

Подано експериментальні дані про особливості будови, розвитку і функціонування рослинних і тваринних організмів, флору і фауну України, одержані на основі досліджень, що проводяться науковцями біологічного факультету в галузях фізіології рослин і тварин, генетики, ботаніки, зоології, мікробіології, вірусології. Викладено також нові дані стосовно біохімічних і біофізичних основ регуляції у клітинах і органах у нормі й після впливу різноманітних фізико-хімічних факторів, наведено результати нових методичних розробок.

Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів.

Collection of articles written by the scientists of biological faculty contains data on research in molecular biology, physiology, genetics, microbiology, virology, botanics, zoology concerning the structure, development and function of the plant and animal organisms, flora and fauna of Ukraine. Results of newly developed biophysical methods of biological research, biochemical data regarding metabolic regulation under the influence of different factors are presented.

For scientists, professors, aspirants and students.

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ РЕДАКТОР	Л.І. Остапченко, д-р біол. наук, проф.
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ	Є.О. Торгалло, канд. біол. наук (відп. секр.); Т.В. Берегова, д-р біол. наук, проф.; В.К. Рибальченко, д-р біол. наук, проф.; В.С. Мартинюк, д-р біол. наук, проф.; С.В. Демидов, д-р біол. наук, проф.; М.Е. Держинський, д-р біол. наук, проф.; М.С. Мірошниченко, д-р біол. наук, проф.; М.М. Мусієнко, д-р біол. наук, проф., чл.-кор. УААН; В.К. Позур, д-р біол. наук, проф.; І.Ю. Костіков, д-р біол. наук, доц.; В.В. Серебряков, д-р біол. наук, проф.; М.Ю. Макарчук, д-р біол. наук, проф.; В.П. Поліщук, д-р біол. наук, проф.
Адреса редколегії	03187, Київ-33, просп. акад. Глушкова, 2, корп. 12, ННЦ "Інститут біології"; ☎ (38044) 522 17 95
Затверджено	Вченою радою біологічного факультету 16.02.10 року (протокол № 7)
Атестовано	Вищою атестаційною комісією України. Постанова Президії ВАК України № 1-05/7 від 09.06.99
Зареєстровано	Міністерством юстиції України. Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 16053-4525 ПР від 09.11.09
Засновник та видавець	Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". Свідоцтво внесено до Державного реєстру ДК № 1103 від 31.10.02
Адреса видавця	01601, Київ-601, 6-р Т.Шевченка, 14, кімн. 43 ☎ (38044) 239 31 72, 239 32 22; факс 239 31 28

Ларкі Д., Чумак П., Кілючицький П.

Зв'язок сезонної динаміки чисельності самок трипса *Frankliniella occidentalis* Pergande з морфологією антен

Макарчук М., Федорчук С., Чікіна Л., Трушина В.

Зв'язки асиметрії змін температури лівої і правої барабанної перетинки з характером психофізіологічного навантаження

Шерепітко Д., Бойко А., Шерепітко В.В

Прояв та ідентифікація інфекції вірусу мозаїки люцерни на рослинах сої (*Glycine max* (L.) Maril) за ґрунтово-кліматичних умов Вінниччини

Давидовська Т., Цимбалюк О., Меленевська Н., Федоренко Т.

Скановані гладенькі м'язи кишечника Ca^{2+} - незалежне напруження-розслаблення та його характеристики

Матвієнко М., Пустовалов А., Держинський М.

Вплив стресу на морфометричні параметри функціональної активності мітохондрій астроцитів і нейронів аркуатного та преопічного ядер гіпоталамуса щурів на різних стадіях статевого циклу

Маруніч Р., Мінченко Д., Кузнєцова А., Мінченко О.

Добова динаміка експресії циркадальних генів *CLOCK*, *BMAL1* та *PER2* у різних тканинах щурів

Смірнов О. Косян А. Косик О.

Вплив синтетичного регулятора росту хлорхолінхлориду на рослини грецької татарської (*Fagopyrum tataricum* G.)

Яковенко Н., Овандер Е.

Анотований список бделоїдних коловороток (*Rotifera: Eurotatoria, Bdelloidea*) фауни України

Іваненко О., Джаган В.

Афілофороїдні гриби на території регіонального ландшафтного парку "Трахтемирів"

Книрша М., Трохимець В.

Сезонні зміни літорального зоопланктону нижньої частини Київського водосховища (район б. Риб'яні і с. Лебедівка)

Рока-Мойя Я., Жерносєков Д., Золотарьова Е., Гриненко Т.

Вплив екзогенного ліз-плазміногену на АДФ-індуковану агрегацію тромбоцитів

Радченко О., Степура Л., Зелена П.

Вплив додецилсульфату натрію на деякі біологічні властивості *staphylococcus aureus*

Сінгаєвський Є., Кілючицький П.

Павуки герпетобіонти (Arachnida, Aranei) штучних ялиново-дубових лісів долини річки Стугна

Жицька Н., Ханенко О.

Трансформація органічної речовини в підстилках листяних насаджень Черкаського регіону

Ситар О., Новицька Н., Світлова Н., Таран Н., Каленська С.

Морфо-фізіологічні характеристики та урожайність рослин сої (*Glycine max* (L.) Merr) за дії неіонних колоїдних розчинів металів

Піскорська Н., Тукаєв С., Зима І., Крижановський С.

Особливості нейрогенезу головного мозку людини при виконанні когнітивного завдання після короткотривалого знаходження в стані спокою

Скалка В., Савчук О.

Аналіз вмісту білкових фракцій у молоці різних видів свійських тварин

Шаяхметова Г.

Експресія цитохрому *P-450 2E1* у сім'яниках та репродуктивна здатність щурів-самців за умов введення ізоніазиду

CONTENTS

Larki J., Chumak P., Kilochoyckij P.	
The connection of seasonal dynamics of quantity of the females thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande with morphology of antenna	
Makarchuk M., Fedorchuk S., Chikina L., Trushina V.	
Links asymmetry temperature changes left and right ear drum to the nature of psycho-physiological stress.....	
Sherepitko D., Boyko A., Sherepitko V.	
Appearance and identification of mosaic virus on soybean (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) under condition of Vinnytsia region	
Davidovska T., Tsymbalyuk O., Melenevska N., Fedorenko T.	
The intestinal skinned smooth muscles Ca^{2+} -independent tension-relaxation and its characteristics.....	
Matvienko M., Pustovalov A., Dzerzhynsky M.	
Stress effect on morphometric parameters of mitochondria functional activity of rat protoplasmatic and fibrous astrocytes and neurocytes arcuate and preoptic hypothalamic nuclei at different stages of strous cycle	
Marunych R., Minchenko D., Kuznetsova A., Minchenko O.	
Quotidian dynamics of Clock, Bmal1 and Per2 circadian genes expression in different rat tissues.....	
Smirnov O., Kosyan A., Kosyk O.	
An influence of growth regulator chlormequat chloride on tartary buckwheat plants	
Iakovenko N., Ovander E.	
Annotated checklist of bdelloid rotifers (Rotifera: Eurotatoria, Bdelloidea) of Ukraine	
Ivanenko O., Dzagan V.	
New and interesting aphyllaphoroid fungi from "Trakhtemyriv" Regional Landscape Park	
Knyrsha M., Trohymets V.	
Seasonal changes littoral zooplankton bottom of the Kiev reservoir (region b. State fish with. Lebedivka)	
Roca-Moya Ya, Zhernosykov D., Zolotaryov E., Grinenko T.	
Effect of exogenous Lys-plasminogen on ADP-induced platelet aggregation.....	
Radchenko A., Stepura L., Green P.	
Effect of sodium dodecyl on some biological properties of staphylococcus aureus	
Singaeviskiy E., Kilochitskiy. P.	
Litter dwelling spiders (Arachnida, Aranei) of the artificial spruce-oak forest in in the Stuhna river valley	
Zhytska N., Hanenko O.	
Transformation of organic substance in leaf planting litters in Cherkassy region.....	
Sitar O., Novytska N., N. Effects, Taran N., Kalensky C.	
Morpho-physiological characteristics and yield of soybean plants (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) by ionic colloidal solutions of metals	
Piskorska N., Tukayev S., Zima I. Kryzhanovskiy S.	
The differences of the man's cortical neurogenesis during implementation of cognitive tasks after short term resting	
Skalka B., Savchuk O.	
Content analysis of protein fractions in milk of different species of domestic animals	
Shayakhmetova G.	
Expression of cytochrome 2E1 in testes and male rats reproductive capability under isoniazid administration	

ЗВ'ЯЗОК СЕЗОННОЇ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ САМОК ТРИПСА *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERGANDE З МОРФОЛОГІЄЮ АНТЕН

Встановлено, що довжина переважної більшості члеників антен самок *Frankliniella occidentalis* зимової генерації (за винятком 2-о членика) значно перевищує довжину члеників антен самок літньої генерації. Найбільш тісний кореляційний зв'язок між розмірами окремих члеників антен та між розмірами члеників та загальною довжиною антен мають лише 3-й і 4-й членики, на яких є парні трихоми. Морфометричні характеристики 3-о та 4-о члеників антен трипсів можуть бути використані при аналізі стану популяції та для прогнозу тенденції до масового розмноження цього небезпечного шкідника в умовах закритого ґрунту.

It has been determined that overwhelming majority of winter generation antenna segments of females *Frankliniella occidentalis* (except for the 2-nd segment) considerably exceeds the length of antenna segments of females summer generation. The closest correlation between the sizes of individual Antenna segments and sizes of segments and total antenna length is found only for the 3-d and the 4-th segment, which is paired trichomes. The Morphological characteristics of 3-d and 4-th antenna segments of thrips can be used for analysis of population condition and for the prognosis of tendency to mass reproduction of this dangerous pest in greenhouse conditions.

Вступ. Західний квітковий трипс *Frankliniella occidentalis* Pergande проник на територію України у 1997 році [3,4]. Трипс пошкоджує біля 500 видів судинних рослин та є переносником збудників небезпечних вірусних захворювань рослин [2]. За деякими спостереженнями, цей шкідник завдає збитків до 30-40% вартості гвоздики вищого ґатунку. В умовах закритого ґрунту впродовж року трипс може давати від 12 до 15 поколінь [1, 2]. За еколого-ценотичними типами стратегій трипс відноситься до видів, для яких є характерним вибуховий характер наростання чисельності. Незважаючи на те, що цього поширеного шкідника вже тривалий час вивчають в різних країнах світу, не було проведено жодного популяційно-морфологічного дослідження виду як у відкритому, так і в закритому ґрунті.

Тому метою нашої роботи стало дослідження поліморфізму самок *F. occidentalis* в умовах закритого ґрунту та вивчення корелятивних зв'язків мінливості морфологічних ознак цього виду з сезонною динамікою чисельності, зокрема. На практиці ці відомості можуть бути використані при розробці нових та підвищенні ефективності існуючих заходів із захисту рослин.

Об'єкт та методи досліджень. Об'єктом досліджень слугували імаго самок трипса *F. occidentalis*, зібрані в оранжереях Ботанічного саду імені академіка О.В.Фоміна на кактусах роду *Faucaria*. Кактуси утримуються в окремій оранжереї при температурі 18-24°C та відносній вологості повітря 45-70%. Комах збирали у 10%-й розчин миючого засобу "Фері", змоченим у ньому пензликом. Кожна проба включала не менше 30-и екземплярів. При проведенні замірів щойно вибрану із розчину особину розміщували на предметному склі у краплю дистильованої води спинкою або черевцем доруги, зверху клали покривне скло і, не притискаючи, переносили під мікроскоп. Довжину члеників антен вимірювали за допомогою окуляра-мікрометра з точністю до 0,001 мм. В якості відносного кількісного показника було взято коефіцієнт варіації (CV). Достовірність різниці середніх показників і дані з варіабельності ознак обчислені та проаналізовані з використанням пакету прикладних програм Statistica Ph 6.0 та Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення. Метричні характеристики (розмах показників довжини та середні розміри) члеників антен самок *F. occidentalis* зимової та літньої генерації наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Метричні характеристики антен самок *F. occidentalis* з різних генерацій

Членики антен	Зимова генерація		Літня генерація	
	min – max, мм	$\bar{X} \pm Sx$, мм	min – max, мм	$\bar{X} \pm Sx$, мм
1-й	0,023 – 0,034	0,029±0,022	0,017 – 0,031	0,025±0,017
2-й	0,034 – 0,037	0,035±0,008	0,034 – 0,041	0,037±0,014
3-й	0,047 – 0,075	0,058±0,036	0,041 – 0,054	0,056±0,023
4-й	0,047 – 0,068	0,054±0,031	0,037 – 0,058	0,051±0,022
5-й	0,034 – 0,054	0,044±0,025	0,034 – 0,047	0,041±0,018
6-й	0,051 – 0,068	0,053±0,023	0,044 – 0,054	0,051±0,016
7-й	0,011 – 0,012	0,011±0,001	0,007 – 0,011	0,009±0,006
8-й	0,013 – 0,021	0,016±0,008	0,011 – 0,017	0,015±0,011
Загальна довжина	0,271 – 0,351	0,301±0,011	0,241 – 0,311	0,281±0,086

Слід зазначити, що довжина переважної більшості члеників антен у особин зимової генерації (за винятком 2-о) виявилася більшою, ніж у особин літньої генерації. Зокрема, помітно (на 12-26%) довгими є 1-й та 4–6-й членики, а також загальна довжина антен.

Порівняння мінімальних та максимальних показників довжини члеників антен трипсів зимової та літньої генерації свідчить, що найбільша різниця мінімальних показників притаманна 1-у, 3-4-у та 6-у членикам, а максима-

льних – 3-4-у та 6-у членикам антен. Розмах мінливості мінімальних величин знаходиться в межах від 0,0 (2-й та 5-й членики) до 10,0 одиниць (4-й членик), а діапазон максимальних показників помітно більший і лежить в межах від – 0,0 (7-й членик) до 21,0 одиниці (3-й членик).

Кореляційний аналіз метричних показників члеників антен засвідчив, що найбільш тісний зв'язок мають між собою та загальною довжиною антен 3-6-й членики (табл. 2).

Таблиця 2. Матриця кореляційних зв'язків метричних характеристик члеників антен самок *F. occidentalis*

Членики антен	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	Загальна довжина антен
1-й	X								
2-й	0,606	X							
3-й	0,345	0,103	X						
4-й	0,166	0,042	0,575	X					
5-й	0,007	0,071	0,432	0,568	X				
6-й	0,174	0,218	0,516	0,733	0,577	X			
7-й	0,032	0,038	0,391	0,549	0,243	0,513	X		
8-й	0,144	0,135	0,601	0,468	0,286	0,445	0,241	X	
Загальна довжина антен	0,485	0,371	0,804	0,820	0,634	0,811	0,515	0,631	X

Особливе значення цих члеників антен пов'язане із забезпеченням функції орієнтації, оскільки відомо, що вони (порівняно з іншими) мають найбільшу кількість тактильних сенсил, а 3-й та 4-й – ще й парні трихоми.

Порівняння частот повторення параметрів члеників антен самок *F. occidentalis* зимової генерації за критерієм χ^2 свідчить, що різниця між порівнюваними даними є статистично достовірною. Так, у 5-о членика фактичні ($\chi^2 = 1,314$) та теоретично очікувані частоти майже повністю співпадають (на 0,99 рівні достовірності $\chi^2_{\text{теор}}$ становить 14,95). Ступінь відповідності отриманих даних по 3-у членику та сумі усіх члеників антени теоретично очікуваним на 0,99 рівні достовірності свідчать лише про тенденцію до нормального розподілу ($\chi^2 = 10,73$ та 9,01, відповідно). Частоти повторення отриманих характеристик 4-о та 6-о члеників антен складають 27,04 та 59,3, відповідно, а це свідчить, що

лише 40 та 73 відсотки (на 0,73 рівні достовірності $\chi^2_{\text{теор}}$ складає 24,48) фактичних даних тяжіють до нормально-го розподілу Пуассона.

Порівняння частот повторення параметрів члеників антен трипса літньої генерації за критерієм χ^2 свідчить, що лише розподіл довжини 4-о та загальної довжини антен не відрізняються від нормального ($\chi^2 = 3,306$ та 3,122, відповідно). Ступінь відповідності отриманих даних інших члеників антен теоретичним на 0,99 рівні достовірності свідчить лише про тенденцію до нормально-го розподілу (χ^2 для 3-о членика складає 10,05, 5-го – 13,6, а 6-го – лише 25,91).

При порівнянні мінливості члеників антен, які мають суттєвий кореляційний зв'язок між собою (табл. 3) виявлено, що найбільш варіабельними за параметрами більшості члеників були особини зимової генерації.

Таблиця 3. Коефіцієнти мінливості розмірів члеників антен самок *F. occidentalis*, що характеризують рівень внутріпопуляційної (CV) та міжпопуляційної ($CV_{\text{ср}}$) гетерогенності

Членики антен	Зимова генерація, CV, %	Літня генерація, CV, %	$CV_{\text{ср}}$
3-й	11,72	7,76	1,69
4-й	10,38	8,34	3,25
5-й	10,88	8,44	4,83
6-й	8,26	5,99	2,82
Загальна довжина антен	6,78	5,64	2,51

Високий рівень мінливості довжини члеників антен особин зимової генерації може бути пов'язаний, з одного боку з погіршенням умов існування, а з іншого – зі зменшенням щільності популяції. Так, взимку на стандартну за розмірами кольорову жовту пастку за добу відловлювали в середньому $0,7 \pm 0,02$, а влітку – $6,9 \pm 0,02$ особин трипсів. Морфометричні показники довжини члеників антен по сезонах року і залежно від щільності популяції змінюються досить синхронно. Коефіцієнт кореляції показників довжини 3 – 6-го члеників дорівнює $0,856 \pm 0,016$ (зв'язок визначений на рівні значущості 0,1% за t-критерієм Стьюдента).

Синхронна мінливість довжини члеників антен, що несуть парні трихоми, очевидно, залежить від дії комплексу екологічних факторів (освітлення, температура, вологість), та, у свою чергу, пов'язана з сезонною динамікою щільності популяції цього шкідника. Послаблення тиску несприятливих факторів середовища позначається періодом масового розмноження трипсів. В результаті змінюється співвідношення різних форм внутріпопуляційної мінливості, що може слугувати підставою для визначення реального стану популяції, тенденцій її подальшого розвитку та прийняття обґрунтованих рішень про доцільність проведення заходів по захисту рослин від трипсів.

Висновки.

1. Метричні показники довжини члеників антен самок *F. occidentalis* варіюють в залежності від умов існування. Довжина переважної більшості члеників антен самок зимової генерації (за винятком 2-го) помітно перевищує довжину відповідних члеників антен самок літньої генерації. Ці ознаки та коефіцієнт їх мінливості (CV) синхронно змінюються по сезонах і взаємопов'язані зі щільністю популяції.

2. Тісний кореляційний зв'язок між довжиною члеників антен та загальною довжиною антен притаманний 3-у та 4-у членикам, на яких розміщені парні трихоми. Морфометричні особливості цих члеників антен трипсів можуть бути використані при аналізі стану популяції з метою прогнозу спалахів масового розмноження цього небезпечного шкідника в умовах закритого ґрунту.

1. Ахатов А.К., Ижевский С.С. Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредоносность, борьба) – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 307 с. 2. Дульгерова В. О. Методика выявления та ідентифікації західного трипса в теплицях. – Київ, 2004. – 22 с. 3. Чумак П.Я. Трипси (Thripidae, Tysanoptera) – шкідники рослин-інтродуцентів захищеного ґрунту в Україні // Вісник Київського ун-ту ім. Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2004. – Вип.7. – С.63–67. 4. Чумак П.Я. Членистоногі в оранжереях України та екологічні основи захисту рослин від шкідників: Монографія. – Київ: ВПЦ Київський університет, 2004а. – 143 с.

Надійшла до редколегії 29.04.2010

УДК 612.821:612 82/83
577.1

М. Макарич, д-р біол. наук, С. Федорчук, канд. біол. наук,
Л. Чікіна, пров. інж., В. Трушина, канд. біол. наук

ЗВ'ЯЗКИ АСИМЕТРІЇ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ЛІВОЇ І ПРАВОЇ БАРАБАННОЇ ПЕРЕТИНКИ З ХАРАКТЕРОМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Досліджено зв'язки асиметрії змін температури лівої і правої барабанної перетинки з характером психофізіологічного навантаження у студентів. Виявлено, що температура барабанної перетинки найбільше пов'язана з швидкістю простої сенсомоторної реакції і з показниками реакції на рухомий об'єкт. Наявність асиметрії температури барабанної перетинки відповідала стану спокою, а відсутність чи зменшення прояву асиметрії – стану емоційного напруження.

The ties of asymmetry temperature changes left and right ear drum to the nature of psycho-physiological stress in students. Revealed that the temperature of the tympanic membrane associated with the most simple sensomotorical reaction speed and reaction parameters for moving object. The presence of asymmetry of the eardrum temperature consistent with the rest state, and absence or decrease of asymmetry – the state of emotional tension.

Вступ. Ще Бехтерев В.М. в свій час відмічав існування залежності температури тіла від станів ЦНС, які формувалися під впливом факторів психічної природи. В свою чергу термочутливі нейрони деяких структур мозку (гіпоталамусу, сітчастого утвору середнього мозку, перетинки, спинного мозку і кори великих півкуль) змінюють частоту імпульсації навіть при незначних зрушеннях температури цих структур. Так, термочутливі нейрони гіпоталамуса реагують на зміни температури у межах $0,5 - 0,2^{\circ}\text{C}$, а окремі клітини кори змінюють частоту імпульсації у відповідь на місцеві зміни температури у межах 2°C . У звичайних умовах фізіологічні коливання температури глибоких структур мозку складають близько $0,5^{\circ}\text{C}$ [1].

Температура барабанної перетинки (БП), яка характеризує температуру "ядра" тіла людини [2, 3], використовувалась для оцінки функціонального стану краніального відділу вегетативної нервової системи [4].

Метою нашого дослідження було вивчення динаміки співвідношення температурних коливань, тобто асиметрії змін температури правої і лівої барабанної перетинки у зв'язку з характером психофізіологічного навантаження у студентів.

Об'єкт та методи досліджень. В дослідженні як обстежені брали участь 36 осіб жіночої статі віком 18-20 років. Отримані дані склали вибірку, що не підкоряється закону нормального розподілу (помилка першого роду $\alpha < 0,01$). Статистичну обробку даних проводили за допомогою методів непараметричної статистики.

Було проведено дві серії досліджень: 1) контроль – 1,5-годинне перебування в експериментальній обстановці без виконання роботи; 2) експериментальне дослідження з психофізіологічним навантаженням.

Психофізіологічне тестування складалось з трьох етапів. Перший етап – оцінка швидкості простої сенсомоторної реакції і реакції вибору, функціонального рівня системи і коефіцієнту сили (I блок тестів), функціональної рухливості нервових процесів, реакції на рухомий об'єкт, короткочасної пам'яті [5]. Другий етап – виконання завдань на уявну ротацію простих і складних об'єктів з використанням функцій короткочасної пам'яті [6]. Третій етап – повторювання тестів першого етапу дослідження.

Вимірювання температури барабанної перетинки проводилось впродовж виконання психофізіологічних тестів і в контрольній групі (12 вимірів) за допомогою термометра з інфрачервоним випромінюванням, або "локатора випромінювань, чутливого до інфрачервоного променя", що вимірював випромінювання температури з барабанної перетинки через слуховий прохід.

Контрольну групу склали 10 осіб жіночої статі віком 18-20 років, студентки біологічного факультету.

Результати та їх обговорення. За результатами проведених досліджень із емоційним станом обстежених і станом робочого напруження може бути пов'язана більшою мірою температура правої БП. Крім того, виявлено, що психофізіологічне навантаження викликає зменшення асиметрії температури лівої і правої барабанної перетинки [7].

При більш детальному аналізі отриманих результатів встановлена відсутність асиметрії температури правої і лівої БП у фонових вимірюваннях як в контролі, так і при психофізіологічному навантаженні. Тобто, при передстартовому емоційному збудженні асиметрія температури БП була відсутня. Проте, впродовж тестування асиметрія спостерігалася вдвічі рідше, ніж в контролі. Тобто, можна припустити, що наявність асиметрії температури БП відповідала стану спокою. А, відповідно, відсутність чи зменшення кількості асиметрій – стану емоційного напруження.

Можливо, використані психофізіологічні тести викликали у студентів певні зміни емоційного стану, який в свою чергу пов'язаний з температурними коливаннями. Можливо, напруження при виконанні психофізіологічних тестів викликало функціональну активацію ЦНС, яка відбилася в описаних змінах температурних коливань барабанної перетинки. Адже, як відомо, взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів діяльності модулюють рівні активації ЦНС з метою мобілізації необхідних функціональних систем [8].

Виникнення асиметрії температури правої і лівої БП в кінці I етапу дослідження і після II тесту на уявну ротацію з геометричними фігурами відбувалось за рахунок зростання температури лівої БП при підвищенні (у порівнянні з фоном) температури правої БП [7]. На думку авторів емоційні реакції в цей час могли бути пов'язані із задоволеністю або незадоволеністю результатами тестування і станом іммобілізації в кінці виконання комплексу тестів I етапу дослідження. Крім того, вправи із залученням просторової уяви, можливо, теж певним чином впливали на емоційний стан обстежених, сприяли релаксації. Ці припущення, звісно, потребують окремих досліджень.

Щоб з'ясувати, яким чином характер психофізіологічного навантаження впливає на температуру БП, було проведено кореляційний аналіз результатів дослідження.

Загальна кількість кореляційних зв'язків температури правої БП з психофізіологічними показниками була значно більша, ніж кількість кореляційних зв'язків температури лівої БП з психофізіологічними показниками (рисунком 1, 2). Можливо цей факт може бути пояснений більшою активністю і залученістю правої півкулі головного мозку при вирішенні просторово-образних завдань.

Слід відзначити зв'язки температури БП (більшою мірою правої, ніж лівої) з швидкістю простої сенсомоторної реакції і з показниками реакції на рухомий об'єкт – таких зв'язків за результатами проведеного аналізу отриманих даних було найбільше. При повторному проходженні психофізіологічних тестів кількість зв'язків температури БП з швидкістю простої сенсомоторної реакції зменшилась, а з показниками реакції на рухомий об'єкт – навпаки, збільшилась. Але характер цих зв'язків (позитивний) при повторному тестуванні не змі-

нювався. Тобто, вищим значенням температури БП відповідали більший час простої сенсомоторної реакції і менша точність РРО. На думку деяких авторів зростання часу простої сенсомоторної реакції свідчить про стомлення, а його відсутність або зменшення – про адаптацію до умов праці [9]. Можливо і збільшення температури БП можна використовувати як один із критеріїв впливу психофізіологічного навантаження на функціональний стан ЦНС, як прояв втоми або збільшення робочого напруження.

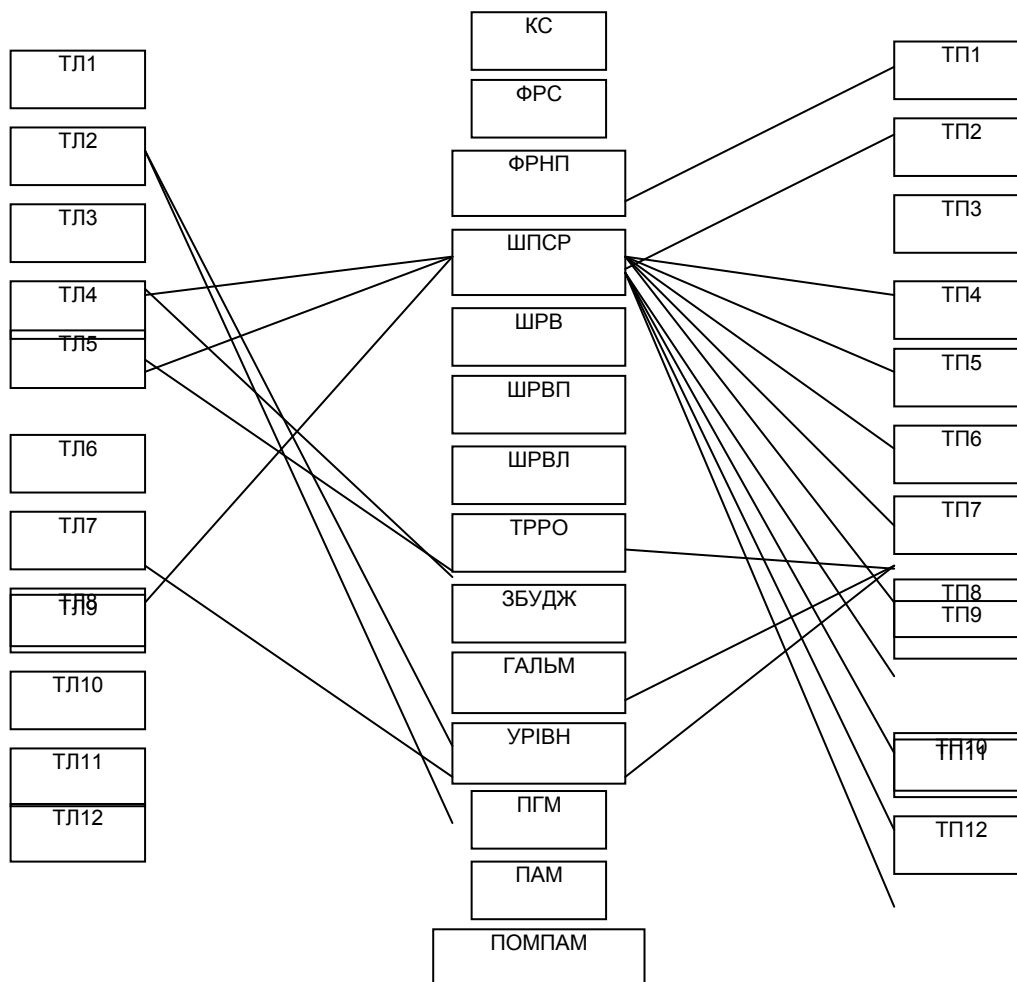


Рис. 1. Кореляційні зв'язки температури правої і лівої барабанної перетинки з психофізіологічними показниками, I етап дослідження (n=36):

— прямі кореляційні зв'язки
 — обернені кореляційні зв'язки

Примітки: ТП1 – температура фоновая I; ТП2 – температура фоновая II; ТП3 – температура I початкова; ТП4 – температура I після блоку I; ТП5 – температура I після тесту РРО; ТП6 – температура I після тестування пам'яті; ТП7 – температура I після тесту на ротацію I; ТП8 – температура після тесту на ротацію II; ТП9 – температура після тесту на ротацію III; ТП10 – температура II після блоку I; ТП11 – температура II після тесту РРО; ТП12 – температура II після тестування пам'яті і відповідні показники для лівої барабанної перетинки (ТЛ); КС – коефіцієнт сили нервових процесів; ФРС – функціональний рівень системи; ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів; ШПСР – швидкість сенсомоторних реакцій; ШРВ – швидкість реакції вибору; ШРВП – швидкість реакції вибору правої руки; ШРВЛ – швидкість реакції вибору лівої руки; ТРРО – показник точності РРО; ЗБУДЖ, ГАЛЬМ – середні арифметичні величини випереджальних і запізнілих реакцій; УРІВН – показник урівноваженості основних нервових процесів; ПГМ – працездатність головного мозку; ПАМ – обсяг короткочасної пам'яті; ПОМПАМ – відносна кількість помилок пам'яті

