  | 120  |
| Ликвор               | -                   | -    | 3    | -                    | -    | -    |
| Другие               | 22                  | 21   | 32   | 19                   | 44   | 43   |
| Всего                | 284                 | 254  | 319  | 252                  | 252  | 198  |

Как следует из табл. 6, на фоне увеличения инфицированности такие материалы, как раневое отделяемое и кровь сохраняли свою приоритетную значимость в контексте выделения возбудителей и распространения синегнойной и ацинетобактерной инфекции, оставаясь наиболее актуальным клиническим материалом.

Серьезной проблемой является повышение частоты бактериемий, вызванных резистентными штаммами *Acinetobacter baumannii*.

Проблема лечения синегнойной и ацинетобактерной инфекций с каждым годом становится все более актуальной вследствие роста частоты встречаемости, повышения резистентности МО и соответственно снижения эффективности терапии. Эти МО характеризуются значительной широтой природной устойчивости, но, что самое главное, быстро развивающимся уровнем приобретенной резистентности. При этом у ряда штаммов отмечается резистентность ко всем основным группам АМП одновременно (мультирезистентность). Это требует большой и скоординированной работы по мониторингу состояния чувствительности, созданию формуляров и стандартов применения АМП, разработке новых антимикробных средств, вакцин и препаратов с иными механизмами действия, которые смогли бы решить проблему полирезистентных грамотрицательных неферментирующих микроорганизмов, таких как *P. aeruginosa* и *A. baumannii*.

Перспективой дальнейшего исследования является изучение спектра возбудителей гнойно-воспалительных процессов в хирургических отделениях больницы скорой помощи в 2016-2017гг. А также рациональное использование антибиотиков при проведении предоперационной антибиотикопрофилактики и эмпирической антибиотикотерапии, и определение фоновой частоты послеоперационных гнойно-воспалительных инфекций, наблюдение за динамикой распространения резистентных штаммов УПФ.

### ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного микробиологического мониторинга в КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» 2013 – 2015гг. установлен спектр доминирующих видов микроорганизмов. Среди грамотрицательных микроорганизмов преобладали: *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *K. pneumoniae*, среди грамположительных: *S. aureus*, *E. faecalis*, причем резистентность *E. coli*, *K. pneumoniae* и *S. aureus* повысилась,

резистентность *E. faecalis* снизилась, а резистентность неферментирующих бактерий остается стабильно высокой на протяжении 3 лет.

2. С целью эмпирической антибиотикотерапии в КУ «ГКБЭ и СМП г. Запорожья» целесообразно применение: при инфицировании *E. faecalis* – доксициклина, ванкомицина и линезолида; при инфицировании *E. coli* – гентамицина, хлорамфеникола, цефоперазон/сульбактама и карбапенемов; при инфицировании *K. pneumoniae* – карбапенемов и доксициклина; при инфицировании *S. aureus* – линкомицина, клиндамицина, кларитромицина, азитромицина, рифампицина, имипенема, но в первую очередь – ванкомицина и линезолида; при инфицировании *A. baumannii* – доксициклина и гентамицина. При инфицировании *P. aeruginosa*, кроме амикацина, высокоэффективных антибактериальных препаратов не выявлено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глумчер Ф. С. Микробиологический мониторинг резистентности микроорганизмов в отделениях интенсивной терапии Украины / Л. А. Харченко, Ф. С. Глумчер, Н. Б. Проскурякова // Біль, знеболювання і інтенсивна терапія. – 2009. – № 2. – С. 5-20.
2. Наказ МОЗ України № 236 від 04.04.2012 р. «Про організацію контролю та профілактики післяопераційних гнійно-запальних інфекцій, спричинених мікроорганізмами, резистентними до дії антибактеріальних препаратів».
3. Наказ МОЗ України № 167 від 05.04.2007 р. «Про затвердження методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів».
4. Методические рекомендации по использованию мониторинговой программы ВОЗ WHONET 5.6. – Женева, 2009 г.

#### REFERENCES

1. Glumcher F.S. Microbiologicheskii monitoring resistentnosti microorganismov v otdeleniyakh intensivnoy terapii Ukrainy / L.A. Kharchenko, F.S. Glumcher, N.B. Proskuryakova //Bol, obezbolivanie iintensivnaya terapiya. – 2009. – № 2. – S. 5-20.
2. Nakas MOZ Ukrainy №236 vid 04.04.2012p. «Pro organizatsiyu kontrolyu ta profilactyky pislyaoperatsiynykh gniyno zapalnykh infektsiy, sprychynenykh microorganizmamy, resystemnyy do dii antybakterialnykh preparativ».
3. Nakas MOZ Ukrainy №167 від 05.04.2007р. «Pro zatverdzhennya metodychnykh vkazivok «Vyznachennya chutlyvosti microorganizmiv do antybakterialnykh preparativ»».
4. Metodicheskie rekomendatsii po ispolzovaniyu monitoringovoy programmy VOZ WHONET 5.6 – Zheneva, 2009.

**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 невирішених 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, виносок, 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 ВМР 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).

#### **Прийом 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

від 10 до 12 сторінок. Якщо обсяг статті перевищує 12 сторінок, кожна наступна (13-та, 14-та і наступні) сплачується додатково.

Статті, рекомендовані до друку редакційними колегіями, 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 – 050-970-03-01*

**Електронна пошта:** zadorovic@rambler.ru

**Адреса редакційної ради біологічного факультету:** 69600, Україна, Запоріжжя, вул. Гоголя, 62 (ІІІ корпус ЗНУ), к. 107.

Збірник наукових праць

*Вісник Запорізького національного університету*  
*Біологічні науки*

*№ 2, 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 12.12.2016. Формат 60×90/8.  
Папір ризографічний. Гарнітура «Таймс».  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 26.  
Замовлення № 349. 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 № 5229 від 11.10.2016