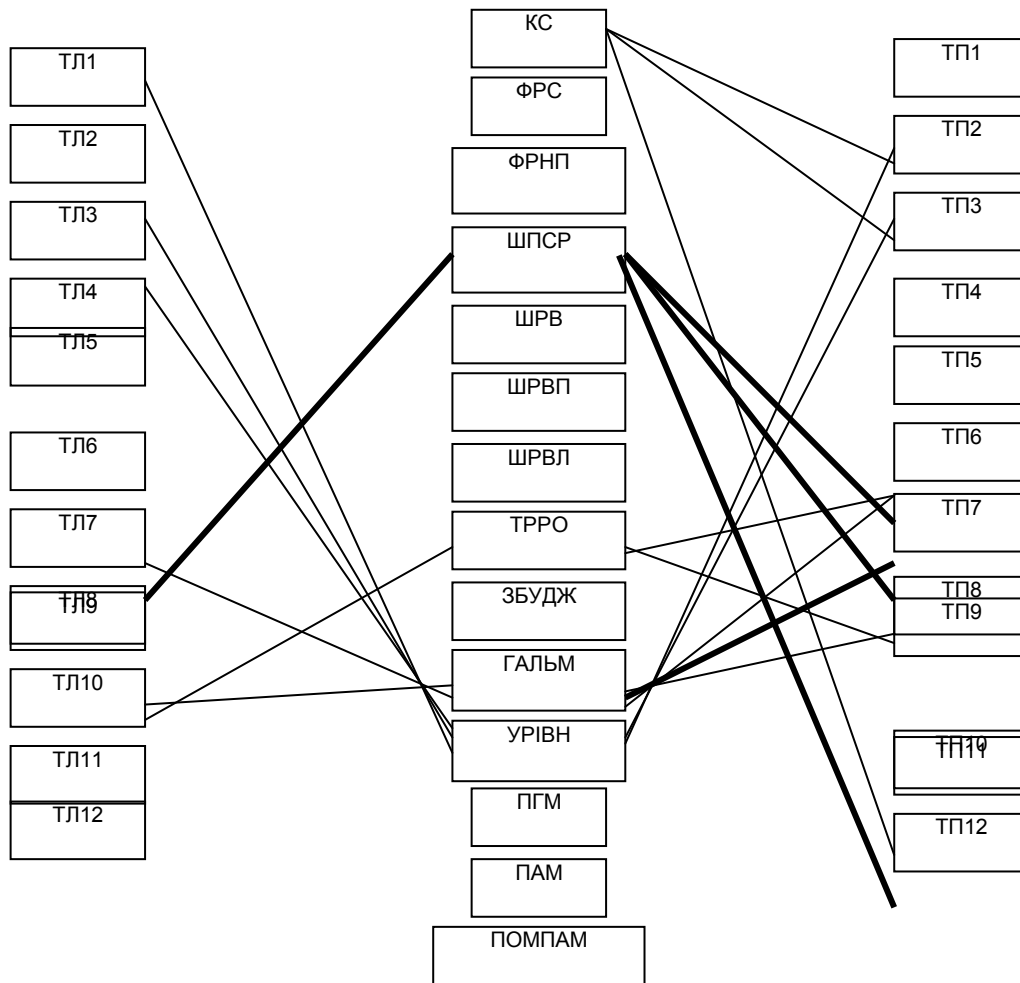


Рис. 2. Кореляційні зв'язки температури правої і лівої барабанної перетинки з психофізіологічними показниками, III етап дослідження (n=36):

— прями кореляційні зв'язки
 — обернені кореляційні зв'язки
 — "жорсткі" кореляційні зв'язки

Примітки: ТП1 – температура фонові І; ТП2 – температура фонові ІІ; ТП3 – температура І початкова; ТП4 – температура І після блоку І; ТП5 – температура І після тесту РРО; ТП6 – температура І після тестування пам'яті; ТП7 – температура І після тесту на ротацію І; ТП8 – температура після тесту на ротацію ІІ; ТП9 – температура після тесту на ротацію ІІІ; ТП10 – температура ІІ після блоку І; ТП11 – температура ІІ після тесту РРО; ТП12 – температура ІІ після тестування пам'яті і відповідні показники для лівої барабанної перетинки (ТЛ); КС – коефіцієнт сили нервових процесів; ФРС – функціональний рівень системи; ФРНП – функціональна рухливість нервових процесів; ШПСР – швидкість сенсомоторних реакцій; ШРВ – швидкість реакції вибору; ШРВП – швидкість реакції вибору правої руки; ШРВЛ – швидкість реакції вибору лівої руки; ТРРО – показник точності РРО; ЗБУДЖ, ГАЛЬМ – середні арифметичні величини випереджальних і запізнених реакцій; УРІВН – показник урівноваженості основних нервових процесів; ПГМ – працездатність головного мозку; ПАМ – обсяг короточасної пам'яті; ПОМПАМ – відносна кількість помилок пам'яті

За даними літератури превалювання гальмування у реакції на рухомий об'єкт пов'язується з більшою глибиною розслаблення м'язів і меншою вираженістю тремору [10]. В нашому дослідженні показник гальмування пов'язувався з температурою "ядра" на відміну від показника збудження при дослідженні реакції на рухомий об'єкт. Кількість таких зв'язків значно збільшилась при повторному проходженні психофізіологічних тестів, тобто впродовж ІІІ етапу дослідження. На той час температура БП зменшилась і не відрізнялась від фонові, асиметрія температури БП зправа і зліва була відсутня, що разом із збільшенням кореляційних зв'язків між вегетативними і психофізіологічними показниками може свідчити про підвищене емоційне напруження обстежених впродовж ІІІ етапу тестування.

Крім того, якщо загальна кількість і характер кореляційних зв'язків температури БП і психофізіологічних показників при першому і повторному тестуванні майже не

змінилися (кількість дещо зменшилася), то відбувся певний перерозподіл цих зв'язків. Деякі з них, що не змінилися при повторному проходженні психофізіологічних тестів, можна віднести до так званих "жорстких" зв'язків – з швидкістю простої сенсо-моторної реакції, показником гальмування і точності реакції на рухомий об'єкт. Всі інші – зв'язки "пластичні", тобто ті, що зникають або з'являються під дією функціонального навантаження.

До "пластичних" можна віднести зв'язки температури правої БП з коефіцієнтом сили нервової системи (КС) і функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП), зв'язки температури правої і лівої БП – з урівноваженістю нервових процесів, що на думку авторів можуть свідчити про певний взаємозв'язок температури БП з індивідуально-типологічними особливостями нервової системи. В данному випадку температура БП виступає критерієм емоційної реактивності людини, її вегетативним корелятом. Проведений кореляційний аналіз

отриманих результатів не виявив вірогідного зв'язку вимірюваних температурних показників з функціональним рівнем системи (ФРС), показником працездатності головного мозку (ПГМ), обсягом короточасної пам'яті (ПАМ), кількістю помилок при тестуванні короточасної пам'яті (ПОМПАМ), показником збудження при реакції на рухомий об'єкт (ЗБУДЖ) і швидкістю реакції вибору (ШРВ, ШРВП, ШРВЛ). Цей факт, можливо, опосередковано підтверджує літературні дані про відносну автономність психічного і фізіологічного рівнів організації організму у здорових людей і більш жорстку взаємообумовленість цих двох рівнів організації при патологічних станах.

Таким чином, під час психофізіологічного навантаження у студентів спостерігалась певна динаміка співвідношення температурних коливань. В цілому, виявлені кореляційні зв'язки температури з вимірюваними психофізіологічними показниками свідчили про інтегральні механізми забезпечення функціонального стану людини, про впливи психоемоційного напруження на психофізіологічні і вегетативні прояви функціонального стану.

Висновки. 1. Виявлено, що серед вимірюваних психофізіологічних показників температура барабанної перетинки була найбільше пов'язаною з швидкістю простої сенсомоторної реакції і з показниками реакції на рухомий об'єкт. 2. Наявність асиметрії температури барабанної перетинки відповідала стану спокою, а від-

сутність чи зменшення прояву асиметрії – стану емоційного напруження.

1. Гурін В.Н., Гурін А.В. Терморегуляція і біологічески активні речовини крові. – Минск. – 2004. – С. 17.2. Dickey W.T., Warner Ahlgren E., Stephen C.R. Body temperature monitoring via the tympanic membrane // *Surgery*, 1970. V. 67. № 6. Р. 981-984.3. Кошечев В.С., Кока А., Леон Г.Р., Максимов А.Л. Информативность температурных параметров различных зон тела человека для коррекции его теплового дисбаланса при выходе в открытое космическое пространство. // *Физиология человека*. – 2005. – Т.31. – №6. – С. 78-86.4. Остапенко Л.И., Макаруч М.Ю., Мартинчук О.С., Криворучко Л.А., Чікіна Л.В., Крапивка П.Л., Ерохов Р.А., Бровченко Н.С., Корчинський А.А. Факторний аналіз температури репрезентативних точок вегетативної нервової системи людини. *Фізика живого*. Т.15, №1, 2007. С.37-49. 5. Філімонова Н.Б. Комп'ютерна експрес-методика для вивчення психофізіологічного стану людини // *Культура здоров'я*. Збірник науково-методичних праць. Херсон. – 2000. – С. 204-209.6. Тернова Л.В., Чайченко Г.М., Горго Ю.П., Полянка І.В. Дослідження здатності людини до зорового розпізнавання образів різноорієнтованих у просторі // *Вісник Черкаського державного університету*. Актуальні проблеми фізіології. – 1998. – Вип. 2. – С.112-116. 7. Федорчук С.В., Чікіна Л.В., Мартинчук О.С., Криворучко Л.А. Температура лівої і правої барабанної перетинки під час психофізіологічного навантаження // *Вісник Київського університету (серія Біологія)* – 2011. – Вип. 57. – С.8. Чайченко Г.М. Эффективность умственной деятельности человека // *Проблемы физиологии гипоталамуса*. – 1992. – Вып.26. – С.24-30. 9. Богданов В.Б. та ін. Застосування асиметрії статичного електричного потенціалу і часу простої сенсомоторної реакції для визначення типу реагування людини за різного вихідного рівня емоційної напруги // *Інформаційна та негентропійна терапія* №1. – 2006. – С.9-10. 10. Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер. – 2001. – 464 с.

Надійшла до редакції 15.09.2010

УДК. 633.34:574.64

Д. Шерепітко, асп., А. Бойко, д-р біол. наук,
В. Шерепітко, д-р с-г. наук

ПРОЯВ ІНФЕКЦІЇ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВІРУСУ МОЗАЇКИ ЛЮЦЕРНИ НА РОСЛИНАХ СОЇ (GLYCINE MAX (L.) MARRIL) ЗА ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВІННИЧНИНИ

Вперше в Україні виявлено та ідентифіковано характерні симптоми природної інфекції вірусу мозаїки люцерни (ВМЛ) на рослинах сої (G.max.). На прикладі сої сорту Подільська 416 вивчено вплив ВМЛ на значення цінних морфологічних ознак та оцінено його здатність до передачі насінням. Показано, що рослини, уражені ВМЛ, достовірно знижують зернову продуктивність більше, ніж в 4,5 рази. Зроблено висновок про перспективність селекції сої на вірусостійкість.

Particular symptoms caused by natural infection of alfalfa mosaic virus (AMV) on soybean in Ukraine were revealed and identified for the first time. Influence of AMV upon the value of morphological characteristics was investigated in Podil'ska 416 soybean. The ability of seed transmission of AMV was also evaluated. It was shown, that soybean plants infected with AMV reliably reduced their seed productivity in 4,5 folds. It was concluded that breeding for virus resistance is perspective in Ukraine.

Вступ. Вірус мозаїки люцерни (ВМЛ) єдиний представник роду *Alfamovirus*, родини *Bromoviridae*, вперше виявлений на території США в 1931 році на рослині *Medicago sativa*. Бацілоподібні віріони ВМЛ, довжиною 30-56 нм і шириною 18 нм, мають геном представлений трьома "смысловими" фрагментами РНК. В природних умовах уражує та викликає специфічні симптоми на більш ніж 600 видах рослин із 70 родин, що пояснюється високою мінливістю даного вірусу [1]. Вірус переноситься багатьма видами попелиць (більше ніж 15) неперсистентним способом, у незначній мірі передається з насінням хворих рослин та механічним шляхом [2; 3]. Існує обмежена кількість повідомлень про детектування ВМЛ на рослинах сої за польових умов [4;5]. Зважаючи на це, ВМЛ розглядається як емерджентна інфекція для даної сільськогосподарської культури [6]. Пірс у 1934 році вперше визначив сою як рослину-хазяїна для ВМЛ, що у відповідь на ураження реагує системними симптомами [7]. Рослини *Phaseolus vulgaris* та *Vigna unguiculata* визнані індикаторами ураження, що проявляють локальну некротичну реакцію у відповідь на інфікування ВМЛ [3; 8].

Основними симптомами інфекції ВМЛ на сої є мозаїка або плямистість листкової пластинки, що характеризується чергуванням яскраво-жовтих та темно-зелених ділянок. Ураження рослин сої ВМЛ супроводжується

вкороченням довжини стеблових міжвузлів, розвитком некрозів та хлоротичності листя, що відображається у значній затримці ростових процесів. Проте, інфіковані вірусом рослини часто можуть залишатися безсимптомними і відігравати визначальну роль у поширенні ВМЛ [3; 6; 7; 8]. Згідно з літературними даними, однорічні втрати урожаю, спричинені ВМЛ в США оцінювалися на рівні 32-48%, тоді як доля інфікованих рослин не перевищувала 30% [7]. Цікаво відмітити той факт, що в результаті коінфекції ВМЛ та ВМС (вірус мозаїки сої) спостерігається синергічна взаємодія двох вірусів, яка проявляється у посиленні симптомів хвороби та підвищенні рівня накопичення ВМЛ в рослинах сої. Саме така ситуація наводить на думку про можливість посилення статусу ВМЛ як особливо небезпечної та значимої вірусної інфекції на сої [6].

Без сумніву, використання генетично контрольованої стійкості є екологічно безпечним та економічно вигідним способом протистояння вірусним хворобам сої. Резистентність до ВМЛ описана в окремих видів рослин (люцерна, квасоля) з родини *Fabaceae*, зокрема й у сої. Нещодавні генетичні дослідження продемонстрували, що стійкість сорту сої PI 153282 контролюється одиночним домінантним геном (*Rav1*) [3].

Метою нашої роботи було виявити та ідентифікувати симптоми інфекції ВМЛ на сої, дослідити вплив природної

інфекції цього вірусу на морфологічні ознаки та зернову продуктивність рослин даної культури.

Матеріали і методи. Основні польові досліді з колекційними сортами та селекційними номерами сої (*Glycine max* (L.) *Marril*) проводили на базі Вінницького національного аграрного університету. Територія Вінниччини за характером природних умов (клімату, рельєфу місцевості, поширених ґрунтів) віднесена до центральної підзони Правобережного Лісостепу. З метою підвищення фітопатогенного навантаження на дослідні рослини посів здійснювали протягом 2006-2010 рр. на одній земельній ділянці, що межувала з посівом люцерни (*Medicago sativa*). В колекційному та селекційному розсадниках насіння висівали вручну, однорядковими ділянками з довжиною рядка 1-3 м, за шириною міжряддя 0,45 м. На стадії масового цвітіння рослин проводили оцінку ураження їх вірусними хворобами та опис симптомів згідно з методичними рекомендаціями [9]. У період повного дозрівання дослідних рослин проводили біометрію кількісних ознак (висота рослини, число бобів на рослині, маса насіння з рослини, тощо).

Лабораторні дослідження проводили на кафедрі вірусології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Для встановлення вірусної етіології захворювання використовували рослини-індикатори *Phaseolus vulgaris* (сорті Торсгор, Bountiful). Ураження рослин-індикаторів на стадії перших (примордіальних) листків виконували шляхом механічної інокуляції їх соком хворих рослин сої, попередньо гомогенізованої в 0,1М Na-фосфатному буфері рН 7,0, з додаванням карборунду. Для оцінки реакції у кожному випадку проводили ураження п'яти дослідних рослин квасолі кожного сорту, поряд з цим три контрольні рослини інокулювали лише буферним розчином. Індикацію та диференціацію

вірусів проводили за сукупністю симптомів хвороби і довжиною інкубаційного періоду [10].

Детекцію вірусних антигенів проводили методом прямого імуоферментного аналізу в модифікації "сендвіч" згідно зі стандартними рекомендаціями [11]. У роботі використовували специфічні поліклональні IgG до ВМС та ВМЛ (Loewe, Німеччина). Математичну обробку експериментальних даних виконували на основі стандартних статистичних прийомів [12].

Результати та їх обговорення. Серед генотипного різноманіття сої (*G.max.*) за умов польового досліді (природний фон зараження) виявили два основних типи прояву симптомів ураження рослин вірусними хворобами, а саме: перший тип – чітко виражена жовто-зелена мозаїка листової пластинки та некротизація нижніх листових ярусів (рис.1.А), другий тип – слабка мозаїка та чітко виражена пухирчатість листків з деформацією листової пластинки (рис.1.Б).

Для підтвердження інфекційної природи даних симптомів провели штучне інфікування різних сортів квасолі за контрольованих умов. На примордіальних листках квасолі, сортів Bountiful та Торсгор, спостерігали утворення характерних локальних некротизів (рис.1.В), через сім днів після механічної інокуляції їх соком хворих рослин сої з першим типом симптомів. При ураженні зазначених сортів квасолі соком рослин сої з другим типом прояву симптомів, локальна некротична реакція проявлялася лише на рослинах сорту Торсгор. Крім того, розмір некротизів отриманих в останньому випадку був вдвічі більший в порівнянні з попередніми. Отже результати, отримані з використанням рослин-індикаторів (*Ph. vulgaris*), засвідчили інфекційність та чітку диференціацію двох типів симптомів вірусного ураження, що були виявлені на рослинах генотипного різноманіття сої (*G.max.*).

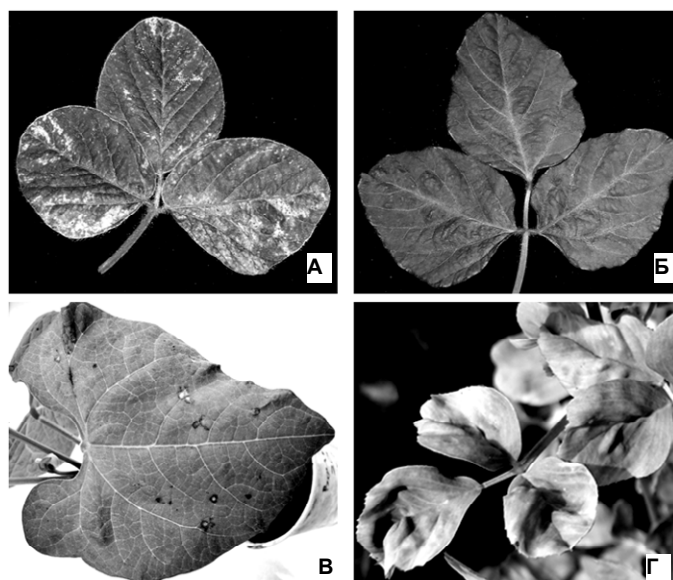


Рис. 1. А. Симптоми ВМЛ на рослинах сої сорту Подільська 416; Б. Симптоми ВМС на рослинах сої сорту Особлива; В. Локальні некрози на листках квасолі сорту Bountiful викликані ВМЛ; Г. Симптоми інфекції ВМЛ на люцерні (*Medicago sativa*)

Аналіз літературних джерел [6;13] та отриманих нами експериментальних даних надав підстави для прийняття робочої гіпотези щодо конкретних збудників вірусних уражень рослин сої. В подальшому методом імуоферментного аналізу перевіряли наявність антигенів ВМС та ВМЛ у зразках сої, як відібраних з уражених рослин з різними типами вірусних симптомів, так і контрольних (рослин без видимих уражень). Перевірку

робочої гіпотези проводили на двох виробничих сортах сої Подільська 416 та Особлива, уражені рослини котрих чітко проявляли описані типи симптомів (рис. 1.А,Б).

Результати тестування (рис.2) показали високий (у порівнянні з негативним контролем рівні оптичної густини вище більше ніж в 20 разів) вміст антигену ВМЛ в хворих рослинах сорту Подільська 416 зі специфічними симптомами ураження (рис.1.А). Натомість, в уражених

рослинах сорту Особлива, що характеризувалися іншими симптомами прояву інфекції (рис.1.Б), антигену ВМЛ виявлено не було. Використовуючи антитіла до ВМС, отримали зворотній зміст результатів: в рослинах сорту Подільська 416 вірусний антиген не виявили, а

рослини сорту Особлива відзначилися високим вмістом антигену ВМС (рис.2). Таким чином, ми ідентифікували та диференціювали характерні типи симптомів, що зумовлювалися ВМЛ та ВМС, і мали сортоспецифічний прояв на рослинах сої.

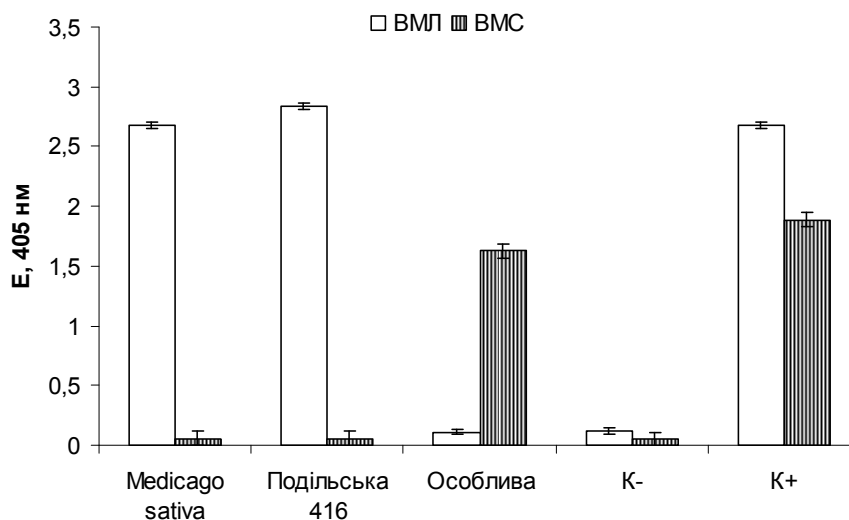


Рис. 2. Детекція антигенів ВМЛ та ВМС в зразках сої (Подільська 416, Особлива) та люцерни (*Medicago sativa*) методом "сендвіч" ІФА, K- і K+ – негативний та позитивний контроль відповідно

З метою встановлення можливого джерела природного інфекційного фону ВМЛ за допомогою методу ІФА протестували рослини люцерни (*Medicago sativa*) з симптомами вірусного ураження (рис.1.Г), що були виявлені на сусідній з дослідною польовій ділянці. Визначили, що концентрація антигену ВМЛ в рослинах люцерни була досить високою (рис.2). Даний результат узгоджується з раніше отриманими даними з приводу можливих джерел природного інфекційного фону ВМЛ, якими виступають посіви люцерни [1,4].

Наступний етап нашої роботи – вивчення впливу вірусної інфекції на прояв цінних морфологічних ознак та зернову продуктивність рослин сої. На прикладі виробничого сорту сої Подільська 416 порівнювали значення цінних ознак між двома групами дослідних рослин: тих, що на репродуктивних стадіях розвитку характеризувалися симптомами природного вірусного ураження ВМЛ (рис.1.А), та тих, що не мали симптомів вірусного ура-

ження (контрольні). Рослини обох груп пройшли тестування методом ІФА, що підтвердило їх статусу відносно наявності ВМЛ.

Зокрема, висота уражених ВМЛ рослин сої, по відношенню до контрольних, зменшилась майже в півтора рази (табл.1). В уражених ВМЛ рослинах виявили суттєве зменшення числа продуктивних вузлів, що в середньому на рослину складало 4,62 проти 10,3 в контрольному варіанті ($t_{\text{факт.}} > t_{05}$). При цьому, в середньому на рослину число зерен зменшилося у 3,8 рази. Крім того, в уражених рослинах достовірно знизилися значення таких компонентів зернової продуктивності, як число зерен в бобі, кількість бобів на продуктивному вузлі, а також крупність зерна. Зрештою, вірусне ураження призвело до зменшення зернової продуктивності рослин більше ніж у 4,5 рази. Так, у варіанті з вірусним ураженням маса зерна в середньому з рослини складала $2,28 \pm 0,434$ г проти $11,0 \pm 1,039$ г у контролі (табл.1).

Таблиця 1. Вплив природної інфекції ВМЛ на морфологічні ознаки та зернову продуктивність в середньому на рослину виробничого сорту сої Подільська 416

ОЗНАКА	Дослідна група		$t_{\text{факт.}}$
	рослини інфіковані ВМЛ	рослини без симптомів вірусного ураження	
Висота рослини, см	$51,6 \pm 2,021$	$73,5 \pm 1,751$	8,17
Число продуктивних вузлів, шт.	$4,62 \pm 0,563$	$10,3 \pm 0,549$	7,09
Число бобів на продуктивному вузлі, шт.	$1,44 \pm 0,100$	$2,43 \pm 0,891$	7,36
Кількість непродуктивних вузлів, %	$34,6 \pm 4,895$	$3,85 \pm 1,177$	6,93
Число зерен, шт.	$15,6 \pm 2,774$	$65,0 \pm 5,717$	7,02
Число зерен в бобі, шт.	$1,93 \pm 0,119$	$2,53 \pm 0,406$	5,31
Маса 100 зерен (крупність зерна), г	$140,0 \pm 4,323$	$167,0 \pm 2,820$	5,57
Маса зерна (зернова продуктивність), г	$2,28 \pm 0,434$	$11,0 \pm 1,039$	6,91
$t_{01} = 2,66$			

Примітка: $t_{\text{факт.}}$ – фактичне значення t-критерію Ст'юдента; t_{01} – теоретичне значення t-критерію Ст'юдента на 1% рівні значимості.

З метою перевірки можливості насінневої передачі ВМЛ, насіння, зібране з окремих інфікованих рослин сорту Подільська 416, надалі висівали сім'ями за польових умов. Слід відзначити, що насіння з уражених ВМЛ рослин не характеризувалося пігментацією насін-

ної шкірки, яка спостерігається у випадку інфікування ВМС [14]. Польові спостереження показали, що рослини вирощені з інфікованого ВМЛ насіння проявляли такі ж самі, характерні для даного вірусу, симптоми. Підрахунок співвідношення інфікованих та неінфікованих

рослин показав, що вірус передається насінням з 10-ти %-вою частотою.

Висновки. За ґрунтово-кліматичних умов Вінниччини (Правобережний Лісостеп) на виробничих сортах сої виявлено та ідентифіковано такі збудники вірусних хвороб, як вірус мозаїки люцерни (ВМЛ) та вірус мозаїки сої (ВМС), котрі розрізняються за симптомами ураження. Показано, що рослини з симптомами ураження ВМЛ достовірно знижують значення таких цінних морфологічних ознак, як висота рослини, число продуктивних вузлів, число бобів, число насінин у бобі та крупність зерна. Зернова продуктивність уражених рослин зменшується більше, ніж у 4,5 рази. Отже, вірусні хвороби складають потенційну загрозу з позицій шкодочинності для виробничих посівів сої в даному регіоні. Крім того, для сої підтверджено здатність до передачі ВМЛ з насінням, що сприяє швидкому поширенню хвороби. З метою запобігання поширення ВМЛ не рекомендується проводити посіви сої та люцерни на полях розміщених поряд. Загалом, отримані результати свідчать про перспективність селекції сої на вірусостійкість та необхідність пошуку джерел генетично-контрольованої стійкості рослин, з використанням адаптивного потенціалу роду *Glycine*.

1. Bol J. F. Alfalfa mosaic virus: coat protein-dependent initiation of infection // *Mol. Plant Pathol.* – 2003. – Vol. 4. – P. 1–8.2. Clark A.J., Perry K.L. Transmissibility of field isolates of soybean viruses by *Aphis glycines* // *Plant Dis.* – 2002. – Vol. 86. – P. 1219–1222.3. Kopisch-Obuch F.J., Koval N.C., Mueller E.M. Inheritance of Resistance to Alfalfa Mosaic Virus in Soybean PI 153282 // *Crop Sci.* – 2008. – Vol. 48. – P. 933–940.4. Allington W.B., Moorhead E.L., Staples R. Alfalfa mosaic virus in soybean // *Phytopathology.* – 1960. – Vol. 50. – P. 627.5. Ziems A.D., Giesler L.J. Incidence of Bean pod mottle virus and Alfalfa mosaic virus in Nebraska soybean fields. (Abstr.) // *Phytopathology.* – 2004. – Vol. 94. – P. S162.6. Malapi-Nelson M., Wen R.H., Ownley B.H. Co-infection of soybean with Soybean mosaic virus and Alfalfa mosaic virus results in disease synergism and alteration in accumulation level of both viruses // *Plant Dis.* – 2009. – Vol. 93. – P. 1259–1264.7. Mueller E.E., Grau C.R. Seasonal progression, symptom development, and yield effects of Alfalfa mosaic virus epidemics on soybean in Wisconsin // *Plant Dis.* – 2007. – Vol. 91. – P. 266–272.8. Керлер Х., Кляйнхемпель Х. Борьба с вирусными болезнями растений / Под ред. Д. Шпаар. – М., 1986.9. Рожкован В.В., Терещенко В.О., Фартушняк А.Г. Методика оцінки сої на стійкість до хвороб і шкідників. – Одеса, 1994.10. Jeanne Dijkstra, Cees P. de Jager. Practical plant virology: protocols and exercises. – Berlin; Heidelberg; New York, 1998.11. Гнутава Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений. – М., 1999.12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985.13. Московец С.М., Краев В.Г., Порембська Н.Б., Білик Л.Г. Віруси і вірусні хвороби бобових культур на Україні. – К., 1971.14. Шерепітко Д.В., Шевченко Т.П., Бойко А.Л. Генетико-селекційні підходи підвищення вірусостійкості рослин культурної сої (*Glycine max* (L.) Merrill) // Біоресурси та віруси : Тези V міжнар. конф., Київ, 2007.

Надійшла до редколегії 1.12.2010

УДК 577.3

Т. Давидовська, проф., О. Цимбалюк, доц.,
Н. Меленевська, асп., Т. Федоренко, пров. інж.

СКІНОВАНІ ГЛАДЕНЬКІ М'ЯЗИ КИШЕЧНИКУ. Ca^{2+} -НЕЗАЛЕЖНЕ НАПРУЖЕННЯ-РОЗСЛАБЛЕННЯ ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

У роботі на скінованих гладеньком'язових препаратах сліпої кишки саесит морських свинок досліджували тензометричні і кінетичні характеристики скоротливих відповідей за умови дії активуючого та релаксуючого розчинів з різними значеннями рН. Було встановлено, що заміна релаксуючого розчину з рН 6.0 на розчин з рН 7.0 (з попередньою аплікацією прокаїну) викликає Ca^{2+} -незалежне напруження скінованих смужок. Показано, що попереднє внесення до релаксуючого розчину динітрофенолу, азиду натрію та прокаїну значно зменшує величину напруження-розслаблення скінованих гладеньком'язових смужок в релаксуючих розчинах відповідно з рН 7.0 та 6.0.

In work were studied the kinetic and tensometric characteristics of contractile answers under action of activating and relaxing solutions with the different values of pH on skinned smooth muscle preparations of guinea-pig caecum. It was revealed that replacement of relaxing solutions from with pH 6.0 on with pH 7.0 (with the previous application of procaine) causes Ca^{2+} -independent tension of skinned strips. It was established that the previous addition in relaxing solution of dinitrophenol, sodium azide and procaine was considerably diminish the size of tension-relaxation answers in relaxing solutions with pH 7.0 and 6.0.

Вступ. Вкрай важливою, але відкритою на сьогоднішній день, є проблема дослідження регуляторних механізмів скорочення-розслаблення гладеньких м'язів (ГМ), зокрема, шлунково-кишкового тракту (ШКТ). В літературі окрім агоніст-рецептор-залежної регуляції скорочувальної активності гладеньких м'язів ШКТ [1,2], значна увага приділяється з'ясуванню основних принципів, що лежать в основі роботи скорочувального апарату гладеньком'язових клітин (ГМК). Не дивлячись на існування чітких уявлень [3] про будову скорочувального апарату ГМК, залишається проблемним питання щодо механізмів його функціонування. Так, загальноприйнята гіпотеза "фосфорилування" [4], в основу якої покладено Ca^{2+} -кальмодулін-залежне фосфорилування легких ланцюгів міозину (ЛЛМ) кіназою ЛЛМ та відповідно дефосфорилування ЛЛМ фосфатазою легких ланцюгів міозину (опосередковує інгібування АТФ-ази міозину) не передбачає здатності кінази легких ланцюгів міозину ЛЛМ до фосфорилування не тільки по ділянці серин 18, але й по амінокислотному залишку – треоніну 19. Крім того, КЛЛМ не єдиний фермент, за участі якого здійснюється Ca^{2+} -залежне фосфорилування легких ланцюгів міозину. Мова йде про участь у цьому процесі протеїнкінази С [4]. У проведених нами дослідженнях [5, 6] на скінованих сапоніном гладеньком'язових смужках (ГМС) саесит морських свинок було показано, що

дійсно напруження, яке розвивають такі препарати, є Ca^{2+} -залежним і таким, що значною мірою залежить від процесів регуляції транспорту цих катіонів в саркоплазматичному ретикулумі. Зазначені вище гіпотезі "фосфорилування" існує альтернативний, експериментально доведений факт того, що скорочення гладеньких м'язів не залежить від фосфорилування легких ланцюгів міозину, а здійснюється за участі білків актинового філамента [7], але і в цьому випадку процес залишається Ca^{2+} -залежним. В наших дослідженнях [5, 6] було показано, що ці катіони є визначальними не тільки для розвитку скорочувальним апаратом напруження, але й для підтримання його базального рівня. При цьому, у підтриманні базового рівня іонів кальцію важлива роль належить як саркоплазматичному ретикулуму, так і мітохондріям. Нарешті, крім зазначених вище Ca^{2+} -залежних регуляторних механізмів, як припускають [8] має місце не менш важлива ланка регуляції скорочувальної функції гладеньких м'язів – Ca^{2+} -незалежний шлях зміни активності кінази та фосфатази легких ланцюгів міозину. З'ясуванню тензометричних та кінетичних характеристик саме Ca^{2+} -незалежного напруження скінованих гладеньких м'язів саесит і було присвячено дане дослідження.

Матеріали і методи. Скінування кільцевих гладеньком'язових смужок (ГМС) сліпої кишки здійснювали ме-

тодом Koaichi Saido. Препарат виділяли зі стінки кишечника морських свинок і поміщали у нормальний розчин Кребса наступного складу (у мМ бідистильованої води): NaCl – 120,4; NaHCO_3 – 15,5; NaH_2PO_4 – 1,2; KCl – 5,9; CaCl_2 – 2,5; MgCl_2 – 1,2; глюкоза – 11,5; pH 7,4. Далі, нормальний розчин Кребса замінювали на релаксуючий розчин (у мМ на літр деіонізованої води): K^+ пропіонат – 130; трис-малат – 20; MgCl_2 – 4; АТФ – 4; ЕГТА – 4; АТФ-регенеруюча система (креатинфосфат динатрієва сіль – 10; креатинфосфокіназа – 10 од/мл), pH 6,8, температура 20 °С. Під контролем довгофокусного мікроскопу за допомогою спеціально виготовлених технічних інструментів препарати усікали до розміру у поперечнику 100-250 мкм. Кінці лігатур прив'язували до вольфрамових дрітків діаметром 150 мкм та довжиною 10 мм, покритих тефлоновим воском. Один із дрітків фіксували жорстко у робочій камері, а другий – приєднували до штока електромеханічного перетворювача МХ-1С. Далі сигнал подавався на каскад підсилення підсилювача. Реєстрацію скорочення-розслаблення гладеньком'язових смужок проводили в ізометричному режимі за допомогою електричного потенціометра КСП-4. До робочої камери підводились два перистальтичні насоси.

Скінування гладеньком'язових смужок здійснювали сапоніном з рослин родини Rosaceae ("Sigma") (протягом 20-30 хв), який у концентрації 40-60 мкг/мл додавали до релаксуючого (RX) розчину. Після завершення скінування, ГМС протягом 15-20хв промивали релаксуючим розчином. Тестом на завершення скінування ГМ було напруження, яке розвивали ГМС у відповідь на аплікацію активуючого розчину, до складу якого входили іони кальцію в концентраціях 10^{-6} - 10^{-3} М, а також реакція розслаблення, яка супроводжувалась скороченням після заміни цього розчину на релаксуючий. Концентрацію вільних Ca^{2+} розраховували за допомогою програми "Maxchel".

Результати і обговорення. Досліди проводили на тонких (100-250 мкм) гладеньком'язових смужках саесит, що забезпечувало рівномірне розподілення в таких препаратах як перфорууючої їх плазматичну мембрану речовини (сапоніну), так і тестуючих розчинів. До початку скінування, препарати витримували у нормальному розчині Кребса, заміна якого на гіперкальмієвий (130 мМ) супроводжувалась фазним скороченням інтактних ГМС, яке з часом переходило у тоничне, що, судячи з даних літературних джерел [1, 2], вказувало на їх задовільний стан і у наступному за відсутності такої реакції, було тестом на завершеність процесу скінування гладеньких м'язів. Такі препарати (Рис. 1) у відповідь на заміну релаксуючого розчину, до складу якого входив ЕГТА в концентрації 4 мМ на активуючий розчин, що містив 10^{-5} М Ca^{2+} (у нормальному розчині Кребса концентрація цих катіонів становила 2,5 мМ) розвивали напруження, яке з часом виходило на плато. Заміна такого розчину на релаксуючий супроводжувалась розслабленням м'язових препаратів до базального рівня напруження. За даних умов крива розвитку напруження під дією активуючого розчину характеризувалась максимальним напруженням усередньому 2.1 мН, яке спостерігалось на 9.5 хв. У випадку скоротливих відповідей скінованих препаратів і фаза наростання напруження під дією активуючого розчину, і фаза його спаду за присутності ЕГТА релаксуючого розчину, мають експоненційну залежність у часі. Тому їх можна охарактеризувати показником часу, за який препарат, відповідно, розвиває напівмаксимальне напруження ($t_{1/2 \text{ н}}$) та досягає його після додавання релаксуючого розчину ($t_{1/2 \text{ р}}$). У даному випадку $t_{1/2 \text{ н}}$ становило 0.49 хв.

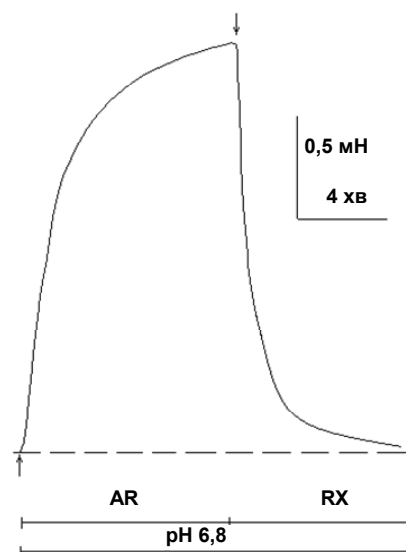


Рис.1. Напруження-розслаблення скінованої гладеньком'язової смужки саесит. Концентрація Ca^{2+} в активуючому розчині становила 10^{-5} М.

RX – релаксуючий розчин.

Пунктирною лінією позначено вихідний рівень напруження препарату

Згадані вище результати напруження-розслаблення скінованих гладеньком'язових препаратів одержано за умов аплікації активуючого, а у наступному – релаксуючого розчину з pH 6.8. У наступному релаксуючий розчин замінювали на активуючий з концентрацією іонів Ca^{2+} 10^{-5} М та pH 6.0 (Рис. 2). За зазначених умов, скіновані препарати розвивали напруження, яке характеризувалось такими кінетичними характеристиками (для типової кривої): $f_{\text{max}} = 1.6$ мН, $t_{f_{\text{max}}} = 10$ хв. та $t_{1/2 \text{ н}} = 1.9$ хв. Як видно, ці показники відрізнялись від кінетичних характеристик напруження скінованих ГМС викликаного активуючим розчином з вказаною вище концентрацією іонів кальцію та pH 6.8. Аплікований на плато цього напруження прокаїн (ефективний інгібітор входу Ca^{2+} та його вивільнення з саркоплазматичного ретикулуму [9]) в концентрації 10^{-4} М не викликав змін його рівня. Тоді як, заміна розчину зазначеного складу на релаксуючий супроводжувалась розслабленням скінованих ГМС до рівня, що відповідав базальному. Фаза розслаблення в цьому випадку була значно уповільнена, як видно з показника $t_{1/2 \text{ р}} = 1.27$ хв.

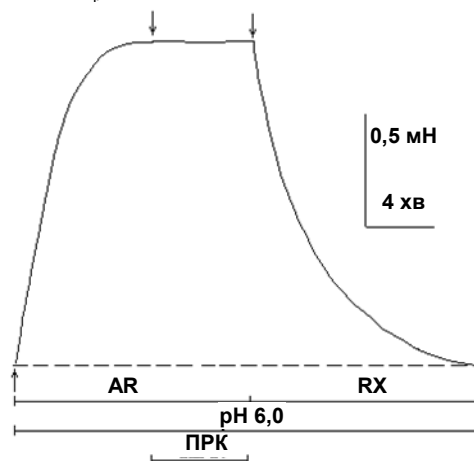


Рис. 2. Напруження-розслаблення скінованої гладеньком'язової смужки саесит, викликане активуючим розчином (AR) з вмістом Ca^{2+} в концентрації 10^{-5} М.

RX – релаксуючий розчин; ПРК – прокаїн (10^{-4} М). pH рочинів становив 6.0.

У наступному, упродовж 30 хв. м'язові препарати відмивали релаксуючим розчином. Аплікація прокаїну (10^{-4} М) на тлі релаксуючого розчину з рН 6.0 не викликала змін їх базального рівня. У той же час, заміна релаксуючого розчину з вмістом прокаїну (10^{-4} М) на релаксуючий з рН 7.0 супроводжувалась розвитком напруження скінтованих м'язових смужок з виходом кривої на плато (Рис. 3). Максимальне значення цього напруження, розраховане по відношенню до максимального значення напруження ГМС, викликаного активуючим розчином з рН 6.8 становило $(60 \pm 10)\%$, $n=6$, а показник $t_{1/2}$ н змінювався приблизно вдвічі і становив 0.91 хв. Заміна релаксуючого розчину з рН 7.0 на аналогічний, але з рН 6.0 призводила до часткового розслаблення, величина якого становила половину величини напруження ГМС, викликаного релаксуючим розчином з рН 7.0. Це розслаблення характеризувалось значенням $t_{1/2}$ р = 0.26 хв. Крива розслаблення поверталась до базального рівня лише за умов заміни розчину зазначеного складу на релаксуючий з вмістом прокаїну в концентрації 10^{-4} М (в меншій мірі) та відповідно NaN_3 в концентрації 10^{-2} М у поєднанні з прокаїном (10^{-4} М) (у більшій мірі), що дозволяє думати про важливу роль за даних умов експерименту мітохондрій. Через 30 хв відмивання скінтованих ГМС релаксуючим розчином з рН 6.0 знову аплікували релаксуючий розчин з рН 7.0.

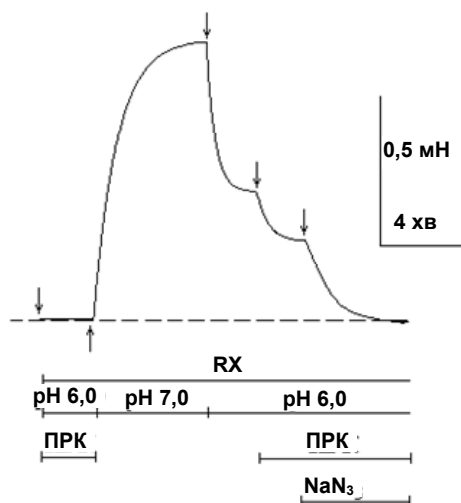


Рис. 3. Напруження-розслаблення скінтованої гладеньком'язової смужки, викликане релаксуючим розчином RX (рН 7.0). ПРК – прокаїн (10^{-4} М); концентрація NaN_3 становила 10^{-2} М

За цих умов експерименту препарати демонстрували напруження з виходом на плато. Це напруження ГМС було такого ж порядку, як і при попередній аплікації релаксуючого розчину з рН 7.0. Що стосується швидкості наростання напруження за даних умов, то вона була дещо знижена, а показник $t_{1/2}$ н становив 0.3 хв. З урахуванням того, що (як відомо з літературних джерел [10]), частина іонів кальцію в ГМС може зв'язуватись мітохондріями. При вказаному значенні рН релаксуючого розчину, до останнього вносили не тільки прокаїн в концентрації 10^{-4} М, але й динітрофенол та азид натрію в концентраціях: 10^{-3} та 10^{-2} М, відповідно. У відповідь на дію цього розчину відбувалось розслаблення м'язових препаратів, яке не досягало базального рівня м'язового тону. Останній встановлювався лише за умови

заміни розчину зазначеного складу на релаксуючий з рН 6.0. Значне зниження напруження препаратів у відповідь на дію релаксуючого розчину з рН 7.0 спостерігали при повторній його аплікації, причиною чого є, вірогідно, проведена попередньо аплікація динітрофенолу. Введення як до релаксуючого розчину з рН 7.0, так і до релаксуючого розчину з рН 6.0 динітрофенолу, прокаїну та NaN_3 у зазначених вище концентраціях, не впливало на величину напруження-розслаблення скінтованих гладеньком'язових смужок. Їх значення залишались значно нижче напруження-розслаблення ГМС, викликаного релаксуючим розчином з рН 7.0 до аплікації динітрофенолу. Одержані в роботі дозволяють думати, що у формуванні напруження скінтованих ГМС саесит задіяні як Ca^{2+} , так і рН-залежні (Ca^{2+} -незалежні) механізми активації скорочувального апарата цих м'язів, тоді як до їх розслаблення (Ca^{2+} -незалежної) залучаються також процеси депонування Ca^{2+} у внутрішньоклітинних запасниках цих катіонів.

Висновки. 1. Встановлено відмінності тензометричних та кінетичних характеристик напруження скінтованих сапоніном тонких гладеньком'язових смужок саесит, викликаного активуючим розчином (рСа=5) з різними значеннями рН, а також відповідно їх РХ-залежного розслаблення. Було виявлено, що час досягнення напівмаксимального значення напруження препаратів, на відміну від часу розвитку максимального напруження, значно залежав від рН розчину: у випадку рН 7.0 він складав 0.49 хв., тоді як при рН 6.0 – 1.9 хв.

2. З'ясовано, що заміна релаксуючого (з вмістом ЕГ-ТА) розчину з рН 6.0 на РХ-розчин з рН 7.0 з попередньою аплікацією прокаїну (10^{-4} М) викликає Ca^{2+} -незалежне напруження скінтованих ГМС, розслаблення яких за даних умов залежить не тільки від рН РХ-розчину, але й від присутності в ньому інгібіторів механізмів депонування Ca^{2+} в саркоплазматичному ретикулумі та (переважно) мітохондріях.

3. Показано, що попереднє внесення до РХ-розчину динітрофенолу, азиду натрію та прокаїну значно зменшує величину напруження-розслаблення скінтованих гладеньком'язових смужок в РХ-розчинах відповідно з рН 7.0 та 6.0.

1. Філіппов І.Б. Метаботропна регуляція синаптичного пуринергічного гальмування у вісцеральних гладеньких м'язах : Дис. канд. біол. наук: 03.00.02 / КНУ. – К., – 2008. – 129 с. 2. Kirchhoff P., Geibel J.P. Role of calcium and other trace elements in the gastrointestinal physiology // World J. Gastroenterol. – 2006. – V. 12(20). – P. 3229-3236. 3. Takashima S. Phosphorylation of Myosin Regulatory Light Chain by Myosin Light Chain Kinase, and Muscle Contraction // Circ. J. – 2009. – V. 73. – P. 208 – 213. 4. Данилова В.М. Біохімічні механізми регуляції скорочення гладеньких м'язів // Біополімери і клітина. – 1996. – Т. 12, № 4. – С. 5 – 24. 5. Радченко Н.В., Давидовська Т.Л., Цимбалюк О.В., Мірошніченко М.С., Іванов О.Я. Механічні характеристики хімічно скінтованих гладеньких м'язів саесит. Участь внутрішньоклітинних депо Ca^{2+} у формуванні їх вихідного та Ca^{2+} -індукованого напруження // Фізика живого. – 2008. – Т. 16, №2. – С. 32-37. 6. Цимбалюк О.В., Радченко Н.В., Давидовська Т.Л., Мірошніченко М.С. Аналіз динаміки змін напруження скінтованих гладеньких м'язів при їх активації іонами Ca^{2+} та кофеїном // Фізика живого. – 2009. – Т. 17, №1. – С. 72 – 75. 7. Van Eyk J., Arrell K., Foster B. et al. Different Molecular Mechanisms for Rho Family GTPase-dependent, Ca^{2+} -independent Contraction of Smooth Muscle // J. Biol. Chem. – 1997. – V. 272(36). – P. 23433-23439. 8. Somlyo A., Somlyo A. Signal transduction by G-proteins, Rho-kinase and protein phosphatase to smooth muscle and non-muscle myosin II // J. Phys. – 2000. – V. 522(2). – P. 177–185. 9. Давидовська Т.Л., Зима В.Л. Скінтовані гладеньком'язові клітини: регуляторні механізми скорочення-розслаблення м'язу // Вісник Київського університету. Біологія. – 1993. – Вип. 25. – С. 73-80. 10. Karaki H., Ozaki H., Hori M. et al. Calcium Movements, Distribution, and Functions in Smooth Muscle // Pharmacol. Rev. – 1997. – V. 49(2). – P. 157-230.

Надійшла до редколегії 1.01.11

УДК 616.6:616.8

М. Матвієнко, асп., А. Пустовалов, канд. біол. наук,
М. Дзержинський, д-р біол. наук

ВПЛИВ СТРЕСУ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ МІТОХОНДРІЙ АСТРОЦИТІВ І НЕЙРОЦИТІВ АРКУАТНОГО ТА ПРЕОПІЧНОГО ЯДЕР ГІПОТАЛАМУСА ЩУРІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ СТАТЕВОГО ЦИКЛУ

Встановлено зростання морфометричних параметрів функціональної активності мітохондрій фіброзних і протоплазматичних астроцитів після впливу іммобілізаційного стресу у тварин як на стадії еструсу, так і дієструсу. Натомість у нейроцитів подібних змін не спостерігалось.

The increase of the morphometric parameters of mitochondria functional activity in fibrous and protoplasmic astrocytes is fixed after immobilization stress effect in animals both at the stage of estrus and diestrus. Instead neurocytes haven't shown such changes.

Вступ. Щільний структурний взаємозв'язок є основою для фізіологічних і патологічних взаємодій глії й нейронів. У результаті дослідження цих взаємодій була сформульована концепція про існування в ЦНС динамічних нейрон-гліальних сигнальних процесів. Можливість передачі сигналів від нейронів до глії відкриває багато варіантів для міжклітинних комунікацій. Враховуючи кількісне нейрон-гліальне клітинне співвідношення, можна припустити, що гліальна мережа може бути перспективним об'єктом при розробці методів та засобів терапії [1, 2, 4, 6].

Важливими й актуальними є дослідження нейрон-гліальних взаємодій в умовах стресу та їхньої ролі в регуляції розмноження тварин. Загальноовизнано, що стресові фактори здатні порушувати регулярність естрального циклу й негативно впливати на репродуктивну здатність організму [3, 5].

Метою роботи було дослідити зміни показників функціональної активності астроцитів і нейронів преопічного та аркуатного ядер гіпоталамуса щурів, які відіграють провідну роль у регуляції репродуктивної функції, на різних стадіях статевих циклу та в умовах іммобілізаційного стресу.

Матеріали та методи. Дослідження структурно-функціональних змін нейронів та гліальних клітин гіпоталамуса та їхнього впливу на стан репродуктивної системи щурів в умовах іммобілізаційного стресу (90 хв.) проводили на самках щурів *Rattus norvegicus* трьохмісячного віку. Тварини були розділені на 2 серії (контрольна серія та серія стресованих тварин), кожна серія, у свою чергу, складалася із двох груп (особини на стадії еструсу та дієструсу). При проведенні експерименту тварин утримували в умовах одного віварію на стандартному харчовому раціоні. Наприкінці дослідження тварин усіх експериментальних груп піддали декапітації.

Для гістологічних досліджень видалені гіпоталамічні ділянки мозку щурів були оброблені глутаровим альдегідом на фосфатному буфері (рН 7,4), дофіксовані 1% розчином осмієвої кислоти та проведені через спирти зростаючої концентрації з подальшим зневодненням в ацетоні. Препарати були витримані в суміші епоксидних смол для заливки: Епон-812, аралдіт-М, DDSA, DMP-30. Зрізи для електронної мікроскопії (товщиною 30 нм) виготовляли на ультрамикротомі LKB Ultratom ME III TYP 888802. Контрастування зрізів проводили 1% розчином уранілацетату й цитрату свинцю. Ультраструктурне дослідження здійснювали під електронним мікроскопом TEM-125 С (АТ "Селмі", Суми) [7].

На електроннограмах, отриманих на збільшенні $\times 40000$, проводили підрахунок параметрів мітохондрій за допомогою програмного забезпечення Scion Image. Висновки про функціональну активність мітохондрій робили на підставі вивчення наступних морфометричних показників: S1 – площа перерізу мітохондрій (nm^2);

S2 – площа перерізу внутрішньої мітохондріальної камери (ВМК) (nm^2);

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою методів варіаційної статистики. Вірогідність різниці між морфометричними показниками контрольних та піддослідних груп щурів оцінювали за t-критерієм Стьюдента. Достовірність вважали різницю між контрольними та піддослідними серіями при $p \leq 0,05$. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення SEWSS STATISTICA 7.0. for Windows.

Результати та їх обговорення При стресі в аркуатному ядрі (АЯ) та преопічному ядрі (ПЯ) гіпоталамуса щурів як на стадії еструсу, так і на стадії дієструсу спостерігається достовірне збільшення площі перерізу ядер нейроцитів, порівняно із групами, що не підлягали дії стресу. Для фіброзних астроцитів характерне достовірне збільшення даного показника в АЯ й ПЯ як на стадії еструсу, так і на стадії дієструсу в групах, що підлягали дії стресу. Протоплазматичні астроцити продемонстрували зміну площі перерізу ядер наступним чином: збільшення в ПЯ на стадії еструсу при стресі та зменшення в АЯ й ПЯ на стадії дієструсу при стресі, порівняно з відповідними контрольними групами. Досліджуваний показник достовірно зростає в нейроцитах АЯ контрольної групи на стадії еструсу та ПЯ в стресованій групі на стадії еструсу в порівнянні з відповідною групою на стадії дієструсу. Площа перерізу ядер фіброзних астроцитів достовірно збільшується в ПЯ контрольної групи на стадії еструсу, а також в АЯ й ПЯ стресованої групи на стадії еструсу, порівняно з відповідною групою на стадії дієструсу. В АЯ контрольної групи на стадії еструсу фіброзні астроцити проявляють достовірне зменшення досліджуваного показника, у порівнянні із групою на стадії дієструсу. Нейроцити АЯ на стадії еструсу достовірно збільшують площу перерізу ядер порівняно з групою на стадії дієструсу. Даний показник у фіброзних астроцитів АЯ й ПЯ як у контрольній групі, так і в стресованій, зазнає достовірних змін на стадії еструсу, порівняно з дієструсом. А саме в АЯ контрольної групи та в ПЯ контрольної й стресованої груп фіброзні астроцити характеризуються зменшенням площі перерізу ядер на стадії еструсу, порівняно з дієструсом. У ПЯ контрольної групи на стадії еструсу у фіброзних астроцитах спостерігається збільшення досліджуваного показника, у порівнянні із клітинами на стадії дієструсу. Для протоплазматичних астроцитів характерне достовірне збільшення площі перерізу в АЯ й ПЯ як контрольної, так і стресованої груп на стадії еструсу, порівняно з відповідною групою на стадії дієструсу (Табл.1). Зміни площі перерізу мітохондрій клітин в залежності від стадії естрального циклу та при стресі. Нейроцити преопічного ядра гіпоталамуса щурів як на стадії дієструсу ($13,9 \pm 1,8 \cdot 10^4 \text{ nm}^2$), так і на стадії еструсу ($13,1 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ nm}^2$) проявили достовірне зменшення площі перері-

зу мітохондрій на тлі стресу, порівняно з відповідними контрольними групами ($10,8 \pm 1,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $10,1 \pm 0,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Нейроцити інших груп не показали достовірних змін за даним показником. Загалом мітохондрії нейроцитів ПЯ як на стадії дієструсу, так і на стадії еструсу достовірно зменшують площу перерізу на тлі стресу.

Достовірно зміну площі перерізу мітохондрій продемонстрували фіброзні астроцити аркуатного ядра на стадії дієструсу під дією стресу в бік зменшення даного параметру ($9,4 \pm 0,7 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з контрольною групою ($12,6 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$).

Також достовірно змінилася площа перерізу мітохондрій у фіброзних астроцитів як аркуатного, так і преоптичного ядра на стадії еструсу в бік зростання даного параметра в стресованих групах, порівняно з відповідними контрольними. Так, ФА аркуатного ядра на стадії еструсу мають площу $30,6 \pm 10,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$ на тлі стресу, порівняно з контрольною групою ($8,7 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Площа перерізу мітохондрій ФА преоптичного ядра на стадії еструсу становить $13,7 \pm 1,4 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$, порівняно з контрольною групою ($8,8 \pm 2,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Також збільшення даного параметру спостерігається в мітохондріях ФА преоптичного ядра гіпоталамуса щурів на стадії дієструсу при стресі ($9,9 \pm 1,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з контрольною групою ($6,3 \pm 0,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$).

Таким чином, зміни досліджуваного параметра у фіброзних астроцитів на стадії еструсу і на стадії дієструсу при стресі носять різноспрямований характер, а саме на тлі стресу площа перерізу мітохондрій у даних клітин достовірно зростає у тварин на стадії еструсу.

У протоплазматичних астроцитів площа перерізу мітохондрій достовірно збільшилася як в аркуатному ($15,3 \pm 1,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), так і в преоптичному ядрі ($13,8 \pm 2,1 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) на стадії еструсу, а також у преоптичному ядрі на стадії дієструсу ($13,4 \pm 1,4 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) при стресі, порівняно з відповідними контрольними групами ($8,8 \pm 0,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $10,6 \pm 1,1 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $8,3 \pm 1,1 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Так, у протоплазматичних астроцитів площа перерізу мітохондрій достовірно зростає при стресі незалежно від стадії естрального циклу.

При аналізі змін площі перерізу мітохондрій в залежності від стадії естрального циклу нейроцити як контрольних, так і стресованих груп не показали достовірних змін за даним параметром.

У фіброзних астроцитів аркуатного ядра контрольної групи достовірно зменшилася площа перерізу мітохондрій на стадії еструсу ($8,7 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з контрольною групою на стадії дієструсу ($12,6 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Також даний параметр зазнає достовірного збільшення у мітохондріях ФА аркуатного ядра стресованої групи на стадії еструсу ($30,6 \pm 10,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з відповідною групою на стадії дієструсу ($8,7 \pm 1,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Таким чином у ФА різноспрямовано змінюється площа перерізу мітохондрій на різних стадіях статевго циклу в умовах стресу – при стресі має тенденцію зростати на стадії еструсу, порівняно з дієструсом.

Площа перерізу мітохондрій протоплазматичних астроцитів достовірно знижується в аркуатному ядрі контрольної групи на стадії еструсу ($8,8 \pm 2,0 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з клітинами на стадії дієструсу ($13,8 \pm 0,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$).

Загалом нейроцити ПЯ гіпоталамуса щурів як на стадії дієструсу, так і на стадії еструсу показали достовірне зменшення площі перерізу мітохондрій на тлі стресу, порівняно з контрольними групами. Фіброзні астроцити проявили зміни за досліджуваним параметром як на тлі стресу, так і в залежності від стадії статевго циклу. У мітохондріях протоплазматичних астроцитів спостерігаються достовірні зміни під впливом стресу

і на різних стадіях естрального циклу. Варто зазначити, в аркуатному ядрі гіпоталамуса в контрольних групах щурів на стадії еструсу як у фіброзних, так і у протоплазматичних астроцитів достовірно зменшується показник площі перерізу мітохондрій, порівняно з групами на стадії дієструсу (Табл. 1). Зміни площі перерізу внутрішньомітохондріальної камери клітин в залежності від стадії естрального циклу та при стресі. У нейроцитів преоптичного ядра гіпоталамуса щурів як на стадії дієструсу ($4,5 \pm 0,7 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), так і на стадії еструсу ($4,2 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) при стресі зафіксовано достовірне зменшення площі перерізу ВМК, порівняно з відповідними контрольними групами ($6,6 \pm 1,1 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $6,2 \pm 0,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$).

Мітохондрії фіброзних астроцитів демонструють достовірні зміни досліджуваного параметру в бік зменшення останнього в аркуатному ядрі на стадії дієструсу при стресі ($4,4 \pm 0,3 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з контрольною групою ($6,1 \pm 0,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Інші групи астроцитів проявили протилежні зміни даного показника на тлі стресу. Зокрема, в АЯ у ФА на стадії еструсу при стресі достовірно зростає площа перерізу ВМК ($13,3 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), порівняно з контрольною групою ($4,0 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Також досліджуваний параметр достовірно зростає в мітохондріях ФА преоптичного ядра гіпоталамуса тварин як на стадії дієструсу ($4,5 \pm 0,7 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), так і на стадії еструсу ($6,5 \pm 0,7 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) при стресі, порівняно з відповідними контрольними групами ($2,8 \pm 0,3 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $4,0 \pm 1,2 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$).

Площа перерізу ВМК достовірно зростає у протоплазматичних астроцитів при стресі в преоптичному ядрі на стадії дієструсу ($6,0 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), на відміну від контрольної групи ($3,7 \pm 0,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Також достовірне зростання за даним параметром проявили протоплазматичні астроцити як аркуатного ($6,2 \pm 0,8 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), так і преоптичного ядра ($6,4 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) на стадії еструсу стресованих груп щурів, порівняно з відповідними контрольними групами ($3,4 \pm 0,3 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$; $4,3 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Таким чином, протоплазматичні астроцити аркуатного і преоптичного ядра гіпоталамуса тварин як на стадії еструсу, так і на стадії дієструсу показали достовірне зростання площі перерізу ВМК ПА у стресованих групах, порівняно з контрольними.

При дослідженні змін площі перерізу ВМК нейроцитів як аркуатного, так і преоптичного ядра на різних стадіях статевго циклу не зафіксовано достовірних відмінностей за даним параметром.

В аркуатному ядрі як контрольної ($4,0 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), так і стресованої групи ($13,3 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) фіброзні астроцити показали достовірні зміни площі перерізу ВМК клітин на стадії дієструсу, порівняно з еструсом. А саме мітохондрії ФА аркуатного ядра контрольної групи на стадії еструсу достовірно зменшують площу перерізу ($4,4 \pm 0,3 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), на відміну від групи на стадії дієструсу ($6,1 \pm 0,6 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$). Фіброзні астроцити аркуатного ядра на тлі стресу проявляють достовірні зміни за досліджуваним параметром у бік його збільшення на стадії еструсу, порівняно з дієструсом.

Таким чином, ФА аркуатного ядра гіпоталамуса проявляють різноспрямовані зміни площі перерізу мітохондрій на різних стадіях статевго циклу при стресі. А саме на тлі стресу даний показник зростає у тварин на стадії еструсу, порівняно з відповідною групою на стадії дієструсу.

У протоплазматичних астроцитів достовірно зменшився показник площі перерізу ВМК клітин аркуатного ядра контрольної групи щурів на стадії еструсу ($3,4 \pm 0,3 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$), на відміну від групи на стадії дієструсу ($6,4 \pm 0,5 \cdot 10^4 \text{ нм}^2$) (Табл. 1).

Таблиця 1. Площа перерізу мітохондрій та внутрішньої мітохондріальної камери, nm^2

Група тварин	Зона гіпоталамуса	Площа перерізу мітохондрій, 10^4nm^2			Площа перерізу внутрішньої мітохондріальної камери, 10^4nm^2		
		нейроцитів	фіброзних астроцитів	Протоплазматичних астроцитів	нейроцитів	фіброзних астроцитів	Протоплазматичних астроцитів
КД	АЯ	14,8±2,0	12,6±1,0	13,8±2,1	6,1±1,0	6,1±0,6	6,5±1,1
	ПЯ	13,9±1,8	6,3±0,6	8,3±1,1	6,6±1,1	2,8±0,3	3,7±0,6
КЕ	АЯ	12,4±1,7	8,7±1,0 [#]	8,8±0,8 [#]	5,5±0,6	4,0±0,5 [#]	3,4±0,3 [#]
	ПЯ	13,1±1,0	8,8±2,0	10,6±1,1	6,2±0,6	4,0±1,2	4,3±0,5
СД	АЯ	13,0±0,9	9,4±0,7*	13,1±1,9	6,3±0,5	4,4±0,3*	6,0±1,0
	ПЯ	10,8±1,8*	9,9±1,5*	13,4±1,4*	4,5±0,7*	4,5±0,7*	6,0±0,5*
СЕ	АЯ	13,5±1,5	30,6±10,8 ^{#*}	15,3±1,6*	6,5±1,0	13,3±0,5 ^{#*}	6,2±0,8*
	ПЯ	10,1±0,8*	13,7±1,4*	13,8±0,8*	4,2±0,5*	6,5±0,7*	6,4±0,5*

– $p \leq 0,05$, порівняно з відповідною групою, на стадії дієструсу;

* – $p \leq 0,05$, порівняно з відповідною групою, що не піддавалася стресу.

Загалом фіброзні та протоплазматичні астроцити аркуатного ядра гіпоталамуса тварин контрольної групи на стадії еструсу продемонстрували достовірне зниження показника площі перерізу ВМК мітохондрій на стадії еструсу, порівняно з групами на стадії дієструсу.

Досліджуючи особливості морфометричних показників мітохондрій у клітин на різних стадіях статевих циклу, нейроцити не показали достовірних змін як на стадії дієструсу, так і на стадії еструсу.

У фіброзних астроцитів досліджувані параметри зазнають збільшення у щурів на стадії еструсу при стресі, але у тварин контрольної групи ці ж показники зменшуються. Дані зміни особливо контрастно проявляються в АЯ гіпоталамуса.

Мітохондрії протоплазматичних астроцитів демонструють зменшення морфометричних показників на стадії еструсу в АЯ щурів переважно контрольної групи, але частково і при стресі. Такі зміни можна пояснити зниженням синтетичної активності мітохондрій астроцитів на стадії еструсу.

Астроцити проявили більше достовірних змін як на тлі стресу, так і в залежності від стадії естрального циклу. Можна припустити, що мітохондрії астроцитів більше залучені в стресових реакціях.

Висновки. Отримані результати проведених досліджень показали, що:

1. У щурів на стадії еструсу, порівняно з дієструсом, спостерігається зменшення морфометричних показників функціональної активності мітохондрій фіброзних і протоплазматичних астроцитів, на відміну від мітохондрій нейроцитів, у яких достовірних змін не виявлено. Астроцити зменшують функціональну активність на стадії еструсу, порівняно з дієструсом. Тим часом стадія естрального циклу не впливає на функціональну активність нейроцитів.

2. У фіброзних астроцитів аркуатного й преоптичного ядер гіпоталамуса щурів зростають морфометричні показники функціональної активності мітохондрій після

впливу іммобілізаційного стресу як у тварин на стадії еструсу, так і дієструсу. Незалежно від стадії естрального циклу фіброзні астроцити в досліджуваних гіпоталамічних ядрах продемонстрували зростання функціональної активності на тлі іммобілізаційного стресу.

3. Протоплазматичні астроцити тварин на стадіях еструсу і дієструсу демонструють зростання морфометричних параметрів мітохондрій під дією іммобілізаційного стресу як в аркуатному, так і в преоптичному ядрах гіпоталамуса. Аналогічно з фіброзними, протоплазматичні астроцити збільшують свою функціональну активність під впливом іммобілізаційного стресу.

4. В мітохондріях нейроцитів аркуатного й преоптичного ядер гіпоталамуса спостерігається зменшення параметрів функціональної активності на тлі іммобілізаційного стресу. Нейроцити, на відміну від астроцитів, при стресі знижують свою функціональну активність.

1. Зуева М.В. Неспецифическая терапия и роль хронобиологии в решении проблемы оптимальности терапевтических воздействий // Материалы Первого Российского Съезда по хронобиологии и хрономедицине с международным участием. – Владикавказ, 2008. – С. 25-26. 2. Caleb E. Neurons, glia and plasticity in normal brain aging // Neurobiology of Aging. – 2003. – Vol. 1, № 24. – P. 123-127. 3. Devall A.J., Lovick T.A. Differential activation of the periaqueductal gray by mild anxiogenic stress at different stages of the estrous cycle in female rats. // Neuropsychopharmacology. – 2010. – Vol. 5, № 35. – P. 1174-1185. 4. Fellin T. Communication between neurons and astrocytes: relevance to the modulation of synaptic and network activity // Neurochemistry. – 2009. – Vol. 3, № 108. – P. 533-544. 5. Goldstein J.M., Jerram M., Abbs B., Whitfield-Gabrieli S., Makris N. Sex differences in stress response circuitry activation dependent on female hormonal cycle. // J. Neurosci. – 2010. – Vol. 2, № 30. – P. 431-438. 6. Milligan E.D., Watkins L.R. Pathological and protective roles of glia in chronic pain // Nat. Rev. Neuroscience. – 2009. – Vol. 1, № 10. – P. 23-26. 7. Sato S., Aadachi A., Sasaki Y., Ghazizadeh M. Oolong tea extract as a substitute for uranyl acetate in staining of ultrathin section // J. Microscopy. – 2008. – Vol. 1, № 229. – P. 17-20.

Надійшла до редколегії 17.01.2011

УДК 577.112.7

Р. Маруніч, асп., Д. Мінченко, наук. співроб.,
А. Кузнєцова, наук. співроб., О. Мінченко, проф.

ДОБОВА ДИНАМІКА ЕКСПРЕСІЇ ЦИРКАДІАЛЬНИХ ГЕНІВ CLOCK, BMAL1 ТА PER1 У РІЗНИХ ТКАНИНАХ ЩУРІВ

Протікання більшості біохімічних та фізіологічних процесів в організмі має циркадальний характер і контролюється системою циркадального годинника, молекулярними компонентами якого є циркадальні фактори групи період (Per), криптохроми (Cry), BMal та Clock, а також кazeїнкінази-1, що регулюють їх функціональну активність, причому порушення механізмів їх регуляції може спричинювати розлади у функціонуванні сигнальних каскадів у клітинах і призводити до виникнення патологічних процесів. Встановлено, що рівень експресії мРНК BMal1, Clock та Per1 по-різному змінюється в різних тканинах щурів протягом доби. Рівень експресії мРНК Per1 протягом дня збільшується в головному мозку, серці і легенях, досягаючи максимальних значень о 22-й годині, а у сім'яниках – підвищувався о 14-й і знижувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку. Рівень експресії мРНК BMal1 зменшувався у серці протягом дня, у сім'яниках – о 18-й годині, досягаючи максимальних значень о 22-й годині, а у головному мозку і легенях – знижувався о 18-й і підвищувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку. В той же час, рівень експресії мРНК Clock збільшувався у головному мозку лише вдень, в легенях знижувався протягом дня і збільшувався о 22-й годині, а у сім'яниках та серці знижувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку. Результати даної роботи свідчать про наявність тканино-специфічних циклічних змін в рівнях експресії циркадальних генів Per1, BMal1 та Clock на рівні мРНК, чим і визначається циркадальний характер регуляції метаболічних процесів у клітинах.

Most of biochemical and physiological processes of an organism proceed in a circadian manner and are controlled by the circadian clock. Circadian factors of period (Per) and cryptochrome (Cry) groups, BMal and Clock as well as casein kinase-1 are molecular components of circadian clock system, which regulates the functional activity of circadian factors. In addition, changes in the mechanisms of their regulation could cause signal cascades in cells to function improperly and could lead to appearance of many pathological processes. It has been shown that expression levels of BMal1, Clock and Per1 mRNA are changed during day in different rat tissues. Thus, the level of Per1 mRNA expression is increased in the brain and lungs from 6:00 during day time with maximal significance at 22:00, but in testes it is increased at 14:00 and decreased at 22:00 as compared to 6:00. The level of Per1 mRNA expression is decreased in the heart from 6:00 during day time and in the testes – from 18:00 with maximal significance at 22:00. However, in the brain and lungs it is decreased at 18:00 but significantly increased at 22:00. At the same time the level of Clock mRNA expression in the brain is increased in day time only, in the lungs – is decreased during the day and increased at 22:00; in the testes and heart is decreased from 6:00 to 22:00. The results of this work convincingly show the existence of tissue specific cyclic changes in the levels of expression of the circadian genes Per1, BMal1 and Clock at mRNA level which determine circadian character of cell metabolism regulation.

Вступ. Протягом останніх років детально досліджуються молекулярні основи сигнальних систем у клітинах різних організмів, що визначають вищі рівні регуляції найбільш важливих метаболічних процесів, зокрема регуляторні системи, та циклічний характер протікання основних процесів життєдіяльності та поведінки організмів протягом доби і генеруються на молекулярному рівні циркадальним годинником який представляє собою групу взаємопов'язаних між собою факторів родини Period (Per1, Per2 і Per3) та криптохромів (Cry1 і Cry2), а також факторів BMal1 і Clock, функція яких контролюється рядом протеїнкіназ, зокрема кazeїнкінази-1 епсилон та дельта [1 – 6]. Циркадальні гени, основними з яких є Clock, BMal1, Per1 та Per2, кодують синтез транскрипційних факторів, що регулюють експресію значної групи генів сигнальної мережі і є ключовими регуляторами метаболізму як в нормі, так і за багатьох патологічних станів. Відомо, що при ряді захворювань спостерігаються порушення регуляції експресії ряду циркадальних генів, які можуть бути причетні і до виникнення та прогресії злоякісних пухлин. Саме тому, вивчення молекулярних механізмів регуляції експресії цих генів як в нормі, так і за різних патологічних станів, є надзвичайно актуальною проблемою біохімії сьогодення, оскільки дозволяє глибше пізнати молекулярні основи патологічних процесів і знаходити молекулярні мішені для розробки лікарських препаратів. Циркадальний годинник присутній у кожній клітині організму, але його функція контролюється центральним годинником, що локалізується в певних структурах головного мозку [2].

Більшість основних метаболічних процесів в організмі, в тому числі і обмін глюкози, мають циклічний характер і контролюються циркадальними транскрипційними факторами [7 – 10]. Вони регулюють експресію досить великої групи генів сигнальної мережі, вони можуть бути причетні також і до виникнення та прогресії злоякісних пухлин, оскільки контролюють цикл поділу клітин та активність онкогенів і генів, пригнічуючих ріст

пухлин [11 – 14]. Циркадальні гени щоденно змінюють циркадальні ритми різноманітних процесів в організмі, що є наслідком ритмічних щоденних змін в експресії самих циркадальних генів і це було чітко показано для генів Per1, Per2 та Cry2.

Було встановлено, що регуляція метаболізму факторами циркадального годинника включає в себе постійний взаємозв'язок між регулюючою системою і метаболічними шляхами [8, 9]. Більше того, для циркадальних факторів у ссавців характерне явище зворотного зв'язку в механізмах регуляції: кazeїнкіназа-1 епсилон зв'язується з Per2, а потім з Cry та комплексом Clock:BMal1, створюючи негативну регуляторну петлю, що надзвичайно важливо для точної і чіткої роботи циркадального годинника [4, 5, 15, 16].

На даний час встановлено, що сон і циркадальні ритми мають сильний вплив на енергетичний обмін і їх порушення є важливим компонентом механізмів поширення епідемії ожиріння та цукрового діабету [8, 17]. Більше того, ці патології взаємно доповнюють одна одну. Ожиріння суттєво ускладнює протікання цукрового діабету. Система циркадального годинника відіграє фундаментальну роль в енергетичному обміні. Не дивлячись на те, що ці дослідження ще тільки починаються, вони є надзвичайно важливим концептуальним та експериментальним підґрунтям для розуміння молекулярних основ метаболічних захворювань [8, 17]. Експресія циркадальних генів є також чутливою до дії на організм токсичних хімічних сполук, зокрема метилтретбутилового ефіру, що має виражений негативний вплив на здоров'я людей [18].

Метою даного дослідження було вивчення добової динаміки експресії циркадальних генів Per1, BMal1 та Clock у різних тканинах щурів, які є молекулярними компонентами циркадального годинника, що контролює більшість основних метаболічних процесів в організмі і порушення яких приводить до розвитку різноманітних патологій.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проводили на щурах-самцях лінії Wistar вагою 220 – 240 грамів згідно з загально прийнятими міжнародними правилами роботи з лабораторними тваринами. Для дослідження добової динаміки експресії циркадальних генів щурам давали наркоз і забивали о 6, 10, 14, 18 та 22 години (по три тварини у кожній групі). Для виділення РНК брали легені, головний мозок, сім'яники та серце, заморожували їх у рідкому азоті і використовували для виділення РНК, яку виділяли за допомогою реагенту Тризол (Trizol; Invitrogen, США) згідно протоколу виробника, як описано раніше [20]. Осаджували РНК рівним об'ємом 2-пропанолу. Осади РНК промивали двічі 75 % етанолом і розчиняли у воді, що не містить домішок рибонуклеаз. РНК із легень, головного мозку, сім'яників та серця щурів використовували як матрицю для синтезу комплементарних ДНК (кДНК). Реакцію зворотної транскрипції проводили з допомогою набору SuperScript II Reverse Transcriptase (Invitrogen, США) та оліго(dT) праймера згідно протоколу виробника.

Для дослідження експресії мРНК циркадальних генів *Per1*, *Clock* та *Bmal1* був використаний метод кількісної полімеразної ланцюгової реакції кДНК, отриманих шляхом зворотної транскрипції матричних РНК. Кількісну полімеразну ланцюгову реакцію проводили на апараті "Stratagene Mx 3000P cyciler". Для ампліфікації кДНК цих циркадальних генів та бета-актину, як контрольного гена, використовували ABsolute qPCR SYBR Green Mix (Thermo Scientific, Об'єднане Королівство) та специфічні для цих генів щура пари праймерів (Sigma, США). Ампліфікацію кДНК *Per1* проводили з використанням таких праймерів: прямого – 5'-TCTCTTCTCAGAACTGGATG –3' та зворотного 5'-GGAAGCCTCTCATTAGACTGC –3', нуклеотидні послідовності яких відповідають залишкам нуклеотидів 3699 – 3718 та 3983 – 3963, відповідно, в мРНК *Per1* щура (GenBank номер NM_001034125). Для ампліфікації кДНК *Bmal1* були використані прямий (5'-TGACCCTCATGGAAGGTAG –3') та зворотний (5'-AATCCATCTGCTGCCCTGAG –3') праймери, нуклеотидні залишки яких відповідають залишкам нуклеотидів 753 – 772 та 1042 – 1061 у послідовності мРНК *Bmal1* щура (GenBank номер NM_024362). Для ампліфікації кДНК *Clock* були використані такі праймери: прямий (5'-TGACAGTCAGATGCTAGTG –3') та зворотний (5'-TGATCCACAAGATCATGG –3'). Нуклеотидні залишки цих праймерів відповідають залишкам нуклеотидів 264 – 283 та 455 – 436 в послідовності мРНК *Clock* щура (GenBank номер NM_021856). Рівень експресії мРНК *Per1*, *Clock* та *Bmal1* нормалізували по експресії мРНК бета-актину. Для ампліфікації кДНК бета-актину використовували наступні праймери: прямий – 5'-GGACTTCGAGCAAGAGATGG –3' та зворотний – 5'-AGCACTGTGTTGGCGTACAG –3'. Прямий праймер починається із 704-го нуклеотидного залишку (5'-позиція), а зворотний – з 937-го нуклеотидного залишку (3'-позиція; GenBank номер X00351). Зміни в експресії мРНК циркадальних факторів *Per1*, *Clock* та *Bmal1* у цих органах з 10:00 до 22:00 порівнювали з шостою годиною ранку, прийнятою за 100 %. Аналіз результатів виконували з допомогою спеціальної комп'ютерної програми "Differential expression calculator", а статистичний аналіз – в Excel програмі.

Результати дослідження та їх обговорення. Експресію мРНК циркадальних факторів *Per1*, *Bmal1* та *Clock* досліджували в серці, головному мозку, легенях та сім'яниках з 6-ї години ранку до 10-ї години вечора з інтервалом в чотири години методом кількісної полімеразної реакції комплементарних ДНК, отриманих методом зворотної

транскрипції РНК з метою виявлення можливої ритмічності їх експресії протягом дня на рівні мРНК.

Проведеними дослідженнями встановлено, що рівень експресії мРНК *Per1* у легенях суттєво не змінювався протягом першої половини досліджуваного періоду часу, а потім підвищувався і о десятої години вечора спостерігалось максимальне (на 66 %) підвищення рівня експресії мРНК цього циркадального фактора у порівнянні з шостою годиною ранку (рис. 1, А).

Разом з тим, рівень експресії мРНК фактора *Per1* у головному мозку збільшувався починаючи з 10-ї години і залишався підвищеним о 14-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку, а потім, о 18:00, істотних змін у рівні експресії мРНК циркадального фактора *Per1* не спостерігалось (рис. 1, А). В той же час, із даних, представлених на цьому ж рисунку, видно, що о 22-й годині було виявлено різке підвищення рівня експресії мРНК циркадального фактора *Per1* у головному мозку порівняно з шостою годиною ранку.

На рис. 1, Б наведені результати дослідження експресії мРНК циркадального фактора *Per1* у сім'яниках та серцевому м'язі, звідки видно, що рівень експресії мРНК цього фактора у серцевому м'язі підвищувався о 10:00, ще більше о 14:00 та 18:00, досягаючи максимальних значень о 22-й годині. В той же час, у сім'яниках рівень експресії мРНК *Per1* у порівнянні з шостою годиною ранку суттєво не змінювався о 10:00, збільшувався о 14:00 і майже вдвічі знижувався о 18:00 та 22:00 у порівнянні з шостою годиною ранку.

Як видно із даних, наведених на рис. 2, А, рівень експресії мРНК іншого циркадального гена, *Bmal1*, у легенях двічі суттєво знижувався протягом першої половини досліджуваного періоду часу (о 10-й та 18-й годині) у порівнянні з шостою годиною ранку і підвищувався о 14-й (до рівня, що відмічався о 6:00) і о 22-й годині спостерігалось максимальне (на 66 %) підвищення рівня експресії мРНК цього циркадального фактора порівняно з 6:00. Було також встановлено, що рівень експресії мРНК *Bmal1* у головному мозку суттєво збільшувався о 10-й годині ранку і знижувався о 18:00 у порівнянні з шостою годиною ранку, збільшуючись знову о 22:00 (рис. 2, А). На рис. 2, Б представлені результати дослідження експресії мРНК *Bmal1* у сім'яниках та серцевому м'язі. Встановлено, що рівень експресії мРНК *Bmal1* у сім'яниках істотно не змінювався протягом першої половини досліджуваного часу, а о 18:00 знижувався майже вдвічі у порівнянні з шостою годиною ранку і ще більше (майже втричі) знижувався о 22-й годині. В той же час у серцевому м'язі рівень експресії мРНК цього транскрипційного фактора суттєво знижувався у порівнянні з шостою годиною ранку протягом всього досліджуваного періоду часу: о 10:00 і 14:00 – майже вдвічі та о 18:00 і 22-й годині – майже в три рази.

Як видно із даних, наведених на рис. 3, А, рівень експресії мРНК циркадального гена *Clock* у легенях знижувався протягом більшої половини досліджуваного періоду часу (о 10-й, 14-й та 18-й годині) у порівнянні з шостою годиною ранку і різко підвищувався о 22-й годині. Було також встановлено, що рівень експресії мРНК *Clock* у головному мозку суттєво не змінювався о 10-й годині ранку, але збільшувався о 14-й та 18-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку, повертаючись до рівня 6-ї години о 22:00 (рис. 3, А). На рис. 3, Б представлені результати дослідження експресії мРНК цього циркадального фактора у сім'яниках та серцевому м'язі. Встановлено, що рівень експресії мРНК *Clock* у сім'яниках істотно не змінювався протягом першої половини досліджуваного часу, а о 18:00 та 22:00 знижувався майже вдвічі у порівнянні з шостою годиною ранку.

ку. В той же час у серцевому м'язі рівень експресії мРНК цього транскрипційного фактора істотно не змінювався о 10:00 та о 18:00 у порівнянні з шостою годи-

ною ранку, але о 14-й годині спостерігалось підвищення рівня експресії мРНК Clock майже у півтора рази, а о 22-й годині – зниження.

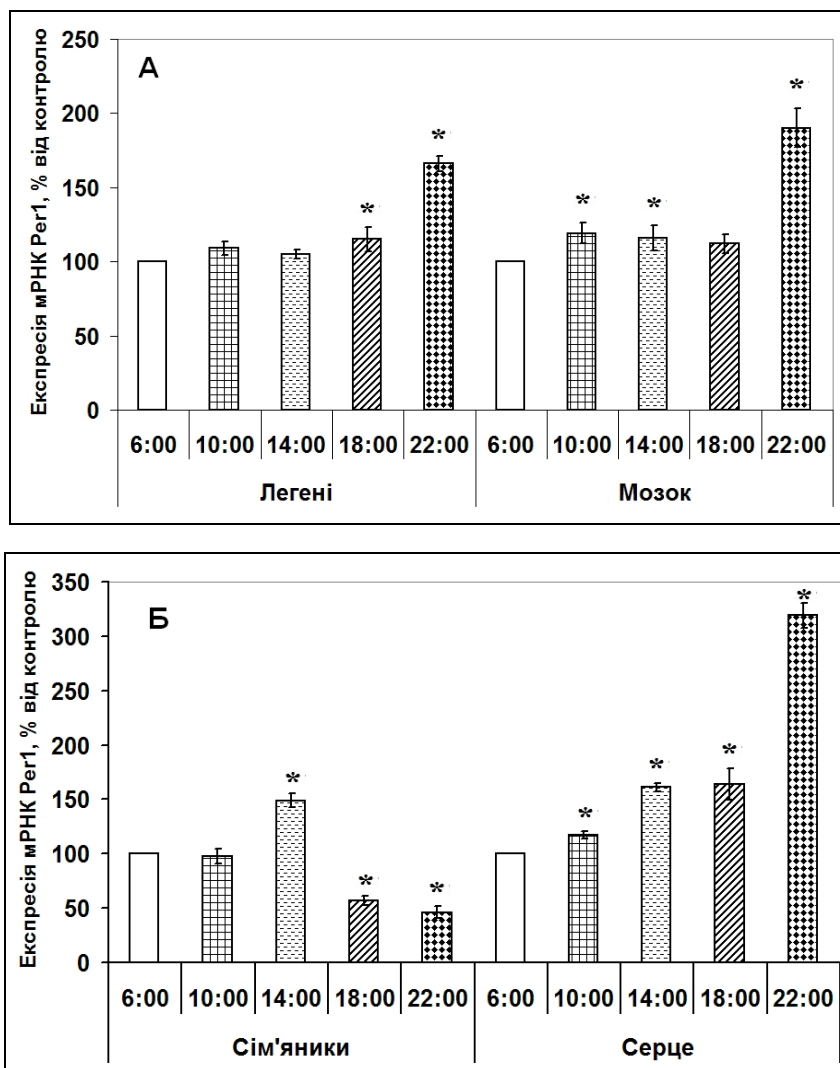
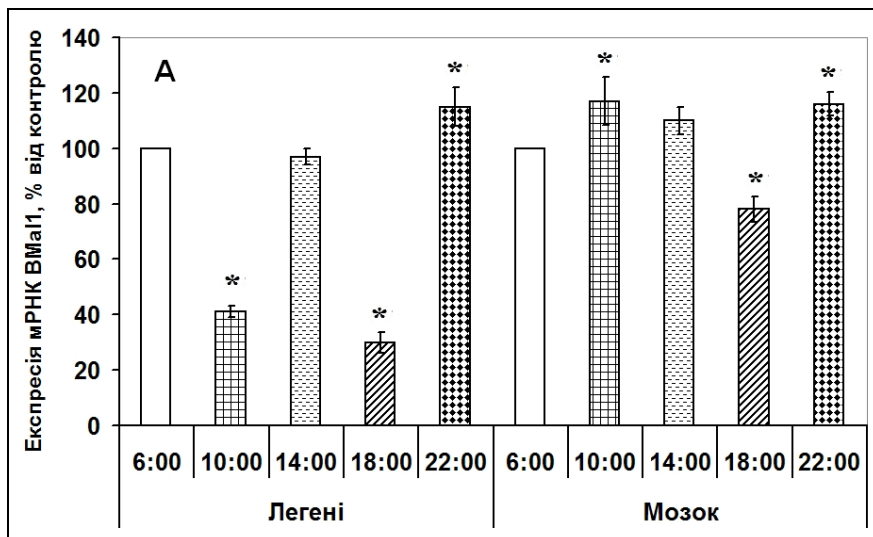


Рис. 1. Експресія мРНК циркадіального гена *Per1* у легенях і головному мозку (А) та сім'яниках і серці (Б) з 6:00 до 22:00 з інтервалом в чотири години методом кількісної полімеразної реакції комплементарних ДНК. Рівень експресії мРНК *Per1* нормалізували по експресії мРНК бета-актину. Зміни в експресії мРНК *Per1* у цих органах з 10:00 до 22:00 порівнювали з шостою годиною ранку, прийнятою за 100 %; n = 3; * – P < 0,05



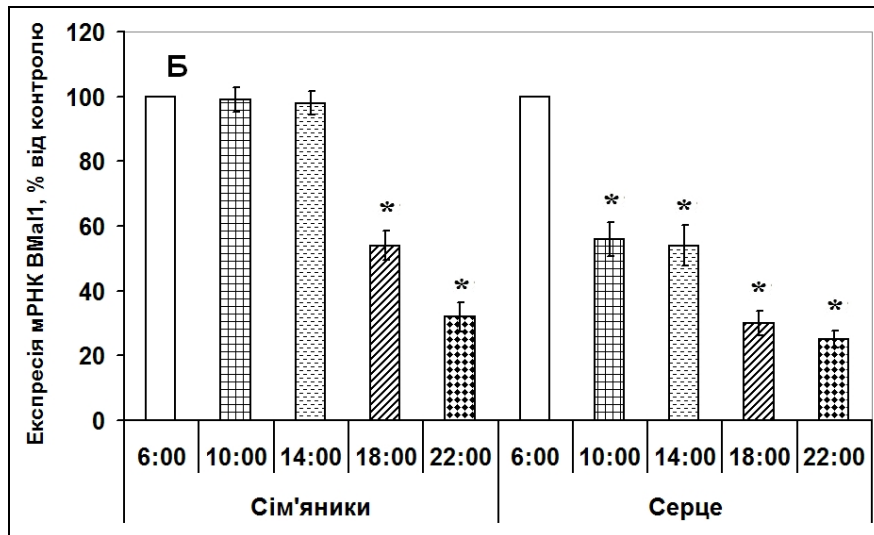


Рис. 2. Експресія мРНК циркадіального гена *Bmal1* у легенях і головному мозку (А) та сім'яниках і серці (Б) з 6:00 до 22:00 з інтервалом в чотири години методом кількісної полімеразної реакції комплементарних ДНК. Рівень експресії мРНК *Bmal1* нормалізували по експресії мРНК бета-актину. Зміни в експресії мРНК *Bmal1* у цих органах з 10:00 до 22:00 порівнювали з шостою годиною ранку, прийнятою за 100 %; n = 3; * – P < 0,05

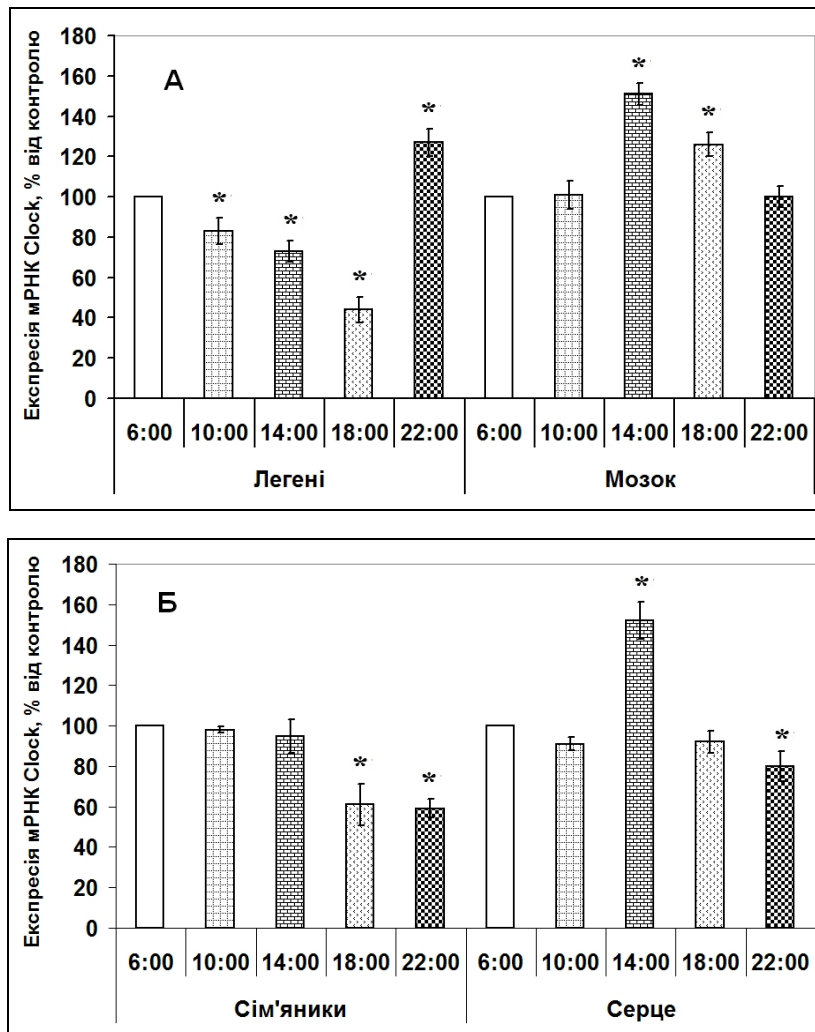


Рис. 3. Експресія мРНК циркадіального фактора *Clock* у легенях і головному мозку (А) та сім'яниках і серці (Б) з 6:00 до 22:00 з інтервалом в чотири години методом кількісної полімеразної реакції комплементарних ДНК. Рівень експресії мРНК циркадіального фактора *Clock* нормалізували по експресії мРНК бета-актину. Зміни в експресії мРНК *Clock* у цих органах з 10:00 до 22:00 порівнювали з шостою годиною ранку, прийнятою за 100 %; n = 3; * – P < 0,05

Таким чином, в результаті проведених нами досліджень вперше отримані дані, що свідчать про тканино-специфічний характер добових змін в рівні експресії мРНК циркадальних генів *Per1*, *Bmal1* та *Clock* у щурів.

Висновки.

1. Проведеними дослідженнями встановлено, що рівень експресії мРНК циркадальних генів *Bmal1*, *Clock* та *Per1* у головному мозку, серці, сім'яниках і легенях по-різному змінюється у щурів протягом доби, причому ці зміни є тканино-специфічними.

2. Показано, що рівень експресії мРНК *Per1* протягом дня збільшувався в головному мозку, серці і легенях, досягаючи максимальних значень о 22-й годині, а у сім'яниках – підвищувався о 14-й і знижувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку.

3. Встановлено, що рівень експресії мРНК *Bmal1* зменшувався у серці протягом дня, у сім'яниках – о 18-й години, досягаючи максимальних значень о 22-й години, а у головному мозку і легенях – знижувався о 18-й і підвищувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку.

4. В той же час, рівень експресії мРНК *Clock* збільшувався у головному мозку лише вдень, в легенях знижувався протягом дня і збільшувався о 22-й години, а у сім'яниках та серці знижувався о 22-й годині у порівнянні з шостою годиною ранку.

5. Результати даної роботи свідчать про наявність тканино-специфічних циклічних змін в рівнях експресії циркадальних генів *Per1*, *Bmal1* та *Clock* на рівні мРНК,

чим і визначається циркадальний характер регуляції метаболічних процесів у клітинах.

1. Gonze D., Goldbeter A. // *Chaos*. – 2006. – Vol. 16, N 2. – P. 026110 (1 – 11).
2. Harmer S.L., Panda S., Kay S.A. // *Annu. Rev. Cell. Dev. Biol.* – 2001. – Vol. 17. – P. 215-253.
3. Tsikalovsky O., Smaaland R., Rosenlund B. et al. // *J. Biol. Rhythms*. – 2007. – Vol. 22, N 2. – P. 140 – 150.
4. Motzkus D., Loumi S., Cadenas C. et al. // *Chronobiol. Int.* – 2007. – Vol. 24, N 5. – P. 783 – 792.
5. Pfeffer M., Muller C.M., Mordel J. et al. // *J. Neurosci.* – 2009. – Vol. 29, N 19. – P. 6114 – 6123.
6. Lee H., Chen R., Lee Y., Yoo S., Lee C. // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2009. – Vol. 106, N 50. – P. 21359 – 21364.
7. Kovac J., Husse J., Oster H. // *Mol. Cells*. – 2009. – Vol. 28, N 2. – P. 75 – 80.
8. Turek F.W., Joshu C., Kohsaka A. et al. // *Science*. – 2005. – Vol. 308, N 5724. – P. 1043 – 1045.
9. Rudic R.D., McNamara P., Curtis A.M. et al. // *PLoS Biol.* – 2004. – Vol. 2, N 11. – P. E377.
10. Zhao B., Li L., Tumaneng K., Wang C.Y., Guan K.L. // *Genes Dev.* – 2010. – Vol. 24, N 1. – P. 72 – 85.
11. Chen S.T., Choo K.B., Hou M.F. et al. // *Carcinogenesis*. – 2005. – Vol. 26, N 7. – P. 1241 – 1246.
12. Lee C.C. // *Methods Enzymol.* – 2005. – Vol. 393. – P. 852 – 861.
13. Taniguchi H., Fernandez A.F., Setien F. et al. // *Cancer Res.* – 2009. – Vol. 69, N 21. – P. 8447 – 8454.
14. Woon P.Y., Kaisaki P.J., Braganca J. et al., Bihoreau M.T., Levy J.C., Farrall M., Gauguier D. Aryl hydrocarbon receptor nuclear translocator-like (BMAL1) is associated with susceptibility to hypertension and type 2 diabetes // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* – 2007. – Vol. 104, N 36. – P. 14412 – 14417.
15. Chen R., Schirmer A., Lee Y., Lee H. et al. // *Mol. Cell*. 2009. – 36, N 3. 417 – 430.
16. Sasaki M., Yoshitane H., Du N.H. et al. // *J. Biol. Chem.* – 2009. – Vol. 284, N 37. – P. 25149 – 25159.
17. Laposky A.D., Bass J., Kohsaka A., Turek F.W. // *FEBS Lett.* – 2008. – Vol. 582, N 1. – P. 142 – 151.
18. Мінченко О.Г., Яворовський О.П., Паустовський Ю.О. та інші // Здоров'я та довкілля. – 2009. – №1(48). – С. 10 – 17.
19. Кундієва А., Мінченко Д., Яворовський О., Мінченко О. // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. – 2010. – Т. 55. – С. 6 – 10.
20. Minchenko O.H., Opentanova I.L., Minchenko D.O. et al. // *FEBS Lett.* – 2004. – Vol. 576, N 1. – P. 14 – 20.

Надійшло до редакції 09.12.10

УДК 581.133.631.84.635.65

О. Смірнов, студ., А. Косян, канд. біол. наук,
О. Косик, канд. біол. наук

ВПЛИВ СИНТЕТИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТУ ХЛОРХОЛІНХЛОРИДУ НА РОСЛИНИ ГРЕЧКИ ТАТАРСЬКОЇ (*FAGOPYRUM TATARICUM* G.)

Досліджено морфометричні та фізіолого-біохімічні параметри рослин гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* G.) за дії ретарданту хлорхолінхлориду (CCC) в різних концентраціях. Виявлено концентрацію, що викликає оптимальні фізіологічні зміни в рослинах.

This study deal with questions about influence synthetic growth regulator – chlormequat chloride (CCC). It's carried out various concentrations on thirty-day sprouts tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum G.). We investigated the effects of chlormequat on morphometric characteristics, accumulation of flavonoid rutin and photosynthetic pigments content. Optimum concentration of chlormequat causing physiological changes in plants tartary buckwheat, raising chlorophylls and rutin cumulation was reveal.

Вступ. Використання біологічно активних речовин рослинного походження є одним з найбільш актуальних напрямків розвитку світової фармацевтичної індустрії. Залишається актуальним питання пошуку нових економічно вигідних шляхів отримання сполук з Р-вітамінною активністю та антиоксидантними властивостями з рослинної сировини, які є складовою багатьох лікарських засобів.

Найпоширенішим та найбільш цінним представником цього класу сполук є рутин – флавоновий глікозид кверцитину. Його недостатність в організмі викликає підвищення проникності кровоносних судин, яке супроводжується кровотечами та кровиливами, загальною слабкістю, швидкою втомлюваністю та болем в кінцівках. Широкий спектр дії рутину робить його цінною біологічно активною речовиною [3].

Гречка є традиційною українською круп'яною культурою. Використання цієї рослини з високим вмістом флавоноїдів є перспективним для отримання лікарських препаратів. Вміст рутину в різних частинах гречки (листки, суцвіття, стебло) коливається від 2 до 9% [11,7].

Серед трьох видів гречки *Fagopyrum esculentum* Moench., *Fagopyrum tataricum* G. й *Fagopyrum homotropicum* L. найбільшим вмістом рутину та інших флавоноїдів характеризується саме гречка татарська *Fagopyrum tataricum* G. [10,8].

Ретарданти викликають затримку поділу та розтягнення клітин в субапикальній меристемі, причому верхівка меристема продовжує функціонувати. В результаті такої дії формуються вкорочені стебла, викликаючи перерозподіл пластичних речовин між стеблом та репродуктивними органами, підвищується біосинтез ферментів які регулюють утворення фенольних сполук.

Найбільш вивченою дією на рослинну клітину – є дія хлорхолінхлориду (CCC) – інгібітора синтезу гіберелінів, нестача яких, і є причиною затримки росту та накопичення вторинних метаболітів [6].

Метою роботи було дослідження морфометричних показників, пігментної системи та вмісту низькомолекулярного антиоксиданту – флавоноїду рутину за дії хлорхолінхлориду у різних концентраціях. Та виявлення концентрації CCC, яка б викликала оптимальні фізіологічні зміни рослин, призвівши до збільшення вмісту хлорофілів, каротиноїдів та рутину.

Як відомо, ретардант хлорхолінхлорид є індуктором захисних систем рослинного організму при оксидативному стресі. Обробка рослин хлорхолінхлоридом сприяє підвищенню вмісту фотосинтетичних та УФ-поглинаючих пігментів, активності антиоксидантних ферментів й утворенню низькомолекулярних антиоксидантів [2,1].

Об'єкт та методи досліджень. Об'єктом досліджень було обрано гречку татарську (*Fagopyrum tataricum* ssp. *himalaicum* Krot).

Насіння гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* G.) обробляли різними концентраціями ССС: 0,25%, 0,50%, 1,0%, 2,0%, 4,0%; і вирощували як піщану культуру з використанням поживного середовища Кноппа.

Для визначення вмісту пігментів, зразки відбирали на тридцяті добу. Вміст фотосинтетичних пігментів визначали за Гавриленко [1].

Для визначення рутину проводили екстрагування з подрібненого сухого матеріалу потім хроматографували до проявлення рутину та інших флавоноїдів у вигляді жовтих плям на білому фоні. Для кількісного визначення побудували калібрувальний графік залежності оптичної густини плям стандартних розчинів рутину від його концентрації, попередньо провівши денситометрію.

Математичну обробку даних здійснювали за Доспеховим [4].

Результати та їх обговорення. Використовуючи ССС у визначених концентраціях можна підвищити син-

тез біологічно активної речовини – рутину, цінної для фармацевтичної промисловості. Крім того, можливо підвищити стрес-захисний та антиоксидантний потенціали рослин, збільшуючи синтетичну активність і вміст хлорофілів та каротиноїдів за рахунок обробки рослин різними концентраціями стресора – ретарданту хлорхолінхлориду [9].

Дію різних концентрацій ССС оцінювали за заміною морфо метричних показників. Ріст є інтегральним показником стану рослинного організму. ССС пригнічує розтягування клітин стебел під час їх росту, спрямовуючи їхній поділ у поперечному напрямку, блокує в організмі рослини синтез гібереліну.

В ході експерименту відзначено зменшення довжин гіпокотилу та першого меживузля із зростанням концентрації ретарданту. Можна простежити чітку тенденцію зменшення довжин гіпокотилу та першого меживузля при збільшенні концентрації діючої речовини. Зокрема, найбільш інгібуючий вплив мала 4% концентрація ретарданту (Рис. 1).

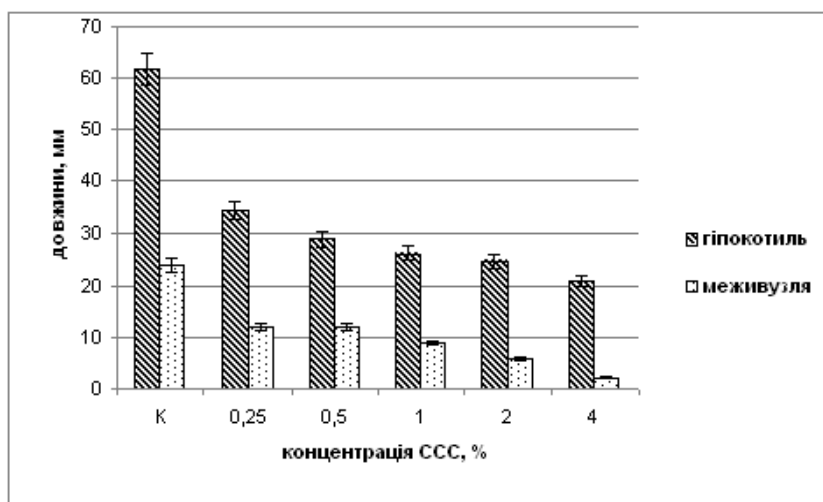


Рис. 1. Довжини гіпокотилу та першого меживузля за дії хлорхолінхлориду

При обробці насіння гречки татарської цією концентрацією ССС, довжина гіпокотилу досліджуваних рослин зменшилася в 3 рази, а довжина першого меживузля в 22 рази.

Найбільший інгібуючий вплив на показник площі листової пластинки мала 4% концентрація ССС – площа

листової пластинки зменшилася на 51% відносно контролю. Ретардант у концентрації 0,25% мав схожий ефект, зменшивши площу листової пластинки на 56% відносно контролю (Рис. 2 А). Визначено масу листків за дії ССС у різних концентраціях. Встановлено, загальну тенденцію зменшення маси відносно контролю (Рис. 2 Б).

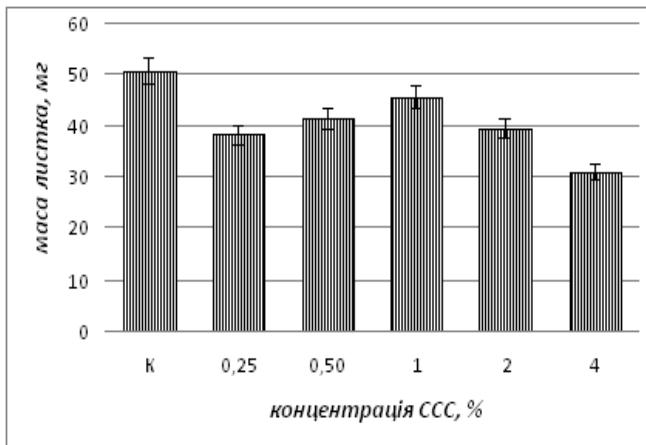
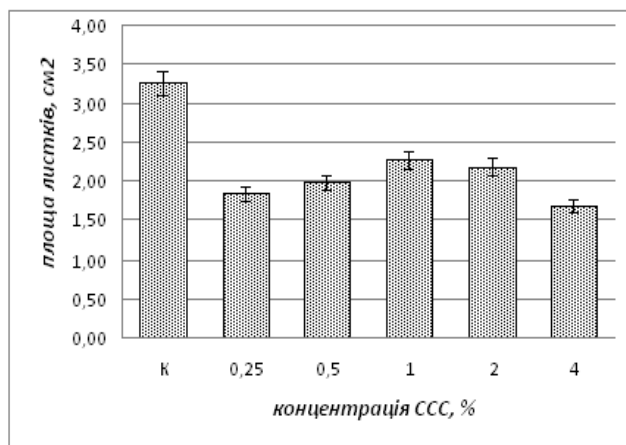


Рис. 2. Зміна площі (А) та маси (Б) листової пластинки за дії хлорхолінхлориду

Визначено вміст фотосинтетичних пігментів у рослин гречки татарської за дії різних концентрацій хлорхлоринхлориду (Таблиця 1).

Таблиця 1. Загальний вміст пластидних пігментів гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* G.) за дії CCC у різних концентраціях

Концентрація CCC, %	Хл. а, мг/г сух. реч.	Хл. б, мг/г сух. реч.	Каротиноїди, мг/г сух. реч.	Σab	a/b	$\Sigma ab/Kap$
Контроль	10,88 ± 0,66	3,79 ± 0,196	2,56 ± 0,125	14,68 ± 0,72	2,87 ± 0,02	5,12 ± 0,25
0,25	12,74 ± 0,58	4,97 ± 0,194	3,33 ± 0,127	17,72 ± 0,73	2,80 ± 0,02	7,04 ± 0,27
0,5	10,93 ± 0,54	3,57 ± 0,189	2,53 ± 0,129	14,50 ± 0,68	3,07 ± 0,19	4,76 ± 0,28
1,00	10,78 ± 0,62	3,72 ± 0,195	2,68 ± 0,128	14,50 ± 0,70	2,90 ± 0,18	5,0 ± 0,23
2,00	10,47 ± 0,57	4,11 ± 0,197	2,56 ± 0,125	14,57 ± 0,69	2,55 ± 0,02	5,72 ± 0,26
4,00	11,43 ± 0,53	4,51 ± 0,198	2,80 ± 0,124	15,93 ± 0,71	2,55 ± 0,16	6,30 ± 0,23

В ході експерименту було встановлено, що обробка насіння гречки татарської CCC в концентрації 0,25% та 4% підвищують вміст як хлорофілів так і каротиноїдів. Зазначені вище концентрації підвищують вміст хлорофілу а на 17% і 5% відносно контролю. Дія речовини у таких же концентраціях збільшила вміст хлорофілу б на 31% та 19%. Рівень каротиноїдів підвищується при дії 0,25% CCC на 30%, при дії 4% CCC на 9% відносно контролю.

Такі зміни у вмісті хлорофілу б та каротиноїдів, можливо, є результатом їх участі в реакціях захисту рослин, від наслідків оксидативного стресу. Збільшення саме цих фотосинтетичних пігментів підвищує стійкість ФС – попереджує фотоокиснення хлорофілу а в реакційному центрі.

З огляду на можливість розвитку стресової реакції, індуковану CCC, нами було досліджено вміст флавоноїду рутину, який є низькомолекулярним антиоксидантом. Накопичення рутину може мати прямий зв'язок з відповіддю рослин на оксидативний стрес. В літературі зустрічаються дані про те, що підвищення стійкості ФС корелює з підвищенням активності ферментів антиоксидантного захисту і кількістю самих антиоксидантних речовин (флавоноїдів) [4].

Отримані дані вказують на підвищення вмісту рутину відносно контролю лише при обробці CCC в концентрації 0,25%. В ході експерименту було зафіксовано збільшення вмісту рутину відносно контролю на 11% (Рис 3).

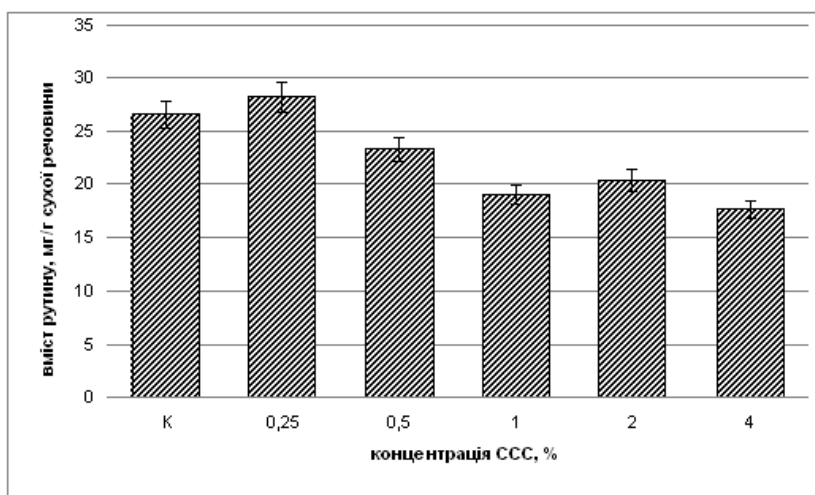


Рис. 3. Вміст рутину за дії різних концентрацій хлорхлоринхлориду

Якщо припустити, що існує загальний механізм дії індукторів оксидативного стресу в рослині, то було б корисно виявити ті молекули в рослині, які виконують роль регуляторно-сигнальних посередників. До таких молекул відносять активні форми кисню, фітогормони та фітохромі [5]. Попереднє підвищення пулу цих молекул є своєрідним сигналом для активації рослинних антиоксидантних ферментів та збільшення кількості антиоксидантних сполук (флавоноїдів, вільних амінокислот, непластидних пігментів – антоціанів).

Вивчення механізму дії цих молекул, поява яких індукована впливом хлорхлоринхлориду може бути корисна для виявлення ефективних засобів підвищення стрес-захисних механізмів рослин.

Висновки. Хлорхлоринхлорид у концентрації 0,25% викликав оптимальні фізіологічні зміни в рослинах гречки татарської (*Fagopyrum tataricum* G.), призводячи до підвищення синтезу хлорофілів, каротиноїдів та флавоноїду рутину. Обробка рослин ретардантом може стати методом легкого і дешевого способу отримання рутину з рослинної сировини. Крім того, обробка рослин

хлорхлоринхлоридом може стати одним зі шляхів підвищення стійкості до оксидативного стресу.

1. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М., 1975.
2. Василенко В. Ф., Креславский В. Д., Кузнецов Е. Д. Хлорхлоринхлорид как модификатор ряда регулируемых фитохромом процессов роста и фотосинтеза // Доклады АН СССР 1991. Т. 316 №6.
3. Гыска М. Н. Влияние хлорхлоринхлорида на рост, плодоношение и содержание гиббереллинов у яблони. – В сб.: Применение физиологически активных веществ в садоводстве. Материалы симпозиума. – М., 1985. 169 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985.
5. Коршиков Б. М., Макарова Н. Л. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений. – Урожай, 1989. – 279 с.
6. Кравец В. С., Колесников Я. С., Кузнецов В. В., Романов Г. А. Регуляторы роста растений: внутриклеточная гормональная сигнализация и применение в аграрном производстве // Сборник работ. Орловская сельхоз. академия. 1989. – с. 123-127.
7. Креславский В.Д., Кобзарь Е.Ф., Музафаров Е.Н., Кузнецов Е.Д. Влияние кратковременного красного света и холиновых соединений на рост, зеленение и уровень цитокининов в проростках пшеницы // Доклады Россельхозакадемии. 2004б. №6. С. 3-5.
8. Шерер В. А. Применение регуляторов роста в виноградарстве и применении в аграрном производстве. Ш. Киев, 1991.
9. Chia-Ling Liu. Antioxidant Activity of Tartary (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) and Common (*Fagopyrum esculentum* Moench) Buckwheat Sprouts. Department of Food Science, Nutrition and Nutraceutical Biotechnology, Shih Chien University. Taiwan. 2008. №2, V 5. – P. 56-58.
10. Joan-Hwa Yang. Buckwheat production in

Taiwan // VI International Symposium Buckwheat. -Nagano (Japan). – 1995. – P. 17-18. 11. Kobzar' E.F., Kreslavski V.D., Muzafarov E.N. Red radiation and choline compounds influence growth and greening of wheat seedlings // Photosynthetica. 1999. V. 36. P. 333-340. 12. Krauze J. Rutin aus den Kotyledonen von Fagopyrum esculentum Moench. Bestehtaus

verbindungen //Z. Pflanzenphysiol. – 1996. – Bd. 79, №№ 3, 9. – S. 281–282. 13. Kreft I, Fabjan N and Yasumoto K, Rutin content in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) food materials and products, Food Chem, 2006, 98 (3), 508-512.

Надійшла до редколегії 07. 12. 2010

УДК 595.18 (477)

Н. Яковенко, канд. біол. наук, Е. Овандер, канд. біол. наук

АНОТОВАНИЙ СПИСОК БДЕЛОЇДНИХ КОЛОВЕРТОК (ROTIFERA: EUROTATORIA, BDELLOIDEA) ФАУНИ УКРАЇНИ

На основі узагальнення літературних та власних матеріалів створений список таксонів коловерток підкласу Bdelloidea, відмічених на території України, до якого додані перелік локалітетів та екологічних преферендумів для кожного виду. Список включає 182 таксони видового рангу, що належать до 14 родів 3 родин. Ключові слова: коловертки, Bdelloidea, таксономія, біорізноманіття, біотопічний розподіл, Україна

A checklist of bdelloid rotifers found in Ukraine is provided. List is compiled on the base of literature and authors' data, it includes 182 species-level taxa belonging to 14 genera and 3 families and list of localities and habitats for each species. Key words: rotifer, bdelloid, taxonomy, biodiversity, habitat, Ukraine

Вступ. Інвентаризація фауни як один з підсумків роботи з інформацією про поширення видів залишається актуальним завданням дослідника-зоолога. Складання видових списків є одним з важливих етапів біогеографічного аналізу, причому вимагає відмінного знання об'єкта, ретельного співставлення великої кількості різноманітних літературних даних, а також накопичення значного власного фауністичного матеріалу. Цінність чеклістів, підкреслювана багатьма авторами [57, 58] збільшується широко практикованим в таких публікаціях доповненням власне списків таксономічною ревізією, аналізом морфологічної мінливості, даними з екології тощо. Останнім часом вийшли з друку ановані списки та каталоги видів тих чи інших частин світу для багатьох груп дрібних вільноживучих безхребетних, наприклад нематод [82], тардіград [69], колембол [13, 52, 58], гарпактикоід [81], з кадастром окремих місцезнаходжень до кожного виду. Разом з тим, чеклісти таксонів коловерток (Rotifera) світової фауни містять лише загальні дані з синонімії та розподілу по біогеографічних регіонах, без деталізації поширення та екології [78, 79]. Як приклад детальної інвентаризації регіональної фауни коловерток можна навести каталог Галковської та ін. [7], що є не тільки кадастром Rotifera водних екосистем Білорусі, але й джерелом відомостей про поширення коловерток в межах невеликих територій та їх біотопічного розподілу.

Коловертки (Тип Rotifera), яких на теперішній час у світовій фауні нараховують 2034 види [79, 80], опанували більшість наземних та водних екосистем планети від Шпіцбергену до Антарктиди завдяки високій розселювальній здатності: яйця, цисти або дорослі особини в анабіотичному стані можуть бути перенесені водою чи вітром на великі відстані, а потомство лише однієї партеногенетичної самиці у сприятливих умовах швидко колонізує новий біотоп [56]. В той же час, на основі даних молекулярного аналізу доведено, що хоча деякі види коловерток дійсно мають всесвітнє розповсюдження, ареали решти них обмежуються континентами чи більш дрібними географічними одиницями [68]. Детальне вивчення локальних фаун Rotifera Європи, зокрема в межах України, дозволяє виявити дійсні межі ендемізму і космополітизму серед видів цієї групи безхребетних.

Бделоїдеї (Bdelloidea) у складі типу Rotifera становлять монофілетичну групу, що за сучасною номенклатурою розглядається як один з підкласів класу Eurotatoria [78]. Оскільки бделоїдні коловертки розмножуються виключно облігатно-партеногенетично, і можливість безпосереднього схрещування між особинами відсутня, під видами у бделоїдній фактично розуміють сукупність більш-менш морфологічно і генетично подіб-

них клональних популяцій. На теперішній момент, за даними Зегерса [79], у світовій фауні нараховується 461 клональний вид Bdelloidea, більше 2/3 їх мають космополітне або панконтинентальне поширення. Складність методів видової ідентифікації бделоїдів та відсутність широкого кола спеціалістів, очевидно, зумовили обмеженість літературних даних про видовий склад та поширення групи в межах України. Лише 84 таксони видового рангу (більшість яких, з вищезгаданих причин, можна фактично розглядати як види) згадуються в літературі починаючи з кінця 19 ст. і до теперішнього часу [1-6, 8-12, 14-20, 22-24, 27, 29-30, 32, 35-46, 54, 66, 71, 74-77, 83-85]. Як результат нашої багаторічної роботи по вивченню фауни Bdelloidea України [51], цей перелік був збільшений майже вдвічі, але опубліковані лише окремі його частини [86-87, 47-50]. Даний анований список є першим повним зведенням видового складу та біотопічного розподілу бделоїдів України.

Об'єкти та методи досліджень. Кадастр видів складений на основі аналізу близько 200 літературних джерел, з яких у списку літератури цитовані ті, що містять дані по Bdelloidea, а також власних багаторічних зборів у всіх без виключення областях України [1-6, 8-12, 14-20, 22-24, 27, 29-30, 32, 35-50, 54, 66, 71, 74-77, 83-87]. Польові збори проведені протягом 1979-2008 років, методи збору та обробки матеріалу описані в попередніх публікаціях [25-26, 86-87, 49]. При визначенні видів користувалися ключами бделоїдів світової фауни [60], Чехії [54], Румунії [76], Росії [21] 2005) та рядом статей [53, 55, 59, 61-65, 70, 73]. Система таксонів на рівні вище родини та упорядкування синонімії (крім рр. *Adineta* та *Anatopus*) цитуються за Зегерсом [78, 79]. Наслідуючи статті цього автора та монографію Кутікової [21], ми зберегли підвидові назви для всіх відповідних таксонів. Хоча, як зазначено вище, фактично всі або більшість з них є клональними видами, формальне піднесення цих підвидів до видового рангу вимагає масштабної ревізії, що враховує можливу наявність цикломорф, тобто інфрапідвидових морф одного виду, що з'являються внаслідок зміни умов середовища (питання, до сих пір практично не висвітлене для Bdelloidea).

Жирним шрифтом виділені таксони, нові для фауни України. В дужках після назви роду – кількість таксонів видового рангу. Для позначення місцезнаходжень та екопреферендумів видів використані скорочення: 1) області України, Vn – Вінницька; VI – Волинська; Dp – Дніпропетровська; Zh – Житомирська; Dn – Донецька; Zk – Закарпатська; Zp – Запорізька; If – Івано-Франківська; Kv – Київська; Kr – Кіровоградська; Lg – Луганська; Lv – Львівська; Mk – Миколаївська; Od – Одеська; Pl – Полтавська; Rv – Рівненська;

Sm – Сумська; Тр – Тернопільська; Хк – Харківська; Hs – Херсонська; Hm – Хмельницька; Ch – Черкаська; Cz – Чернівецька; Cg – Чернігівська; 2) b – донні осади; l – суходольні лишайники; lw – печіночники; ms – суходольні мохи; m – плодові тіла грибів; pl – вільно в товщі води; s – підстилка та ґрунт; sp – сфагнові мохи боліт; tr – дуплові водойми; wp – водна рослинність

Результати та їх обговорення. Тип Rotifera Cuvier, 1817; Клас Eurotatoria De Ridder, 1957; Підклас Bdelloidea Hudson, 1884:

1. Родина Adinetidae Hudson and Gosse, 1889

Під *Adineta* Hudson and Gosse, 1886 (12): *A. barbata* Janson, 1893 (Cc, Cz, Hk, Tp, Sm, Kv, Zk; ms, nl, sp); *A. elongata* Rodewald, 1935 (Cz; sp); *A. glauca* Wulfert, 1942 (Cc, Lv, Mk, Cm, Cc; l, ms, nl, s); *A. gracilis* Janson, 1893 (Ch, Mk, Cz, Rv, Kv, Dn, Zk; l, ms, wp); *A. major* Bryce, 1893 (Cz, Zk, Dn, Cm, Mk; ms, sp); *A. minor* Bryce, 1893 (Cz, Od, Hm, Dn, Kv, Cg, Dp, Zk, Cc; l, ll, ms, nl, sp, wp); *A. oculata* (Milne, 1886) (Cm, Od, Zk; b); *A. rhomboidea* Berzins, 1950 (Ch, Kv, Hk, Dp; ms, nl); *A. steineri* Bartos, 1951 (Dn, Sm, Tp, Lg, Kv, Zh, Vl, Zk, Cc; l, ll, ms, nl, sp); ***A. tenuicornis* Bryce, 1926** (Zk; ms); ***A. tuberculosa* Janson, 1893** (Rv, Vl, Tp; ll, nl, sp); *A. vaga* (Davis, 1873) (Kv, Lv, Hk, Od, Dn, Sm, Rv, Ch, Tp, Dn, Hs, Kv, Zh, Vl, Vn, Hk, Pl, Mk, Zk, Cm; b, l, ll, ms, nl) – Syn.: *Callidina vaga* Davis, 1873.

Під *Bradyscela* Bryce, 1910 (2): *B. clauda* Bryce, 1910 (Sm, Lv; ll); *B. granulosa* de Koning, 1947 (Sm; ll).

2. Родина Habrotrochidae Bryce, 1910

Під *Habrotrocha* Bryce, 1910 (45): ***H. amphichlaena* de Koning, 1947** (Kv; ll, nl); *H. angusticollis* (Murray, 1905) (Rv, Vl, Cm, Zk, Tp, Kv, Cz, Od, Hm; ms, sp) – Syn.: *Callidina angusticollis* Murray, 1905; *H. aspera* (Bryce, 1892) (Vl, Kv, Cg, Rv; pl); *H. bidens* (Gosse, 1851) (Mk, Cc, Kv, Cg, Ch, Lv, Cz, Mk, Zk, Od, Hk, Tp, Hm; l, ll, ms, nl, s) – Syn.: *Callidina bidens* Gosse, 1851; ***H. bulbosa* Wulfert, 1961** (Zp; ms); *H. collaris* (Ehrenberg, 1831) (Dp, Hm, Od, Tp, Zk; b, wp, sp) Syn.: *Philodina collaris* Ehrenberg, 1832; *H. constricta* (Dujardin, 1841) (Kv, Ch, Tp, Zk, Tp, Hm, Od; ms, sp, l, m) – Syn.: *Callidina constricta* Dujardin, 1841; *H. crenata* (Murray, 1905) (Zk; sp); *H. crenata sphagnicola* Pawlowski, 1938 (Zk; sp); *H. elegans* (Milne, 1886) (Ch, Mk, Cz; ms, s); ***H. elusa* Milne, 1916** (Kv, Lv; wp, ms); *H. elusa vegeta* Milne, 1916 (Tp, Hm; b, wp); *H. eremita* (Bryce, 1894) (Dn; l); ***H. flava* Bryce, 1915** (Kv, Lv; nl, m); *H. flaviformis* de Koning, 1947 (Kv, Ch, Lv, Cm, Cc; ms, nl); ***H. fusca* (Bryce, 1894)** (Cc; ms, l); *H. gracilis* Montet, 1915 (Kv, Tp, Od (сумнівне); ll, nl, ms); *H. gracilis quadridens* Schulte, 1954 (Od; wp); ***H. gulosa* Milne, 1916** (Zh, Tp; ms); *H. insignis* Bryce, 1915 (Cm, Cc; l); *H. lata* (Bryce, 1892) (Kv, Lv, Cz, Od, Tp, Zh; sp); *H. ligula* Bryce, 1913 (Rv, Kv, Tp, Cz, Lv, Hm, Dn, Mk, Cm, Cc; l, ms); ***H. maculata* Murray, 1911** (Kv, Lv, Cm; ll, ms, nl); *H. microcephala* (Murray, 1906) (Hk; wp); ***H. minima* de Koning, 1947** (Kv, Lv; ll, nl, sp); *H. nodulata* de Koning, 1947 (Kv, Lv, Zk; ms, nl, ll); *H. pavidia* Bryce, 1915 (Ch; ms); ***H. puella* Donner, 1950** (Kv; ll, nl); *H. puella excedens* Donner, 1962 (Kv, Tp, lf, Cc; ms, ll, nl, l); ***H. pulchra* (Murray, 1905)** (Cc; ms); ***H. pusilla textrix* (Bryce, 1897)** (Kv; ll, nl); *H. quinquedens doornensis* de Koning, 1947 (Zh; wp) – Syn.: *Habrotrocha doornensis* de Koning 1947; ***H. reclusa* (Milne, 1886)** (Sm; sp); *H. roeperi* (Milne, 1889) (Ch (сумнівне), Cz; wp); *H. rosa* Donner, 1949 (Kv, Ch, Cm, Cg, Zk, Od; ll, ms, wp); ***H. solitaria* Donner, 1949** (Ch, Kv, Lv; ll, ms, nl); *H. spicula* Bryce, 1913 (Zk; ms); *H. stenostephana* Schulte, 1954 (Dn; l); *H. sylvestris* Bryce, 1915 (Kv, Tp, Hm; ll, ms, nl); ***H. thienemanni* Hauer, 1924** (Vl, Dn, Kv; l, ll, nl, sp);

***H. thienemanni rubella* Donner, 1951** (Kv; ll, nl); *H. tranquilla* Milne, 1916 (Cc, Kv, Lv; ll, nl, s); *H. tridens* (Milne, 1886) (Cz, Kv; ll, ms); *H. tripus* (Murray, 1907) (Kv, Zh, Rv; wp); *H. visa* Donner, 1954 (Dn, Mk; l, ms).

Під *Otostephanos* Milne, 1916 (7): ***O. annulatus* Koniar, 1955** (Kv; ll, nl); ***O. auriculatus* (Murray, 1911)** (Kv, Cc; ll, nl); ***O. auriculatus bilobatus* Hauer, 1939** (Kv; ll, nl); *O. cuspidilabris* de Koning, 1947 (Dn, Zk, Cm; ms, l); *O. donneri* Bartos, 1959 (Kv, Sm, Ch; wp, sp); *O. monteti* Milne, 1916 (Ch, lf, Kv, Lg, Rv, Tp; wp); *O. torquatus* (Bryce, 1913) (Dn, Cc, Kv, Hk, Zp; l, m).

Під *Scepanotrocha* Bryce, 1910 (2): ***S. corniculata* Bryce, 1910** (lf; ms); ***S. simplex* de Koning, 1947** (Sm; sp).

3. Родина Philodinidae Ehrenberg, 1838

Під *Anomopus* Piovanelli, 1903 (1): ***A. armatus* (Murray, 1905)** (Kv; wp) – Syn.: *Mniobia armata* (Murray, 1905) syn. nov.

Під *Didymodactylus* Milne, 1916 (1): ***D. carnosus* Milne, 1916** Cc, Cm, Ch, Zh, lf, Lg, Zk, Kv, Rv, Sm, Vl; l, ms, nl, ll.

Під *Dissotrocha* Bryce, 1910 (9): *D. aculeata* (Ehrenberg, 1832) (Cg, Ch, Hk, Hm, Zh, Kv, Rv, Tp, Vl, Vn; b, wp) – Syn.: *Philodina aculeata* Ehrenberg, 1832; ***D. aculeata crystallina* Murray, 1908** (Kv, Vl; wp); ***D. aculeata decemcuspis* Berzins, 1982** (Kv; wp); *D. aculeata medioaculeata* Janson, 1893 (Hk; wp); ***D. aculeata octobullata* Hauer, 1958** (Vl; wp); *D. hertzogi* Hauer, 1939 (Kv, Rv, Vl; b, wp); *D. macrostyla* (Ehrenberg, 1838) (lf, Kv, Rv, Vl; l, sp, ms); – Syn.: *Philodina macrostyla* Ehrenberg, 1838; *D. spinosa* (Bryce, 1892) (Hm, Tp; b).

Під *Embata* Bryce, 1910 (4): *E. commensalis* (Western, 1893) (Od; c) – Syn.: *Philodina commensalis* Western, 1893; ***E. laticeps* (Murray, 1905)** (Tp; c, wp); ***E. laticornis* (Murray, 1905)** (Cm; wp); *E. parasitica* (Giglioli, 1863) (Kv, Od; c) – Syn.: *Callidina parasitica* Giglioli, 1863.

Під *Macrotrachela* Milne, 1886 (40) ***M. aculeata* (Milne, 1886)** (Cc, Cm, Ch, Dn, Kv, Lv; l, ll, ms, nl); *M. bilfingeri* (Bryce, 1913) (Cz, Hs (сумнівне), lf, Kv, Zk; ms); ***M. brevilabris aliena* Donner, 1965** (Cc; tr); ***M. brevilabris* de Koning, 1947** (Cc, Cg, Ch, Kv, Lv, Pl; tr); ***M. concinna* (Bryce, 1912)** (Cc, Cm, Dp, Kv, Lv, Zk; l, ll, ms, nl); ***M. crucicornis* (Murray, 1905)** (Kv; sp); *M. ehrenbergii* (Janson, 1893) (Cm, Cc, Cg, Ch, Cz, Dn, Kv, Lg, Lv, Mk, Pl, Tp, Zk; l, ll, ms, nl); ***M. festinans* Donner, 1949** (Kv, Tp; ll, m, nl, sp); *M. habita* (Bryce, 1894) (Cm, Ch, Hm, Kv, Lv, Mk, Rv, Tp, Vn; l, ll, ms, nl); *M. hewitti* (Murray, 1911) (Cc, Dn, Zk; ms); ***M. induta* Donner, 1951** (Kv; ll, m, nl); ***M. inermis* Donner, 1965** (Kv; ll, nl); *M. insolita* de Koning, 1947 (Cc, Cm, Ch, Hk, Lv, Rv; ms, s); *M. insulana* Donner, 1962 (Cc; ms); ***M. kallosus* (Schulte, 1954)** (Cm, Zk; ll, ms); *M. latior* Donner, 1951 (Cc, Mk; l, ms, nl); ***M. libera* Donner, 1949** (Ch, Zh, Kv; l, ll, ms, nl); ***M. ligulifera* Bartos, 1947** (Zk; ms); *M. multispinosa brevispinosa* Murray, 1908 (Cc, Ch, Cm, Cz, lf, Kv, Lg, Rv, Tp, Z; l, ll, ms, nl, s, sp); *M. multispinosa crassispinosa* Murray, 1907 (Cm, Cc, lf, Kv, Lv, Rv, Sm; ll, ms, nl, sp); *M. multispinosa* Thompson, 1892 (Cz, Zh, Hk, Hm, lf, Kv, Od, Tp; l, ll, ms, nl); *M. musculosus* (Milne, 1886) (Cc, Cg, Dn, Dp, Kv, Lv, Sm, Tp, Zh; l, ll, ms, nl); *M. nana* (Bryce, 1912) (Cc, Kv, Mk; ll, ms, nl, s, sp); *M. nana ligulata* Schulte, 1954 (Kv; ll); ***M. nixa* Donner, 1962** (Lv; ms); ***M. oblita* Donner, 1949** (Ch; s); *M. papillosa* (Thompson, 1892) (Cc, Cg, Cm, Ch, Cz, Hk, Hm, lf, Kv, Lg, Lv, Mk, Pl, Rv, Tp, Zh, Zp, Vl, Vn, Zk; l, ll, m, ms, nl, wp); ***M. petulans* Milne, 1916** (Cc, m, Kv; l, ms); *M. plicata* (Bryce, 1892) (Cc, Ch, Cm, Cz, lf, Kv, Lv, Od, Vl, Zk; ll, ms, nl, s, sp, wp); *M. plicata hirundinella* Murray, 1908 (Cc, Ch, Cz, lf, Kv, Rv, Vl, Zk; ll, ms, nl, sp); *M. punctata* (Murray, 1911) (Cc, Cm, Kv, Lv; l, ll, nl);

***M. quadricornifera loricata* Donner, 1965** (Ch, Kv, VI; II, nl, sp); ***M. quadricornifera* Milne, 1886** (Cc, Cm, Cg, Ch, Cz, Dp, Dn, Hk, Hm, If, Kv, Lv, Mk, Pl, Rv, Sm, Tp, VI, Vn, Zh, Zk; I, II, m, ms, nl, sp); ***M. quadricornifera quadricorniferoides* De Koning, 1929** (Kv, Cc; I, ms); ***M. quadricornifera rigida* Milne, 1916** (Ch, m, Tp; II, ms); ***M. quadricornifera scutellata* Schulte, 1954** (Cc, Ch, Kv, Rv; II, ms, wp); ***M. timida iniquies* Milne, 1916** (Cc, Vn; ms); ***M. timida* Milne, 1916** (Cm, Hk, Kv, Tp, Vn, Zk, Zp; I, II, ms); ***M. zickendrahti* (Richters, 1902)** (Cz, If, Rv, Zk; I, ms, sp); ***M. zickendrahti digitata* Bartos, 1943** (Cz, If, Zk; ms, sp).

Під ***Mniobia* Bryce, 1910** (13): ***M. circinata* (Murray, 1908)** (Dn; I); ***M. granulosa* Bartos, 1940** (Zk; ms); ***M. incrassata* (Murray, 1905)** (Cc, If, Tp, Zk; I, ms); ***M. lineata* Rahm, 1932** (Zk; ms); ***M. magna* (Plate, 1889)** (Cc, m, Cz, Hm, Lv, Zh, Zk; I, ms); ***M. montium* Murray, 1911** (Lv; ms); ***M. obtusicornis* Murray, 1911** (Cm, Kv, Lv; II, ms, nl); ***M. russeola* (Zelinka, 1891)** (Cc, Cm, Cg, Ch, Cz, Dn, Dp, Hm, If, Kv, Lv, Mk, Rv, Tp, Zh, Zk; I, II, ms, nl, s); ***M. scabrosa* Murray, 1911** (Cc, If, Zk; I, ms); ***M. scarlatina* (Ehrenberg, 1853)** (Cc, Cm, Hm, Kv, Zh, Zk; I, ms, s, sp) – Syn.: ***Callidina scarlatina* Ehrenberg, 1853**; ***M. symbiotica* (Zelinka, 1886)** (Cz, Lv, Zk; lw, nl); ***M. tentans* Donner, 1949** (Cc, Ch, Kv; I, ms); ***M. tetradon* (Ehrenberg, 1848)** (Cc, Ch; I, ms).

Під ***Philodina* Ehrenberg, 1830** (24): ***Ph. acuticornis* Murray, 1902** (Cm, Ch, Dn, Hm, Kv, Lv, Od, Tp, VI; b, II, ms, pl, wp); ***Ph. acuticornis odiosa* Milne, 1916** (Ch, Kv; wp); ***Ph. amethystina* Bartos, 1951** (Ch; wp); ***Ph. brevipes* Murray, 1902** (Kv, Od; sp, wp); ***Ph. citrina* Ehrenberg, 1832** (Zh, Kv, Lv, Od, Rv, Sm, Tp, VI; b, pl, wp); ***Ph. cristata* Donner, 1949** (Kv, Od; m, ms); ***Ph. dobrogensis* Rudescu, 1960** (Cz; sp); ***Ph. duplicicalcar* (de Koning, 1929)** (Kv; ms); ***Ph. erythrophthalma* Ehrenberg, 1832** (Cz, Hk) (*species inquirenda*); ***Ph. eurystephana* Schulte, 1954** (Cc; II); ***Ph. flaviceps* Bryce, 1906** (Kv, Zk, Od, Tp, Hm, VI; wp); ***Ph. lepta* Wulfert, 1950** (Ch; wp); ***Ph. megalotrocha* Ehrenberg, 1832** (Ch, Kv, Zh, Rv, Sm, Hm, Tp, VI; b, wp); ***Ph. morigera* Donner, 1949** (Cm, Cc, Hm, Lv, Mk, Tp; I, ms); ***Ph. nemoralis* Bryce, 1903** (Ch; wp); ***Ph. nitida* Milne, 1916** (Dp; nl); ***Ph. parvicar* de Koning, 1947** (Cm, Hm, Kv, Lv; I, II, ms, nl); ***Ph. plena* (Bryce, 1894)** (Cc, Cm, Cg, Ch, Cz, Zh, Zk, Zp, H, Hk, If, Kv, Lg, Lv, Mk, Od, Pl, Rv, Dn, Dp, Sm, Tp, VI, Vn; I, II, m, ms, nl); ***Ph. proterva* Milne, 1916** (Kv; II); ***Ph. roseola* Ehrenberg, 1832** (Cc, Ch, Cg, Cz, Hk, Zh, Zk, Kv, Od, Rv, Vn; ms, pl, wp) – Syn.: ***Philodina microps* Gosse 1887**; ***Ph. striata* Rodewald, 1937** (Cz; wp); ***Ph. tranquilla* Wulfert, 1942** (Zk; I, ms); ***Ph. tridentata* Rodewald, 1935** (Cz; sp); ***Ph. vorax* (Janson, 1893)** (Cc, Cg, Ch, Cm, Cz, Hk, Hm, Kv, Lv, Zk; I, ms).

Під ***Pleuretra* Bryce, 1910** (4): ***P. brycei* (Weber, 1898)** (Cz, If, Lv, VI, Zk; nl); ***P. costata* Bartos, 1938** (Cz, If, Zk; ms); ***P. lineata* Donner, 1962** (Cc, Hm, Lv, Rv; I, nl, ms); ***P. reticulata* Milne, 1916** (Hm, If, Lv; ms, nl).

Під ***Rotaria* Scopoli, 1777** (15): ***R. citrina* (Ehrenberg, 1838)** (Cc, Cg, Ch, Cz, Hk, Hm, Kv, Rv, Tp, Zh, Zk; wp); ***R. curtipes* (Murray, 1911)** (Hm, Kv, Zk; ms, sp); ***R. elongata* (Weber, 1888)** (Hs, Kv, Tp, VI, Zk; b); ***R. haptica* (Gosse, 1886)** (Cz, Kv, Cg) (*species inquirenda*); ***R. macroceros* Gosse, 1851** (Hm, Kv, Od, Tp; wp); ***R. macrura* (Schrank, 1803)** (Cg, Ch, Dp, Hk, Hm, Kv, Mk, Rv, Tp, Od, Sm, Zh, Zk; pl, sp, wp) – Syn.: ***Esechiolina gracilicauda* Bory de St. Vincent 1826**; ***R. magnacalcarata* (Parsons, 1892)** (Ch, Cz; c); ***R. neptunia* (Ehrenberg, 1832)** (Ch, Kv, Tp, VI; b, pl, wp) – Syn.: ***Actinurus neptunius* Ehrenberg, 1830**; ***R. neptunoida* Harring, 1913** (Cg, Ch, Dn, Dp, Hm, Kv, Od, Rv, Tp, VI, Zh; b, wp); ***R. rotatoria* (Pallas, 1766)** (Cm, Ch, Cz, Dp, Hk, Hm, Hs, Kv, Kr, Mk, Od, Rv, Tp, VI, Zh, Zk, Zp; b, pl, wp) – Syn.: ***Rotifer vulgaris* Schrank, 1801**; ***R. rotatoria granularis* Zacharias, 1885** (Ch,

Rv; wp); ***R. rotatoria spongioderma* Pax & Wulfert, 1941** (Ch; b); ***R. socialis* (Kellicott, 1888)** (Cz, Hk, Od; c); ***R. sordida* (Western, 1893)** (Cc, Cm, Ch, Dn, Hs, Hm, Kv, If, Lg, Lv, Rv, Sm, Zk; I, II, ms, nl, s, sp); ***R. sordida bitorquata* Murray 1908** (Cm; s); ***R. sordida fimbriata* Murray, 1906** (Cc, Ch, Dn, Kv, Mk, Zh; II, ms, nl); ***R. tardigrada* (Ehrenberg, 1832)** (Cg, Ch, Cm, Cz, Dp, Hk, Hm, Hs, If, Kv, Rv, Sm, Tp, Sm, VI, Zh; b, pl, wp); ***R. tridens* (Montet, 1915)** (Ch, Cz, Dp, Kv, Od, Zp; pl, wp); ***R. trisecata* (Weber, 1888)** (Ch, Cg, Hk, Hm, Kv, Rv, Tp, VI, Zh; b, wp).

Представники роду ***Ceratotrocha* Bryce, 1910** (родина Philodinidae) та відомих у світовій фауні 3 родів родини Philodinavidae Harring, 1913 поки що не знайдені на території України, але їх знаходження цілком ймовірне в регіоні Карпат і Криму, виходячи з літературних даних [60, 67]. Для багатьох водних та майже усіх наземних видів коловерток новими є дані з поширення по регіонах України та біотопічному розподілу.

Відомо, що близько 2/3 всіх видів бделоїдів мешкають у наземних біотопах, що зволожуються лише періодично, біля третини знайдені лише у водоймах і декілька з однаковою ймовірністю можуть бути знайдені скрізь, де є волога [60]. Перша екогрупа отримала назву ксерофілів, а друга – гідрофілів; лише ксерофільні коловертки здатні у стані дорослої особини переносити довготривале повне висихання [72]. За нашими даними, співвідношення ксерофільних і гідрофільних ТВР 138/44, відповідно (з останніх 5 зустрічаються і у водоймах, і на суходолі). Більшу частину видів родин Adinetidae та Habrotrichidae, роду ***Macrotrachela*** родини Philodinidae складають ксерофіли, практично виключно ксерофільні ***Pleuretra***, ***Mniobia*** з останньої родини; в той же час більше половини ***Philodina***, усі ***Embata*** та всі за виключенням 1 виду представники ***Rotaria*** і ***Dissotrocha*** – гідрофільні. З ксерофільних 48 таксонів видового рангу знайдені в лишайниках, 58 – в листяній підстилці, 59 – у хвойній підстилці, 13 – власне у ґрунті, 93 – у суходольних мохах, 34 – у сфагнових мохах, 8 – в паренхімі грибів; 1 – у печіночниках; з гідрофільних, відповідно, відмічені: 9 – у планктоні та 17 – у бентосі відкрити водойм, 45 – на водних рослинах, 2 – у дуплових водоймах, 5 – коменсали на водяних безхребетних. Віддання переваги рослинам, можливо, пояснюється чутливістю бделоїд до концентрації кисню і униканням анаеробних умов, а також зручності таких субстратів для тварин із вертикальним способом живлення.

Більш детальне вивчення фауни Bdelloidea, особливо Лівобережної України, потрібне для складення повного реєстру цієї групи коловерток, який з урахуванням тенденції до широкого поширення видів, повинен чисельно наближуватись до загальноєвропейського (387 ТВР).

Висновки.

1. Встановлено, що список бделоїдних коловерток України складає 182 таксони видового рангу (ТВР), що належать до 14 родів 3 родин, з них 4 роди (***Bradyscela***, ***Scepanotrocha***, ***Didymodactylus***, ***Anomopus***) та 62 ТВР є новими для фауни країни.

2. Виявлені найбільш представлені роди ***Habrotrachela*** та ***Macrotrachela*** (45 і 40 ТВР, відповідно).

3. Доведено, що недостатньо вивчені (*species inquirenda*) і потребують бути описані більш детально ***Ph. erythrophthalma***, ***R. aptica***.

4. Аналіз ксерофільних і гідрофільних видів дав співвідношення 138/44, причому з останніх 5 зустрічаються як у водоймах, так і на суходолі.

1. Бошко Е.Г. Коловратки – облигатные симбионты жаберной полости речных раков водоемов Украины // Коловратки. Материалы 2 Всесоюзного симпозиума по коловраткам, Ленинград, 18-20 октяб., 1983. – Л.: Наука, 1985. – С.50-54. 2. Бошко Е.Г. Коловратки (Rotatoria) жаберной

- полости длнопалого речного рака бассейна Днепра. Сообщение I // Вестник зоологии. – 1980а. – №5. – С.15-21. 3. Бошко Е.Г. Коловратки (Rotatoria) жаберной полости длнопалого речного рака бассейна Днепра. Сообщение II // Вестник зоологии. – 1980б. – №6. – С.41-46. 4. Бошко Е.Г. Паразиты и комменсалы длнопалого речного рака // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. – К.: Наукова думка, 1989. – С.189-200. 5. Воронков Н. В. К фауне Rotatoria Минской губернии // Тр. студ. кружка для испл. русск. природы при Моск. ун-в. – 1909. – №4. – С. 121-133. 6. Галаджиев М. А. Материалы по фауне коловраток Черного моря // Тр. Севастопольской биол. ст. – 1948. – №6. – С. 224-235. 7. Галковская Г.А., Вежновец В.В., Зарубов А.И., Молотков Д.В. Коловратки в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Минск: БГУ, 2001. – 184с. 8. Гримальский В. Л. Зоопланктон Дубоссарского водохранилища // Уч. зап. Кишиневского ун-та. Гидробиология и ихтиология. – 1968. – Т. 89. – С. 3-62. 9. Громов Ю. Ф. Зоопланктон малих річок в умовах трансформованих русел. – Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Київ, 2002. – 19с. 10. Гурвич В. В. Микрозообентос и придонный зоопланктон Каховского водохранилища в первые два года его существования // Тр. Севастопольской биол. ст. – 1948. – №6. – С. 224-235. 11. Гурвич В. В. К эколого-зоогеографической характеристике придонного планктона и микробентоса Каховского водохранилища // Гидробиологический журнал. – 1965. – Т. 1, №4. – С.67-68. 12. Иванова И.Г. До видового складу фауни мікро- мезобентосу Дністровського лиману // Гідробіологічні дослідження водойм України. – К.: Наукова думка, 1976. – С.20-22. 13. Капрус І. Я., Шрубів Ю. Ю., Тарашук М. В. Каталог колембол (Collembola) і протур (Protura) України. Львів, Державний природознавчий музей НАН України; Київ, Ін-т зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, 2006. – 164с. 14. Ковальчук А. А., Ковальчук Н. Е. Видовой состав и некоторые экологические особенности коловраток бассейна Днестра // Вопросы гидробиологии водоемов Украины. – К.: Наукова думка, 1988. – С.47-61. 15. Ковальчук А. А., Парчук Г.В. Коловратки Сасыкского водохранилища и их роль в продукционно-деструкционных процессах // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, №1. – С.44-53. 16. Ковальчук Н. Е. К изучению коловраток бассейна Днестра // Вестник зоологии. – 1985. – №2. – С.86. 17. Ковальчук Н. Е. Микрозообентос водоемов бассейна Днестра. Автореф. дис. канд. биол. наук. – К., 1987. – 20 с. 18. Коненко Г. Д., Підгайко М. Л., Радзимовський Д. О. Ставки лісостепових, степових та гірських районів України. – К.: Наукова думка, 1965. – 260с. 19. Коновалова Е. И. Альгофлора и микрофауна некоторых рыбных прудов Харьковской области // Уч. зап. Харьковского ун-та. – 1956. – Т. 62. – С. 247-257. 20. Кутикова Л.А., Паршалы Е.М. Коловратки из обростаний района Жданова // Биоповреждения материалов и защита от них. – М.: Наука, 1978. – С.106-114. 21. Кутикова Л. А. (2005) Бделлоидные коловратки фауны России. М.: Тов. научн. изданий КМК. 315 с. 22. Лубянов И.П., Фатовенко М.А. Первые этапы формирования донной фауны Днепродзержинск. водохранилища // Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. – К.: Наукова думка, 1967. – С. 147-158. 23. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек УССР, условия ее существования и пути использования. Ч.1. Водоемы дельты Днестра и Днестровский лиман. – 1953. – 196с. 24. Мирошник Л. Л. Микрозообентос реки Припять // Гидробиологический журнал. – 1989. – Т. 25, №1. – С.99-103. 25. Овандер Э.Н. Коловратки (Rotatoria) водоемов Полесского заповедника и их сапробно-показательные значения // Доклады АН УССР, серия Б. – 1981. – 5. – С.84-87. 26. Овандер Э.Н. Сезонные сукцессии доминирующих видов коловраток (Rotifera) в одном из водоемов центральной Украины // Вестник зоологии. – 1983. – 4. – С.34-39. 27. Парчук Г. В., Колодочка И.М. Кормовая база и питание рыб. 8.1. Краткая характеристика зоопланктона и его систематический список / ред. Сиренко Л.А. и др. Гидробиологический режим Днепра и его водоемов. – К.: Наукова думка, 1992. – С. 197-211. 28. Підгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейської частини СРСР. – М.: Наука, 1984. – 208с. 29. Поліщук В.В. Гідробіологічна характеристика Шпильковських ставків (Києво-Святошинський район Київської області) // Гідробіологічні дослідження водойм України. Матеріали V наукової конференції. – К.: Наукова думка, 1976. – С.32-39. 30. Поліщук В.В. Гідрофауна верхнього Дніпра і особливості її розвитку влітку 1972 р. // Гідробіологічні дослідження водойм України. – К.:Наукова думка, 1976. – С.62-95. 31. Поліщук В.В. Состав, географические особенности и генезис гидрофауны водоемов Украины. Дис. ... докт. биол. наук. – К., 1977. – 320 с. 32. Поліщук В.В. Гідрофауна річок Північного Приазов'я та біогеографічні особливості Приазовської височини // Малі водойми України та питання їх охорони. – К.:Наукова думка, 1980. – С.46-82. 33. Поліщук В.В., Гарасевич И.Г. Биогеографические аспекты изучения водоемов бассейна Дуная в пределах СССР. – К.: Наукова думка, 1986. – 209 с. 34. Поліщук В. В. Гідрофауна пониззя Дунаю в межах України. – К.: Наукова думка, 1974. – 420с. 35. Радзимовський Д. О., Поліщук В.В. Планктон річки Прип'яті. – К.: Наукова думка, 1970. – 209 с. 36. Рожно-Рожкевич С. І. Дніпровське водоймище. VI. Зоопланктон заток водосховища // Вісник Дніпропетровської біологічної станції. – 1939. – Т. VI. – С. 1-159. 37. Скориков А.С. Rotatoria окрестностей г. Харькова // Труды Общ. Испытат. природы при Харьковском университете. – 1896. – Вып. 34, №2. – С.87-106. 38. Солодовников С. В. Фауна харьковского водопровода и ее происхождение по материалам изучения за пятилетний период / Фауна Харьковского водопровода. – Харьков, 1940. – С. 42-68. 39. Таран М. Біологічна характеристика ставкових водойм системи р. Соба // Журн. біо-зоологічного циклу ВУАН. – 1933. – Вып.3, №7. – С. 57-85. 40. Травянка В.С. Зоопланктон верхнего Днепра и водоемов его поймы. Автореф. дис. ...канд.биол.наук. – Днепродзержинск, 1968. – 16с. 41. Фадеев Н. Н. Атлас к сочинению "Коловратки, водные животные в г. Киеве и его окрестностях". – 1897. – 159с. 42. Фадеев Н. Н. Материалы к познанию фауны коловраток. Несколько данных по фауне коловраток России // Труды Харьковского общества испытателей природы. – 1925. – Вып. 50, №1. – С.15-25. 43. Фадеев Н.Н. Материалы к познанию фауны коловраток СССР // Труды Харьковского общества испытателей природы. – 1927. – Вып. 50, №2. – С.141-155. 44. Фатовенко М.А. Микрозообентос и придонный зоопланктон Днепродзержинского водохранилища // Днепродзержинское водохранилище. – Днепродзержинск: Изд. ДГУ, 1971. – С.94-104. 45. Цееб Я. Я. Гидробиологическая характеристика крымских водохранилищ за 20 лет их существования // Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1961а. – С.230-242. 46. Цееб Я. Я. Состав и количественное развитие фауны микробентоса низовьев Днепра и водоемов Крыма // Зоологический журнал. – 1958. – Вып. 37, №1. – С.3-12. 47. Яковенко Н. С. Коловратки (Rotifera) из лишайников некоторых регионов Украины // Уч. зап. ТНУ им. В. И. Вернадского, сер. "Биол." – 2001а. – Т. 14(53), №2. – С. 195-199. 48. Яковенко Н. С. Фитофильные комплексы бделлоид (Rotifera, Bdelloidea) в бассейне Среднего Днепра // Наук. записки Тернопільського педуніверситету. Сер.: біол. – 2001б. – Т. 3(14). – С. 109-111. 49. Яковенко Н. С. Коловратки (Rotifera) Южного Берега Крыма // Уч. зап. ТНУ им. В. И. Вернадского, сер. "Биол." – 2003. – Т. 16(55), №3. – С. 250-255. 50. Яковенко Н. С. Коловратки (Rotifera) / Карало О. О., Шевера М. В., Леванець А.А. Біорізноманіття Кам'янець-Подільського. Попередній критичний інвентаризаційний конспект рослин, грибів і тварин. – Львів: Ліра-Прес, 2004. – С. 139-140. 51. Яковенко Н. С. Бделлоидные коловратки (Rotifera, Bdelloidea) Украины (систематика, фауна, экология). Автореф. ...дисс. к.б.н. – Київ, 2005. – 17с. 52. Babenko A., Fjellberg A. Collembola Septentrionalia. A catalogue of springtails of the Arctic regions. KMK Scientific Press, 2006. – 190 p. 53. Bartoš E. The Czechoslovak Rotatoria of the order Bdelloidea // Vest. cs. zool. spol. – 1951. – V.15. – P. 241-500. 54. Bartos E. Virnici – Rotatoria. Fauna CSR. Sv.15. – Praha: CSAV, 1959. – 970 s. 55. Berzins B. Die Unterarten von *Dissotrocha aculeata* (macrostyla). – Lund: Limnol. Inst., 1982. – 14s. 56. Caceres, C. E. & D. A. Soluk. Blowing in the wind: a field test of overland dispersal and colonization by aquatic invertebrates // Oecologia. – 2002. – 131. – P. 402-408. 57. Csuzdi, Cs., Zicsi, A. & Misiriloglu, M. An annotated checklist of the earthworm fauna of Turkey (Oligochaeta: Lumbricidae) // Zootaxa. – 2006. – 1175. – P.1-29. 58. Danyi L. & Traser G., (2006) An annotated checklist of the springtail fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). Opusc. Zool. Budapest, (2007) 2008, 38: 3-82. 59. Donner J. Die Radertierart *Habrotrocha bidens* (Gosse) // Verh. Zool. Bot. Ges. – 1956. – Bd.96. – S. 73-94. 60. Donner J. Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Radertiere). – Berlin: Akademie-Verlag, 1965. – 297s. 61. Donner J. Die Radertierbestände submerser Moose der Salzach und anderer Wasser-Biotopie des Flussgebietes // Arch. Hydrobiol. – 1970a. – 4, 2/3. – P.109-254. 62. Donner J. Rotatorien aus einigen Boden und Moosen Spaniens und seiner Inseln // Rev. Ecol. et Biol. Sol. – 1970b. – Bd.7, Hf.4. – P.501-532. 63. Donner J. Rotatorien aus einigen Abuboden der Donau, aus omediterranean Boden und aus Kiew // Arch. Hydrobiol. – 1971. – S.352-376. 64. Donner J. Die Radertierbestände submerser Moose und weiterer Meropie im Bereich der Stauräume der Donau an der deutsch-österreichischen Landesgrenze // Arch. hydrobiol. Suppl. (Donauforschung 5). – 1972. – Bd. 44, Hf.1. – S.49-114. 65. Donner J. Einige neue Forschungen über bdelloide Rotatorien, besonders in Boden // Rev. Ecol. et Biol. Sol. – 1980. – Bd.17, Hf.1. – P.125-143. 66. Dudich E. Die Grundlagen der Fauna eines Karpaten Flusses // Acta Zool. Acad. Sc. Hungaricae. – 1958. – Bd.3, Hf.3-4. – P.179-200. 67. Fontaneto D., Ficetola G.F., Ambrosini R., Ricci C. Patterns of diversity in microscopic animals: are they comparable to those in protists or in larger animals? // Global Ecology and Biogeography. – 2006. – 15. – P.153-162. 68. Fontaneto D., Barraclough T.G., Chen K., Ricci C., Herniou E. Molecular evidence for broad-scale distributions in bdelloid rotifers: everything is not everywhere but most things are very widespread // Molecular ecology. – 2008. – 17. – P. 3136-3146. 69. Guidetti R. & Bertolani R. Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of characters for their identification // Zootaxa. – 2005. – 845. – P.1-46. 70. Haigh S. B. The bdelloid rotifers of New Zealand. Part 2 // J. Quekett Microsc. Club. – 1965. – V.30. – P.7-13, 36-41. 71. Kozar L. Zur Rotatorienfauna der Torfmoorgewässer zugleich. I. Ergänzung zur Kenntnis dieser Fauna Galiziens // Zool. Anz. – 1914. – Bd.44. – S.413-425. 72. Ricci C. Ecology of bdelloids: how to be successful // Hydrobiologia. – 1987. – V.147, №30. – P.117-127. 73. Ricci C., Melone G. Key to the identification of the genera of bdelloid rotifers // Hydrobiologia. – 2000. – V.418. – P.73-80. 74. Rodewald L. Fauna Rotiferilor din Bukovina Sistemática, Biologia și raspandirea lor geografică // Bull. Facult. Stiinte Cernauti. – 1935a. – №8. – P.187-266. 75. Rodewald L. Radertierfauna Rumanien. I. Neue Radertiere aus den Hochmooren der Bukovina, nebst Bemerkungen zur Gattung Bryocela Remane // Zoologischer Anzeiger. – 1935b. – V.111, №9/10. – S. 225-233. 76. Rudescu L. Rotatoria / Fauna republicii populare Romine. Trochelmintes. – Bucarest: Ed. Acad. rep. pop. Romine, 1960. – 1192 s. 77. Rudescu L. Rotiferii din Marea Neagra // Hidrobiologia Ed. Acad. RPR, Bucuresti. – 1961. – V.121, №5. – P. 283-329. 78. Segers, H. The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family- and genusgroup names // Journal of Natural History. – 2002. – 36. – P. 631-640. 79. Segers H. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with the notes on nomenclature, taxonomy and distribution // Zootaxa. – 2007. – 1564. – P.1-104. 80. Segers H. Global diversity of

rotifers (Rotifera) in freshwater // *Hydrobiologia*. – 2008. – 595. – P. 49-59.
 81. Wells, J. B. An Annotated Checklist and Keys to the Species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea). – Magnolia Press, 2002. – 872p.
 82. Wouts W.M., Zhao Z.Q. Type material in the National Nematode Collection of New Zealand // *Zootaxa*. – 2010. – 2611. – P.58-68.
 83. Wierzejski A. Liste des Rotiferes observes en Galicie (Autriche-Hongrie) // *Bull. soc. zool. France*. – 1891. – V.16. – P.49-52.
 84. Wierzejski A. Rotatoria (wrotki) Galicyi // *Bull. Internat. Acad. Sci., Cracovie*. – 1893. – P. 1-106.
 85. Wiszniewski J. Notes sur le psammon. II. Riviere Czarna aux environs de Varsovie // *Arch. Hydrobiol. Ichtyol., Suwalki*. – 1935. – №9. –

S.221-238.
 86. Yakovenko N. S. New for the fauna of Ukraine rotifers (Rotifera, Bdelloidea) of Adinetidae and Habrotrichidae families // *Vestnik zoologii*. – 2000. – V. 34, №1-2. – P. 11-19.
 87. Yakovenko N. S. New for the fauna of Ukraine rotifers (Rotifera, Bdelloidea) of Philodinidae family // *Vestnik zoologii*. – 2000. – Suppl.14, Part I. – P. 11-19.
 88. Yakovenko N. S. Seasonal changes in the litter-dwelling rotifer population of two pine-oak forest habitats near Kyiv, Ukraine / *Rotifera. International Conference on Rotifers*. Illmitz, Austria. June 7th-13th. – Illmitz, 2003. – P. 111.

Надійшла до редколегії 2.01.11

УДК 582.28: 712.23 (477.41)

О. Іваненко, асп., В. Джуган, канд.біол. наук

АФІЛОФОРОЇДНІ ГРИБИ НА ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ "ТРАХТЕМИРІВ"

У регіональному ландшафтному парку "Трахтемирів" (Київська та Черкаська області, Україна) було виявлено 44 види афілофороїдних грибів. Усі вони є новими для парку, *Hymenochaete tabacina* (Sowerby) Lév., *Polyporus badius* Jungh., *P. ciliatus* Fr. та *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrend.) Ryvarden вказуються вперше для Правобережного Лісостепу України. Один вид, *Daedaleopsis septentrionalis*, є новим для України.

In the "Trakhtemyriv" Regional Landscape Park (Kyiv and Cherkasy regions, Ukraine) 44 species of aphylloroid fungi have been registered. They are new for Regional Landscape Park, *Hymenochaete tabacina*(Sowerby) Lév., *Polyporus badius* Jungh., *P. ciliatus* Fr. and *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrend.) Ryvarden are new for Right bank Forest steppe of Ukraine. *Daedaleopsis septentrionalis* a new for Ukraine.

Вступ.Регіональний ландшафтний парк "Трахтемирів" (далі по тексті – РЛП "Трахтемирів") розташований на межі Миронівського р-ну Київської обл. та Канівського р-ну Черкаської обл. на правому березі Канівського водосховища. З урахуванням його акваторії парк займає понад 10 тис. га. Він був створений у 2000 р. рішеннями Київської та Черкаської обласних рад.

Згідно геоботанічного районування [5], територія парку належить до Канівського геоботанічного району грабово-дубових і дубових лісів Північного Правобережнопридніпровського геоботанічного округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Української Лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Лісостепової підобласті Євразійської степової області [6].

Природні умови парку дуже різноманітні, так як він є частиною Канівської гляціодислокації. Рельєф характеризується високими горбами (до 245 м) та численними ярами. Геологічна будова та розчленованість поверхні викликають інтенсивні процеси ерозії, що трансформують природну рослинність. Ліси здебільшого представлені похідними грабняками. Поширені також соснові, грабові, вербові та березові ліси. У деревостані переважають види родів *Acer* (*A. negundo* L., *A. platanoides* L.), *Betula* (*B. pendula* Roth), *Carpinus* (*C. betulus* L.), *Pinus* (*P. sylvestris* L.), *Populus* (*P. alba* L., *P. tremula* L.), *Quercus* (*Q. robur* L.), *Sorbus* (*S. nigra* L.), *Ulmus* (*U. laevis* Pall.). Серед лісових угруповань значну частину займають штучні насадження *Pinus sylvestris*, *Pyrus communis* L., *Robinia pseudoacacia* L. Трапляються старі плодні сади. Така різноманітність лісорослинних умов сприяє розвитку афілофороїдних грибів, що є основними редуцентами деревного відпаду у лісових ценозах.

На території РЛП "Трахтемирів" мікологічних досліджень практично не проводилось. Лише у 1999 р. було виявлено два місцезнаходження нового для науки виду сумчастого гриба – *Hyromitra slonevskii* Heluta [3]. Здебільшого вивчалася флора і рослинність РЛП "Трахтемирів". Встановлено, що флора парку налічує понад 800 видів судинних рослин, 20 видів з яких виявилися регіонально рідкісними, а 15 – занесені до Червоної книги України [4]. Проводилося також дослідження лучних степів парку [8]. Різноманітність афілофороїдних грибів на території парку залишалася поза увагою дослідників. Зважаючи на це, нами було поставлено за-

вдання встановити видовий склад цієї групи агарикоміцетів у лісових ценозах парку.

Об'єкт та методи досліджень. Протягом 2009-2010 рр. здійснювався збір плодівих тіл афілофороїдних грибів у основних лісових угрупованнях парку та їх ідентифікація. Камеральна обробка зборів проводилася за загальноприйнятими методиками. Для визначення видової належності зібраних зразків використовували сучасну літературу по афілофороїдних грибах [1, 2, 7]. Для оцінки флористичної новизни отриманих даних залучали "Fungi of Ukraine: a preliminary checklist" [12] та "Annotated checklist of Aphylloroid fungi of Ukraine" [9], а також базу даних грибів України, наявну у відділі мікології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України.

Результати та їх обговорення. Всього було зібрано понад 400 зразків афілофороїдних грибів. Ідентифіковано 44 види дереворуйнівних грибів, що належать до 26 родів, 10 родин (Coniophoraceae, Corticiaceae, Fomitopsidaceae, Ganodermataceae, Hymenochaetaceae, Meruliaceae, Polyporaceae, Schizophyllaceae, Schizoporaceae) та 4 порядків (Agaricales, Boletales, Hymenochaetales та Polyporales) класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota.

Нижче подаємо список видів афілофороїдних грибів, виявлених у РЛП "Трахтемирів":

Порядок: Agaricales

Родина: Schizophyllaceae

Рід: *Schizophyllum* Fr.

Вид: *Schizophyllum commune* Fr. – на живому *Acer negundo*, при дорозі, 09.09.2009 р.; *Carpinus betulus*, грабово-дубовий ліс, 11.09.2009 р.; сухому гіллі *A. platanoides*, *Salix* sp., вербовий ліс, 22.05.2010 р.; *Cerasus vulgaris*, старий плодний сад, 14.07.2010 р.

Порядок: Boletales

Родина: Coniophoraceae

Рід: *Coniophora* DC.

Coniophora puteana (Schumacher) P. Karst. – на безкорих ділянках мертвого лежачого стовбура та сухому гіллі *Acer platanoides* L., старий плодний сад, 14.07.2010 р.

Порядок: Hymenochaetales

Родина: Hymenochaetaceae

Рід: *Hymenochaete* Lév.

Hymenochaete rubiginosa (Dicks.) Lév. – на мертвому пенюку *Quercus robur*, грабово-дубовий ліс, 22.05.2010 р.

H. tabacina (Sowerby) Lév. – на сухому гіллі *Corylus avellana* L., грабово-дубовий ліс, 22.05.2010 р.

Рід: *Inonotus* P. Karst.

Inonotus hispidus (Bull.) P. Karst. – на стовбурі та гіллі живої *Morus nigra* L., старий плодовий сад, 12.09.2009 р., 14.07. 2010 р., 16.10.2010 р.

I. obliquus (Ach. ex Pers.) Pilát – під корою мертвої *Betula pendula*, березовий ліс, 23.05.2010 р.

Рід: *Phellinus* Quél.

Phellinus pomaceus (Pers.) Maire – на живих стовбурах, мертвому гіллі, пенях *Prunus domestica* L., *P. vulgaris* Lam., старий плодовий сад, 10.09.2009 р., 16.10.2010 р.

P. punctatus (P. Karst.) Pilát – на сухому гіллі *Salix* sp., вербовий ліс, 15.07.2010 р.

P. tremulae (Bond.) Bond. et P.N. Borisov – на стовбурі живої *Populus tremula* L., вербовий ліс, 16.09.2009 р.

Рід: *Porodaedalea* Murrill

Porodaedalea pini (Brot.) Murrill – на живому стовбурі старої *Pinus sylvestris* L., сосновий ліс, 13.09.2009 р.

Родина: *Schizoporaceae*

Рід: *Hyphodontia* J. Erikss.

Hyphodontia sambuci (Pers.) J. Erikss. – при основі стовбура *Sambucus nigra* L., старий плодовий сад, 14.09.2009 р.

Рід: *Oxyporus* (Bourdot et Galzin) Donk

Oxyporus populinus (Schumach.) Donk – на стовбурі живого *Acer negundo*, грабово-дубовий ліс, 17.09.2009 р.

Рід: *Schizopora* Velen.

Schizopora paradoxa (Schröd.) Donk – на трухломому гіллі *Carpinus betulus*, грабово-дубовий ліс, 11.09.2009 р.

Порядок: *Polyporales*

Родина: *Corticaceae*

Рід: *Vuilleminia* Maire

Vuilleminia comedens (Nees) Maire – на сухому гіллі *Carpinus betulus*, мішаний ліс, 23.05.2010 р.

V. coryli Boidin, Lanq. & Gilles – на сухому гіллі *Corylus avellana*, мішаний ліс, 22.05.2010 р.

Родина: *Fomitopsidaceae*

Рід: *Fomitopsis* P. Karst.

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst. – на мертвому стовбурі *Carpinus betulus*, мішаний ліс, 13.09.2009 р.

Рід: *Laetiporus* Murrill

Laetiporus sulphureus (Bull.) Murrill – на повалених, ще живих стовбурах старих *Salix* sp., біля дороги по всьому парку, 23.05.2010 р., 17.09.2010 р.

Рід: *Piptoporus* P. Karst.

Piptoporus betulinus (Bull.) P. Karst. – на мертвих стоячих стовбурах, пенях та трухломому гіллі *Betula pendula*, сосновий ліс, 11.09.2009 р.; березовий ліс, 22.05.2010 р.; 14.07.2010 р., 16.10.2010 р.

Родина: *Ganodermataceae*

Рід: *Ganoderma* P. Karst.

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat. – на комлевій частині стовбура *Populus alba* із зламанною верхівкою, мішаний ліс, 13.09.2009 р.

Родина: *Meruliaceae*

Рід: *Bjerkandera* P. Karst.

Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst. – на всихаючому пеньку *Acer negundo* L., вербовий ліс, 22.05.2010 р.; на мертвому лежачому стовбурі *Quercus robur* L., частково вкритого ґрунтом, ґрунтова дорога, 14.07.2010 р.

B. fumosa (Pers.) P. Karst. – на мертвому стовбурі *Acer negundo*, вербовий ліс, 17.10.2010 р.

Рід: *Phlebia* Fr.

Phlebia radiata Fr. – на трухломому лежачому стовбурі *Betula pendula*, березовий ліс, 16.10.2010 р.

P. tremellosa (Schröd.) Nakasone et Burds. – на трухлих частинах лежачих стовбурів *Carpinus betulus*, мішаний ліс, 13.09.2009 р.; в розриві кори на стовбурі *Salix* sp., 16.09.2009 р.

Родина: *Phanerochaetaceae*

Рід: *Steccherinum* Gray

Steccherinum ochraceum (Pers. ex J.F. Gmelin) Gray – на сухому гіллі *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, мішаний ліс, 13.09.2009 р.

Родина: *Polyporaceae*

Рід: *Coriopsis* Murrill

Coriopsis trogii (Berk.) Dom. – на мертвому лежачому стовбурі та гіллі *Populus alba* L., мішаний ліс, 13.09.2009 р.; на трухлій гілці *Populus alba*, вербовий ліс, 14.07.2010 р.

Рід: *Daedaleopsis* Schroel.

Daedaleopsis confragosa (Bolton) J. Schröt. – на мертвому лежачому стовбурі *Carpinus betulus* L., грабово-дубовий ліс, 11.09.2009 р.; на сухому гіллі *Betula pendula* Roth, березовий ліс, 15.07.2010 р.

D. septentrionalis (P. Karst.) Niemelä – на всихаючому гіллі живої *Salix* sp., вербовий ліс, 14.07.2010 р., 17.10.2010 р.

D. tricolor (Bull.) Bond. et Singer – на трухломому гіллі *Cerasus vulgaris* Mill., старий плодовий сад, 11.09.2009 р.; на трухломому гіллі *Betula pendula*, березовий ліс, 15.07.2010 р., сосновий ліс, 16.10.2010 р.

Рід: *Fomes* (Fr.) Fr.

Fomes fomentarius (L.) Fr. – на трухлих стоячих стовбурах *Betula pendula*, березовий ліс, 11.09.2009 р., 22.05.2010 р.; сосновий ліс, 3.07.2010 р.; мішаний ліс, 16.10.2010 р.

Рід: *Hapalopilus* P. Karst.

Hapalopilus nidulans (Fr.) P. Karst. – на трухлій гілці *Betula pendula*, березовий ліс, 11.09.2009 р.

Рід: *Polyporus* P. Micheli ex Adans.

Polyporus alveolaris (DC.) Bondartsev et Singer – на сухому гіллі *Elaeagnus argentea* Pursh, мішаний ліс, 13.09.2009 р.; *Robinia pseudoacacia* L., біля дороги, 23.05.2010 р.; *Morus nigra*, старий плодовий сад, 14.07.2010 р.

P. arcularius (Batsch) Fr. – на трухломому стовбурі *Quercus robur*, мішаний ліс, 22.05.2010 р.

P. badius Jungh. – на мертвих лежачих стовбурах *Populus tremula*, *Quercus robur*, вербовий ліс, 16.09.2009 р.

P. ciliatus Fr. – на трухломому гіллі *Betula pendula*, березовий ліс, 23.05.2010 р.

P. squamosus (Huds.) Fr. – на живому *Acer negundo*, вербовий ліс, 10.09.2009 р.; старий плодовий сад, 15.07.2010 р.; на живому *A. platanoides*, при дорозі, 22.05.2010 р.

Рід: *Trametes* Fr.

Trametes gibbosa (Pers.) Fr. – на мертвому лежачому стовбурі *Populus tremula*, вербовий ліс, 17.09.2009 р.

T. hirsuta (Wulfen) Lloyd – на трухломому гіллі *Betula pendula*, березовий ліс, 22.05.2010 р.

T. ochracea (Pers.) Gilb. et Ryvarden – на сухій гілці *Salix* sp., вербовий ліс, 10.09.2009 р.; на трухломому лежачому стовбурі *Betula pendula*, березовий ліс, 16.10.2009 р.

T. versicolor (L.) Lloyd – на сухому гіллі *Carpinus betulus*, грабово-дубовий ліс, 11.09.2009 р.; *Betula pendula*, сосновий ліс, 16.10.2010 р.

Рід: *Trichaptum* Murrill

Trichaptum biforme (Fr.) Ryvarden – на лежачих трухлих стовбурах *Betula pendula*, мішаний ліс, 11.09.2009 р.; березовий ліс, 15.07.2010 р.

T. fuscoviolaceum (Ehrenb.) Ryvarden – на мертвому лежачому стовбурі *Pinus sylvestris*, сосновий ліс, 13.09.2009 р.

Порядок: Russulales

Родина: Bondarzewiaceae

Рід: *Peniophora* Cooke

Peniophora quercina (Pers.) Cooke – на сухому гіллі *Quercus robur*, мішаний ліс, 15.07.2010 р.

Родина: Stereaceae

Рід: *Stereum* Hill ex Pers.

Stereum hirsutum (Willd.) Pers. – на пеньку *Acer platanoides*, мішаний ліс, 15.09.2009 р.; на трухлом гіллі *Betula pendula*, березовий ліс, 15.07.2010 р.

S. subtomentosum Pouzar – на мертвому лежачому стовбурі *Acer platanoides*,

мішаний ліс, 11.09.2009 р.; *Carpinus betulus*, грабо-во-дубовий ліс, 15.09.2009 р.

Виявлені афілофороїдні гриби належать до трьох екологічних груп. Найбільшою кількістю (38 видів) у РЛП "Трахтемирів" представлені сапротрофи, що розвивалися на 17 видах дерев. Представники родів *Laetiporus* Murrill (*L. sulphureus*), *Phellinus* Quél. (*Ph. pomaceus*, *Ph. punctatus*, *Ph. tremulae*), *Piptoporus* P. Karst. (*P. betulinus* (Bull.) P. Karst.) *Polyporus* P. Micheli ex Adans. (*P. squamosus*) та *Porodaedalea* Murrill (*P. pini*) належать до групи факультативних сапротрофів. Більша частина їх життєвого циклу проходить на відмерлій деревині – стовбурах та сухому гіллі. Проте вони здатні починати свій

розвиток і на ослаблених ростучих деревах. До групи паразитів належать види афілофороїдних грибів, котрі ушкоджують живі дерева. Серед небезпечних патогенів слід відмітити гриби роду *Inonotus* P. Karst. (*I. hispidus*, *I. obliquus*), що можуть уражати багато деревних порід. Незначна кількість афілофороїдних грибів є факультативними паразитами. До даної трофічної групи належать *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Phellinus pomaceus* та *Schizophyllum commune*.

Серед зібраних у РЛП "Трахтемирів" афілофороїдних грибів усі 44 види є новими для парку. *Hymenochaete tabacina*, *Polyporus badius*, *P. ciliatus* та *Trichaptum fuscoviolaceum* вказуються вперше для Правобережного Лісостепу України. Один вид, *Daedaleopsis septentrionalis*, є новим для України. Нижче подаємо детальний опис його морфології на основі власних досліджень:

Daedaleopsis septentrionalis (P. Karst.) Niemelä, Karstenia 22: 11, 1982. – *Lenzites septentrionalis* P. Karst., 1866. – *L. sibirica* P. Karst., 1904. – *Daedaleopsis confragosa* (Bolton: Fr.) J. Schröt. f. *sibirica* (P. Karst.) Bondartsev, 1953.

Плодові тіла однорічні, сидячі, округлі, здебільшого одиничні, до 5-7 см. Поверхня шапинки плоска, гладенька, світло-шоколадна, зональна, тонко радіально зморшкувата, край гострий, хвилястий. Ростучий край білого кольору (Рис. 1). Тканина до 1 см товщиною, дерев'янисто-жовтувата.

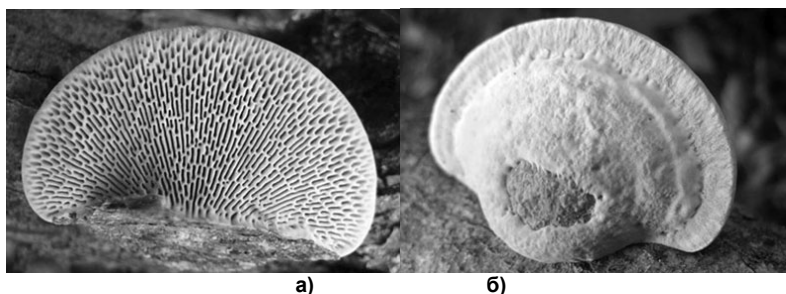


Рис.1 *Daedaleopsis septentrionalis* (P. Karst.) Niemelä: а) поверхня гіменофору; б) загальний вигляд молодого плодового тіла

Гіменофор закладається у вигляді продовгуватих трубочок, які з віком стають пластинчастими. Пластинки тонкі, дихотомічно розгалужені, іноді анастомозуючі, від блідо-бурих до майже бурих на колір. Гіфальна система, базидії, спори та дендрогіфидії такі ж, як у *D. confragosa*.

Нами був виявлений на мертвому гіллі *Salix sp.* Відомі місцезнаходження на Уралі, Алтаї та у Європі (Фінляндія, Швеція).

Викликає білу гниль. Раніше розглядався як форма *D. confragosa* з огляду на схожість мікроскопічних ознак [10]. Визнається сучасними вченими [11].

Висновки. Протягом 2009-2010 рр. у основних лісових угрупованнях регіонального ландшафтного парку "Трахтемирів" (Київська та Черкаська області, Україна) проводилося дослідження дереворуйнівних грибів. Всього було зібрано понад 400 гербарних зразків. Ідентифіковано 44 види дереворуйнівних грибів, що належать до 26 родів, 10 родин (Coniophoraceae, Corticiaceae, Fomitopsidaceae, Ganodermataceae, Hymenochaetaceae, Meruliaceae, Polyporaceae, Schizophyllaceae, Schizoporaceae) та 4 порядків (Agaricales, Boletales, Hymenochaetales та Polyporales) класу Agaricomycetes відділу Basidiomycota.

Виявлені афілофороїдні гриби належать до трьох екологічних груп. Найбільшою кількістю (38 видів) у

РЛП "Трахтемирів" представлені сапротрофи, що розвивалися на 17 видах дерев. До групи факультативних сапротрофів належать представники родів *Laetiporus* Murrill (*L. sulphureus*), *Phellinus* Quél. (*Ph. pomaceus*, *Ph. punctatus*, *Ph. tremulae*), *Piptoporus* P. Karst. (*P. betulinus* (Bull.) P. Karst.) *Polyporus* P. Micheli ex Adans. (*P. squamosus*) та *Porodaedalea* Murrill (*P. pini*).

Серед небезпечних патогенів слід відмітити гриби роду *Inonotus* P. Karst. (*I. hispidus*, *I. obliquus*), що можуть уражати багато деревних порід. Незначна кількість афілофороїдних грибів є факультативними паразитами. До даної трофічної групи належать *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Phellinus pomaceus* та *Schizophyllum commune*.

Усі виявлені види афілофороїдних грибів є новими для парку. *Hymenochaete tabacina* (Sowerby) Lév., *Polyporus badius* Jungh., *P. ciliatus* Fr. та *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden вказуються вперше для Правобережного Лісостепу України. Один вид, *Daedaleopsis septentrionalis*, є новим для України.

Автор висловлює щире подяку науковому керівнику, зав. відділу мікології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ, чл.-кор. АН України, професору, д.б.н. І.О. Дудці; професору, д.б.н. відділу мікології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ В.П. Гелюті; голові Агроекологічного об'єднання "Тра-

хтемирів" А.П. Слоневському та директору лісомисливського господарства "Трахтемирів" В.С. Казнозію за підтримку експедиційних досліджень.

1. Бондарцева М.А., Пармасто Э.Х. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып.1. – Санкт-Петербург: "Наука", 1986. – 193 с. 2. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып.2. – Санкт-Петербург: "Наука", 1998. – 391 с. 3. Гелюта В. П. *Gyromitra slonevskii* Heluta – новий вид дискоміцета (Pezizales) з України // Укр. бот. журн., 2001. – 58, № 1. – С. 83–85. 4. Гелюта В. П., Вакаренко Л. П., Тимченко І. А., Драпайло Н. М. Рідкісні рослини регіонального ландшафтного парку "Трахтемирів" // Укр. бот. журн., 2001. – 58, № 5. – С. 604–609. 5. Геоботаничне районування Української РСР / Андриченко Т. Л., Білик Г. І., Бродіс С. М. та ін. – К.: Наук. думка, 1977. – 304 с. 6. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботаничне районування України та суміжних територій // Укр. бот. журн., 2003. –

60, № 1. – С. 6–17. 7. Змитрович И. В. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. Вып.3. – Москва – Санкт-Петербург: КМК, 2008. – 264 с. 8. Фіцайло Т. В. Структурнопорівняльна оцінка диференціації ценофлор Київського плато: Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.05 / Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України. – К., 2000. – 18с. 9. Akulov A.Yu., Usichenko A.S., Leontyev D.V., Yurchenko E.O., Prydiuk M.P. Annotated checklist of Aphyllophoroid fungi of Ukraine // *Mycena*. – 2003. – 2, № 3. – P. 3–75. 10. Gilbertson R.L., Ryvarden L. North American polypores. Vol.1. Abortiporus – Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1986. – P. 1–436. 11. Hansen L., Knudsen H. Nordic macromycetes. Vol. 3: Heterobasidioid, apyllophoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. – 446 p. 12. Fungi of Ukraine: a preliminary checklist / Eds. D.W. Minter, I.O. Dudka. Surrey; Kiev, 1996. – 361 p. 13. polypores. Part 2. *Merypilus*-*Tyromyces*. – Oslo: Fungiflora, 1994. – P. 391–743.

Надійшла до редколегії 23.12.2010

УДК [591.524.12:574.5] (285.33)

М.Книрша, студ., В.Трохимець, канд. біол. наук

СЕЗОННІ ЗМІНИ ЛІТОРАЛЬНОГО ЗООПЛАНКТОНУ НИЖНЬОЇ ЧАСТИНИ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (РАЙОН Б.РИБСТАН І С.ЛЕБЕДІВКА)

Представлено результати досліджень сезонної динаміки видового різноманіття та щільності літорального зоопланктону нижньої частини Київського водосховища протягом 2009 року. Проведено аналіз цієї групи гідробіонтів у межах двох дослідних станцій. Ключові слова: гідробіологія, Київське водосховище, зоопланктон, Україна.

The results of investigation of seasonal dynamics of species composition and density of littoral zooplankton from under part of the Kiev reservoir in 2009 are presented. We studied this group of water organisms from two experimental stations. Key words: hydrobiology, the Kiev reservoir, zooplankton, Ukraine.

Вступ. Моніторингові дослідження угруповань зоопланктону водойм різного типу мають важливе значення, оскільки дозволяють оцінити сучасний стан цієї індикаторної групи гідробіонтів. Крім того, саме зоопланктон складає основу кормової бази молоді риб, у тому числі промислових видів, і риб-планктофагів. Тому вивчення видової представленості та кількісних показників зоопланктону є необхідною складовою з'ясування умов нагулу молоді риб. Дослідження водосховищ мають пріоритетне значення, оскільки у межах останніх наявні величезні нерестовища та місця нагулу молоді риб. Київське водосховище належить до величезних [3], проте моніторингові спостереження зоопланктону в межах його акваторії протягом кількох останніх десятиріч мали локальний та епізодичний характер [2, 9]. Тому потреба проведення моніторингу еколого-фауністичних особливостей зоопланктону різних частин Київського водосховища є актуальною. Мета досліджень – вивчити сучасний стан видового складу та щільності літорального зоопланктону у межах різних біотопів лівого берега нижньої частини Київського водосховища.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами досліджень були представники трьох груп зоопланктону: коловертки (Rotatoria), гіллястовуси ракоподібні (Cladocera) та веслоногі ракоподібні (Copepoda). Матеріалом слугував зоопланктон, зібраний протягом 2009 року. Збір матеріалу проводили конічною планктонною сіткою [1, 4], а його аналіз – за використання загальноприйнятих методик [1, 4–8, 10]. Дослідження проводили вдень у межах станцій поблизу бази Рибстан (N 50°45.003' E 30°33.027') і села Лебедівка (N 50°42.780' E 30°31.415'). Зоопланктон збирали по сезонах (весна – початок травня, літо – середина липня, осінь – початок листопада) за подібних погодних умов: відсутність дощу та дуже сильного вітру. У межах до-

слідних станцій у різні сезони за наявності обстежували 2 біотопи: зарослий – присутня вища водна рослинність, незарослий – ділянки без вищої водної рослинності.

Результати та їх обговорення. У межах літоралі станції поблизу бази Рибстан протягом року зареєстровані представники 14-и видів зоопланктону (табл. 1). Коловерток було 3 види: *Euchlanis deflexa* Gosse, 1851; *E.dilatata* Ehrenberg, 1832; *E.lyra* Hudson, 1886. Гіллястовусих ракоподібних – 2 види: *Bosmina longirostris* O.F.Müller, 1776; *Monospilus dispar* Sars, 1862. Веслоногих ракоподібних – 9 видів: *Acanthocyclops americanus* Marsh, 1893; *A.viridis* Jurine, 1820; *Eucyclops serrulatus* Fischer, 1851; *Thermocyclops crassus* Fischer, 1853; *Th.oithonoides* Keifer, 1978; *Eurytemora lacustris* Poppe, 1887; *E.velox* Lilljeborg, 1853; *Heterocope caspia* Sars, 1863; *Paraergasilus rylovi* Markevich, 1937.

У межах станції поблизу села Лебедівка зібрані представники 23-х видів зоопланктону (табл. 1). Коловерток було 7 видів: *Brachionus calyciflorus anureiformis* Brehm, 1909; *Brachionus quadridentatus brevispinus* Ehrenberg, 1832; *E.deflexa*; *E.dilatata*; *Keratella quadrata* O.F.Müller, 1786; *Testudinella patina* Hermann, 1783; *Trichocerca cylindrica* Imhof, 1891. Гіллястовусих ракоподібних – 6 видів: *Acroperus harpae* Baird 1835; *B.longirostris*; *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, 1900; *Chydorus sphaericus* O.F.Müller, 1785; *Daphnia cucullata* Sars, 1862; *Leptodora kindtii* Focke, 1844. Веслоногих ракоподібних – 10 видів: *A.americanus*; *A.viridis*; *Cyclops strenuus* Fischer, 1851; *Diacyclops bicuspidatus* Claus, 1857; *E.serrulatus*; *Mesocyclops leuckarti* Claus, 1857; *Th.crassus*; *Th.oithonoides*; *E.velox*; *H.caspia*.

Подібність видового складу зоопланктону двох дослідних станцій була низькою, а для домінуючих угруповань відсутня: J (Жаккара) = 37; J дом. (Жаккара дом.) = 0; S (Серенсена) = 0,54.

Таблиця 1. Сезонні зміни видового складу та щільності літорального зоопланктону вдень у межах 2 станцій (поблизу б.Рибстан і с.Лебедівка) нижньої частини Київського водосховища, 2009 рік

№	Сезон відбору проб Групи гідробіонтів	б.Рибстан (щільність, екз./м³)					с.Лебедівка (щільність, екз./м³)		
		В		Л		О	В	Л	О
		З	Н	З	Н	Н	Н	Н	Н
Коловертки									
Σ	Видів	3	1	2	2	0	3	5	0
Σ	Видів у 2 біотопах	3		2		0	3	5	0
Σ	Щільність	9760	120	1360	60	0	780	240	0
Гіллястовусі ракоподібні									
Σ	Видів	1	1	2	0	0	4	3	0
Σ	Видів у 2 біотопах	1		2		0	4	3	0
Σ	Щільність	320	220	240	0	0	1200	340	0
Веслоногі ракоподібні									
Σ	Видів	5	3	3	9	0	8	5	0
Σ	Видів у 2 біотопах	5		9		0	8	5	0
Σ	Щільність	2460	680	260	700	0	9980	420	0
Статевозрілі особи 3 основних груп зоопланктону									
Σ	Видів	9	5	7	11	0	15	13	0
Σ	Щільність	12540	1020	1860	760	0	11960	1000	0
Личинкові стадії розвитку ракоподібних									
	Nauplia	320	1760	–	80	–	540	4740	–
	Calanoida juv.	–	–	–	500	–	180	420	–
	Cyclopoida juv.	2880	1000	400	760	–	2100	–	–
Σ	Щільність личинок	3200	2760	400	1340	0	2820	5160	0
Σ	Щільність 3 груп зоопланктону + личинки	15740	3780	2260	2100	0	14780	6160	0

Примітки: В – весна, Л – літо, О – осінь; З – зарослий біотоп, Н – незарослий біотоп.

Весною поблизу бази Рибстан відмічено 9 видів зоопланктону (див. табл. 1), причому більша половина з них припадала на веслоногих ракоподібних: коловертки – 3 види; гіллястовусі – 1; веслоногі – 5. Весною в межах цієї станції виділили 2 біотопи: зарослий – лише очерет із проективним покриттям 10%; незарослий – вища водна рослинність відсутня, дно піщане. Видова представленість у межах різних біотопів була наступна: зарослий – 9 видів (3 – коловерток, 1 – гіллястовусих, 5 – веслоногих); незарослий – 5 видів (відповідно 1, 1 і 3). Індекси підтвердили високу ступінь подібності видового складу різних біотопів і відсутність її серед домінантів: $J = 56$, $J \text{ дом.} = 0$, $S = 0,71$. Коловертки переважали дорослих особин інших груп зоопланктону за щільністю в зарослому біотопі, а веслоногі – у незарослому (див. рис. 1): зарослий – коловертки 9760 екз./м³ із сумарних 12540 екз./м³; незарослий – веслоногі 680 екз./м³ із сумарних 1020 екз./м³. У межах зарослого біотопу домінувала коловертка *Euchlanis dilatata* – 9120 екз./м³, у незарослому домінував представник веслоногих ракоподібних *Thermocyclops crassus* – 440 екз./м³. Личинкові стадії веслоногих весною в межах зарослого біотопу переважали за кількісними показниками дорослих особин цієї групи (3200 екз./м³ до 2460 екз./м³), але майже в 4 рази поступались загальній щільності всіх представників зоопланктону: дорослі – 12540 екз./м³, личинки – 3200 екз./м³. У незарослому біотопі личинки веслоногих мали вищу щільність не тільки порівнюючи з дорослими особинами цієї групи (2760 екз./м³ до 680 екз./м³), але й майже в 3 рази порівнюючи з представниками трьох основних груп зоопланктону: дорослі – 1020 екз./м³, личинки – 2760 екз./м³. У межах станції району села Лебедівка протягом року обстежували один біотоп – незарослий. Це було пов'язано з тим, що станція розміщена в районі бетонної захисної дамби, яка тягнеться майже на 20 км від Київської ГЕС до верхньої частини лівого берега Київського водосховища. Тому вища водна рослинність там повністю відсутня, а літоральна зона до глибини в 1,5–2 м тягнеться від берега всього на 5 м. Біля села Лебедівка навесні було відмічено 15 видів зоопланктону (див.

табл. 1): коловертки – 3 види; гіллястовусі – 4; веслоногі – 8. За щільністю серед дорослих особин зоопланктону також переважали веслоногі: 9980 екз./м³ із сумарних 11960 екз./м³. Домінуючим видом був представник веслоногих ракоподібних *Th. crassus* – 7920 екз./м³. Личинкові стадії веслоногих в 3,5 рази поступались за кількісними показниками дорослим особинам цієї групи (2820 екз./м³ до 9980 екз./м³) і в 4 рази загальній щільності всіх представників зоопланктону: дорослі – 11960 екз./м³, личинки – 2820 екз./м³.

Влітку поблизу бази Рибстан відмічено 13 видів зоопланктону (див. табл. 1): коловертки – 2, гіллястовусі – 2, веслоногі ракоподібні – 9 видів. Кількість видів була вищою, ніж весною, на 4 види. Високу ступінь подібності весняного та літнього літорального зоопланктону підтверджують індекси: $J = 57$, $J \text{ дом.} = 0$, $S = 0,73$. Видова представленість у межах різних біотопів варіювала: зарослий (10% проективного покриття очерету) – 7 видів (2 – коловерток, 2 – гіллястовусих, 3 – веслоногих); незарослий – 11 видів (відповідно 2, 0 і 9). Індекси підтверджують низьку ступінь подібності видового складу різних біотопів і відсутність її серед домінантів: $J = 38$, $J \text{ дом.} = 0$, $S = 0,56$. Коловертки переважали дорослих особин інших груп зоопланктону за щільністю в межах зарослого біотопу, а веслоногі – незарослого (див. рис. 1): зарослий – коловертки 1360 екз./м³ із сумарних 1860 екз./м³; незарослий – веслоногі 700 екз./м³ із сумарних 760 екз./м³. Домінувала серед видів у зарослому біотопі коловертка *Euchlanis deflexa* (800 екз./м³), у незарослому – веслоногі *Thermocyclops oithonoides* (280 екз./м³) і *Eurytemora velox* (220 екз./м³). Личинкові стадії веслоногих влітку в межах зарослого біотопу переважали майже в 2 рази за щільністю дорослих особин цієї групи (400 екз./м³ до 260 екз./м³), але в 4,5 рази поступались загальній щільності всіх представників зоопланктону: дорослі – 1860 екз./м³, личинки – 400 екз./м³. У незарослому біотопі личинки веслоногих мали вищу щільність не тільки за дорослих особин цієї групи (1340 екз./м³ до 700 екз./м³), але й майже в 2 рази за представників трьох основних груп зоопланктону: дорослі – 760 екз./м³, личинки – 1340 екз./м³. У районі

села Лебедівка влітку відмічено 13 видів зоопланктону (див. табл. 1): коловертки – 5 видів; гіллястовусі – 3; веслоногі – 5. Видова представленість була на 2 види нижчою за весняну, а спільними виявились лише 5 видів. Індекси підтверджують дуже низьку ступінь подібності весняного та літнього літорального зоопланктону цієї станції та відсутність подібності домінуючих угруповань: $J = 22$, $J \text{ дом.} = 0$, $S = 0,36$. За щільністю помітно домінування однієї з груп зоопланктону не спостерігали: коловертки – 240 екз./м³, гіллястовусі – 340 екз./м³, веслоногі – 420 екз./м³. Домінанта серед видів також важко виділити. Загальне зниження якісних і кількісних показників літорального зоопланктону влітку в порівнянні з весною можна пояснити цвітінням води. Внаслідок потужної течії біля бетонної захисної дамби влітку значної концентрації набула ціанобактерія *Microcystis aeruginosa* Kützinger, 1846. Влітку щільність личинкових стадій веслоногих по відношенню до дорослих особин усіх груп зоопланктону була вищою в 5 разів: дорослі зоопланктери (1000 екз./м³) до личинкових стадій веслоногих (5160 екз./м³).

Восени в межах обох дослідних станцій не було зібрано жодного виду зоопланктону. Подібне можна пояснити основними двома чинниками: проби відбирали на початку листопада, коли вже значно впала температура води (до 9°C), а якість води впала внаслідок гниття вищої водної рослинності.

Висновки. 1. Видовий склад основних 3-х груп літорального зоопланктону нижньої частини Київського водосховища протягом 2009 року був представлений поблизу б.Рибстан 14, с.Лебедівка – 23 видами. Низький ступінь подібності видового складу зоопланктону двох станцій ($J = 37$; $J \text{ дом.} = 0$; $S = 0,54$) можна пояснюється тим, що поблизу б.Рибстан зростає очерет, а дно піщане, у той час як в районі с.Лебедівка вища водна рослинність відсутня, а дно забетоноване. 2. Основні групи зоопланктону в межах 2-х дослідних станцій мали різну

представленість: б.Рибстан – коловертки (3 видів), гіллястовусі (2), веслоногі (9); с.Лебедівка – коловертки (7), гіллястовусі (6), веслоногі (10). Низькі показники видової представленості пов'язані з відсутністю вищої водної рослинності, цвітінням води та високою концентрацією сейстону. 3. Максимальна щільність літорального зоопланктону (статевозрілі та ювенільні стадії розвитуку 3-х основних груп) була відмічена для обох станцій весною: б.Рибстан – 15740 екз./м³, с.Лебедівка – 14780 екз./м³. Загальні показники щільності зоопланктону обох дослідних станцій виявились дуже низькими. 4. Подібність видового складу весняного та літнього літорального зоопланктону для станції б.Рибстан виявилась високою ($J = 57$, $S = 0,73$), а в межах станції поблизу с.Лебедівка – дуже низькою ($J = 22$, $S = 0,36$). Подібність домінуючих угруповань була взагалі відсутня для обох станцій – $J \text{ дом.} = 0$. 5. На початку листопада видове різноманіття та щільність літорального зоопланктону в межах дослідних станцій впали до нуля внаслідок впливу температури та процесів деструкції.

1. Березина Н.А. Практикум по гидробиологии. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с. 2. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ / Зимбалевская Л.Н., Сухойван П.Г., Черногоренко М.И., Гусынская С.Л. и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 248 с. 3. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. – К.: Наук. думка, 1979. – 292 с. 4. Жадин В.Н. Методы гидробиологического исследования. – М.: Высшая школа, 1960. – 192 с. 5. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 744 с. 6. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. – М.-Л.: Наука, 1964. – 327 с. 7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с. 8. Монченко В.І. Щелепнороти циклоподібні, циклопи. – К.: Наукова думка, 1974. – 450 с. – (Фауна України; Т. 27, вип. 3). 9. Пашкова О.В. Биоразнообразие придонного зоопланктона мелководий Киевского водохранилища и его пространственно-временная динамика // Гидробиол. журнал. – 2008. – 44, №1. – С.25-44. 10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.

Надійшла до редколегії 16.02.11

УДК 615.15-577.112

Я. Рока-Мойя, асп. Д. Жерноскоков, канд. біол. наук,
Е. Золотарьова, канд. біол. наук, Т. Гриненко, д-р біол. наук

ВПЛИВ ЕКЗОГЕННОГО ЛІЗ-ПЛАЗМІНОГЕНУ НА АДФ-ІНДУКОВАНУ АГРЕГАЦІЮ ТРОМБОЦИТІВ

Розглянуто вплив Ліз-плазміногену на АДФ-індуковану агрегацію тромбоцитів людини. Показано, що екзогенний Ліз-плазміноген знижує агрегаційну здатність тромбоцитів, впливаючи, головним чином, на другу хвилю агрегації. Фібриновий DD-фрагмент пригнічує АДФ-індуковану агрегацію тромбоцитів, а також підсилює інгібуючий ефект Ліз-плазміногену. В роботі обговорені можливі молекулярні механізми впливу плазміногену на агрегаційні властивості тромбоцитів.

The influence of Lys-plasminogen on ADP induced aggregation of human platelets has been observed. It was shown, that exogenous Lys-plasminogen decreased platelet aggregation, making the main effect on the second wave of the process. DD-fragment of fibrin inhibited ADP-induced platelet aggregation and enhanced the inhibitory effect of Lys-plasminogen. The possible mechanisms of plasminogen effect have been discussed.

Вступ. Плазміноген, який є зимогеном плазміну, разом зі своїми активаторами та інгібіторами становить плазміноген-плазмінову систему, що бере участь у багатьох фізіологічних та патологічних процесах. Так, окрім своєї головної функції – лізису фібринового згустку, система плазміногену відповідає за процес міграції клітин та тканинної трансформації [5]. Нещодавно з'явилися дані, де плазміноген розглядають як адгезивний ліганд для інтегринових молекул – адгезивних білків, що розташовані на поверхні лейкоцитів та тромбоцитів [9].

Відомо, що плазміноген здатен зв'язуватися з поверхнею тромбоцитів, причому активовані тромбоцити мають підвищену афінність до плазміногену [6].

Вивчаючи фізіологічне значення зв'язування плазміногену з тромбоцитами, вчені прийшли до висновку,

що за нормальних умов мембрана тромбоцитів виступає поверхнею для адсорбції плазміногену та тканинного активатора плазміногену, таким чином полегшуючи активацію плазміногену. Плазмін, що утворюється внаслідок активації, буде захищений від дії свого первинного інгібітору α_2 -антиплазміну. Отже, тромбоцити в такий спосіб сприяють прояву фібринолітичної активності плазміну.

Існують суперечливі дані щодо впливу плазміну на функціонування тромбоцитів. Автори роботи [14] показали, що додавання плазміну (1 CU/мл) до суспензії тромбоцитів призводило до стимуляції агрегації. З іншого боку, при дії на тромбоцити меншої концентрації плазміну або за умов тривалого часу інкубації (20 хв і більше) спостерігали зниження агрегації [3]. Дані щодо

впливу плазміногену на агрегацію тромбоцитів в літературі відсутні. Проте, аналізуючи показники фібринолітичної системи діалізних хворих, автори роботи [13] виявили позитивну кореляцію між рівнем плазміногену плазми крові та ступенем агрегації тромбоцитів. Було висунуто припущення про існування реципрокного механізму, який регулює взаємодію між тромбоцитами та системою активації плазміногену.

На поверхні тромбоцитів виявлено низку білків, що зв'язують плазміноген. Серед них глікопротеїн IIb/IIIa, тромбоспондин та гістидин-багатий білок. Найбільшу увагу привертає можлива взаємодія плазміногену з інтегрином IIb/IIIa, що відповідає за утворення контактів між тромбоцитами під час агрегації. Відомо, що фібриноген відіграє роль контактного білка між двома тромбоцитами, оскільки його молекула має симетричну структуру з двома головними тромбоцит-зв'язуючими доменами [4]. Сайти зв'язування фібриногену з інтегрином IIb/IIIa є послідовність Арг-Глі-Асп (амінокислотні залишки 95-97 та 572-574 кожного з двох А α -ланцюгів) та послідовність додекапептиду (амінокислотні залишки 400-411 на С-кінці кожного з двох γ -ланцюгів) [11]. Щодо відповідних сайтів на молекулі IIb/IIIa, існує думка, що субодиниця IIIa цього інтегрину зв'язується з послідовністю Арг-Глі-Асп, тоді як субодиниця IIb – з додекапептидом γ -ланцюга [10].

Зв'язування плазміногену з інтегрином IIb/IIIa може бути опосередковано фібриногеном, хоча деякі автори не виключають можливості безпосереднього зв'язку плазміногену з цим інтегрином [1]. До того ж показано, що іммобілізований плазміноген здатен підтримувати клітинну адгезію завдяки безпосередньому зв'язку з лейкоцитарними інтегринами α М β 2 та α 5 β 1 [9]. Є повідомлення про те, що ці інтегрини також експресуються на поверхні активованих тромбоцитів [8].

Взаємодія плазміногену з фібриногеном, що зв'язаний з тромбоцитами, залишається невивченою. Можливо, такий фібриноген має більшу авідність для плазміногену. Було показано, що конформація фібриногену на поверхні тромбоцитів відрізняється від конформації цього білка у плазмі. Не виключено, що фібриноген, зв'язаний з тромбоцитами, може взаємодіяти з плазміногеном [3].

Таким чином, при утворенні адгезивних контактів між тромбоцитами під час агрегації відбувається взаємодія між поверхневими тромбоцитарними білками (в першу чергу інтегрини) та адгезивними лігандами (фібриноген та ін). Плазміноген, що адсорбується на поверхні активованих тромбоцитів, також може розглядатися як адгезивний ліганд.

Метою роботи було дослідити вплив екзогенного Ліз-плазміногену на АДФ-залежну агрегацію тромбоцитів.

Матеріали та методи. Збагачену тромбоцитами плазму крові (ЗТПК) отримували з цільної крові з додаванням 3,8% розчину цитрату натрію у співвідношенні 9:1 шляхом центрифугування при 160 g впродовж 20 хв при температурі 20 °C [15].

Агрегацію тромбоцитів вивчали в ЗТПК людини. Агрегометрію проводили в перші дві години після забору крові на оптичному агрегометрі "SOLAR AT-02" за методом [15]. Агрегацію тромбоцитів стимулювали внесенням АДФ як індуктора агрегації, кінцева концентрація у пробі складала 5 мкМ згідно рекомендаціям авторів роботи [1], де було досліджено зв'язування плазміногену з тромбоцитами. Процес агрегації реєстрували протягом 5 хв. В кювету агрегометру (загальний об'єм – проби 400 мкл) вносили 280 мкл ЗТПК, розчин Ліз-плазміногену та робочий буфер (10 мМ HEPES pH 7,4, 177 мМ NaCl, 2,8 мМ KCl, 1 мМ MgCl $_2$ ·6H $_2$ O, 12 мМ

NaHCO $_3$, 0,4 мМ NaH $_2$ PO $_4$, 0,35 % бичачого сироваткового альбуміну, 5 мМ глюкози). Молярне співвідношення фібриноген:плазміноген у пробі становило 1:1.

Аналіз даних агрегометрії проводили за допомогою пакету програм "Агрегометр 2.01". Ступінь агрегації оцінювали як максимальний рівень світлопропускання ЗТПК після додавання індуктора агрегації (ΔH); час агрегації – як час досягнення максимального ступеню агрегації. Швидкість агрегації визначали як тангенс кута нахилу агрегаційної кривої до осі абсцис – tg α . Кожен експеримент був повторений тричі, на рисунках представлено типові агрегаційні криві.

Фібринові DD-фрагменти були люб'язно надані співробітниками відділу структури та функції білку Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАНУ. Молярне співвідношення DD-фрагмент (кінцева концентрація – 0,732 мг/мл):фібриноген у реакційній суміші було 1:1.

6-Аміногексанову кислоту додавали до кінцевої концентрації 10 мМ.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені експерименти свідчать про негативний вплив Ліз-плазміногену на АДФ-індуковану агрегацію тромбоцитів. На рис. 1 (1) наведено типову агрегатограму, що була отримана в разі двохвильової агрегації. Інгібуючий вплив екзогенного Ліз-плазміногену виявлено при дії двох концентрацій індуктора (1 мкМ та 5 мкМ). У разі двохвильової агрегації Ліз-плазміноген пригнічував другу необоротну стадію агрегації, можливо, впливаючи на білки, що секретуються (або активуються) під час вивільнення вмісту α -гранул та забезпечують другу хвилю агрегації (рис. 1 (2)).

Відомо, що плазміноген адсорбується на поверхні клітин за допомогою лізін-зв'язуючих сайтів, що розташовані в його кринглових структурах. 6-Аміногексанова кислота, блокуючи лізін-зв'язуючі сайти плазміногену, впливає на його адгезивні властивості. В наших експериментах 6-аміногексанова кислота частково інгібувала процес АДФ-індукованої агрегації, зменшуючи ступінь агрегації приблизно на 10 % порівняно з контролем. Водночас, додавання цього реагенту до реакційної суміші, що містила екзогенний Ліз-плазміноген, певною мірою підвищувало швидкість агрегації тромбоцитів, яка пригнічувалась плазміногеном, хоча ступінь агрегації при цьому суттєво не відновився (Рис. 2).

В разі використання в якості інгібітору агрегації тромбоцитів DD-фрагменту фібрину, що містить інтактні γ -ланцюги, в яких розташовані сайти зв'язування фібриногену, спостерігали зниження ступеню агрегації приблизно на 30 % (Рис. 3). Додавання DD-фрагменту до реакційної суміші, що містила Ліз-плазміноген, посилювало його інгібуючий ефект.

Отримані результати не дають змоги однозначно зробити висновки щодо механізму інгібуючого впливу Ліз-плазміногену. В попередніх дослідженнях було окреслено можливі шляхи такого впливу [1]. Ми хотіли б зупинитися на деяких з них, беручи до уваги роботи останніх років. По-перше, інгібуючий ефект може бути обумовлений конкуренцією Ліз-плазміногену з фібриногеном за інтегрин IIb/IIIa під час агрегації. По-друге, інгібування може бути наслідком безпосередньої взаємодії Ліз-плазміногену з білками, секретованими під час другої хвилі агрегації та що, як відомо, знаходиться в активованому мультимерному стані та здатен зв'язуватися не лише зі своїм специфічним тромбоцитарним рецептором α V β 3, але й з інтегрином IIb/IIIa завдяки наявності у його складі послідовності Арг-Глі-Асп. Показано, що мультимерна форма вітронектину позитивно впливає на агрегацію тромбоцитів [2].

Цікаво, що в структурі вітронектину виявлено сайти зв'язування з плазміногеном [12]. Таким чином, цілком

імовірно, що екзогенний Ліз-плазміноген буде зв'язуватися з вітронектином тромбоцитів та перешкоджати агрегації цих клітин. З іншого боку, треба взяти до уваги, що дія плазміногену на агрегацію тромбоцитів може бути наслідком його зв'язку з тромбоцитарним білком тромбоспондином, який після секреції α -гранул також залишається на поверхні тромбоцитів. За даними роботи [7] тромбоспондин є необхідним компонентом тромбоцитарної агрегації. Таким чином, остаточний висновок стосовно конкретного білку або сайту, який підлягає дії екзогенного плазміногену під час агрегації, можна буде зробити лише після серії додаткових експериментів на відмитих тромбоцитах, де буде виключено вплив різноманітних чинників плазми.

Висновки. 1. Показано інгібуючий вплив екзогенного Ліз-плазміногену на АДФ-стимульовану агрегацію тромбоцитів. 2. Інгібуючий ефект спостерігався під час другої хвили агрегації тромбоцитів. 3. Фрагмент DD-фібрину підсилював інгібуючий ефект екзогенного Ліз-плазміногену.

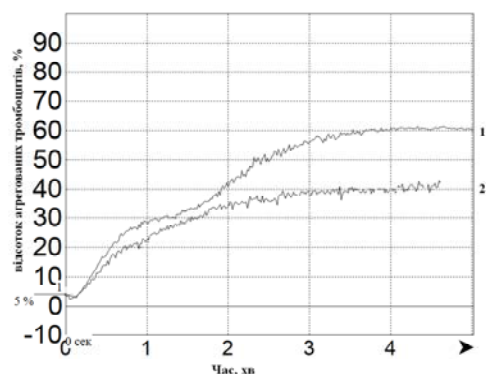


Рис. 1. Вплив Ліз-плазміногену на двохвилову агрегацію тромбоцитів, індуктор – 5 мкМ АДФ:
1 – контрольна агрегація під впливом АДФ (5 мкМ);
2 – агрегація тромбоцитів у присутності екзогенного Ліз-плазміногену

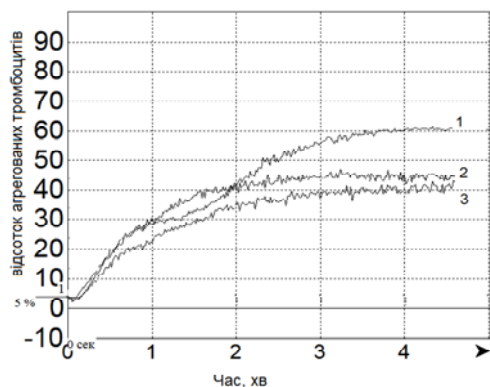


Рис. 2. Вплив 6-аміногексанової кислоти на агрегацію тромбоцитів за присутності Ліз-плазміногену, індуктор – 5 мкМ АДФ: 1 – контрольна агрегація під впливом АДФ (5 мкМ); 2 – агрегація тромбоцитів у присутності Ліз-плазміногену та 6-аміногексанової кислоти; 3 – агрегація тромбоцитів у присутності Ліз-плазміногену

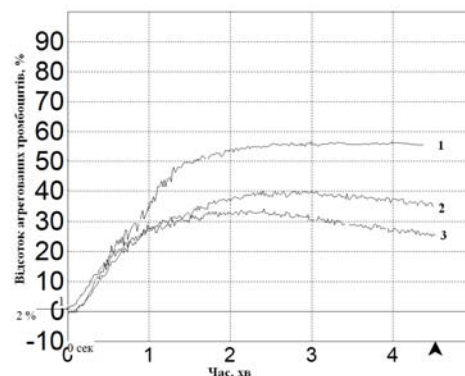


Рис. 3. Вплив DD-фрагменту фібрину на агрегацію тромбоцитів без та за присутності Ліз-плазміногену, індуктор – 5 мкМ АДФ: 1 – контрольна агрегація під впливом АДФ (5 мкМ); 2 – агрегація тромбоцитів у присутності DD-фрагментів фібрину; 3 – агрегація тромбоцитів у присутності DD-фрагментів фібрину та Ліз-плазміногену

1. Asch E., Podack E. Vitronectin binds to activated human platelets and plays a role in platelet aggregation. // J. Clin. Invest. – 1990. – Vol. 85, № 5 – P. 1372-1378. 2. Fry E.T.A., Grace A.M., Sobel B.E. Interactions between pharmacologic concentrations of plasminogen activators and platelets // Fibrinolysis. – 1989. – Vol. 3 – P. 127-136. 3. Hantgan R.R., Stahle M.C., Lord S.T. Dynamic regulation of fibrinogen: integrin α IIb β 3 binding // Biochemistry. – 2010. – Vol. 49, № 43. – P. 9217-9225. 4. Herren T., Swaisgood C.M., Plow E.F. Regulation of plasminogen receptors // Front Biosci. – 2003. – Vol. 8. – P. 1-8. 5. Home M.K., Merryman P.K., Cullinane A.M. Plasminogen interaction with platelets: the importance of carboxyterminal lysines // Thromb. Res. – 2005. – Vol. 116. – P. 499-507. 6. Isenberg J.S., Romeo M.J., Yu C. et al. Thrombospondin-1 stimulates platelet aggregation by blocking the antithrombotic activity of nitric oxide / cGMP signaling // Blood. – 2008. – Vol. 111, № 2. – P. 613-623. 7. Karlheinz P. Platelet function // Contemporary cardiology. – 2005. – Vol. 1. – P. 21-42. 8. Lishko V.K., Novokhatny V.V., Yakubenko V.P., Skomorovska-Prokvolit H.V., Ugarova T.P. Characterization of plasminogen as an adhesive ligand for integrins α M β 2 (Mac-1) and α 5 β 1 (VLA-5) // Blood. – 2004. – Vol. 104, № 3. – P. 719-726. 9. Mohri H., Okubo T. Affinity of fibrinogen binding to platelet membrane glycoprotein IIb/IIIa increases with RGDS and γ -chain fibrinogen peptide. 10. Peerschke E.I. B., Lopez J.A. Platelet membranes and receptors. In Loscalzo J., Schafer A.I. (eds) Thrombosis and Hemorrhage 2nd ed. Baltimore. Williams and Wilkins. – 1998. – P. 229-260. 11. Preissner K.T., Seifert D. Role of vitronectin and its receptors in haemostasis and vascular remodeling. // Thrombosis Res. – 1998. – Vol. 89, № 1. – P. 1-21. 12. Salobir B., Sabovic M., Zupan I.P., Ponikvar J.B. Platelet (dys)function and plasma plasminogen levels in hemodialysis patients // Ther. Apher. Dial. – 2008. – Vol. 12, № 2. – P. 133-136. 13. Schafer A.I., Maas A.K., Ware A. et al. Platelet protein phosphorylation, evaluation of cytosolic calcium, and inositol phospholipid breakdown in platelet activation induced by plasmin // J. Clin. Invest. – 1986. – Vol. 78. – P. 73-79. 14. Зубовская Е.Т., Светлицкая С.Г. Система гемостаза. Теоретические основы и методы исследования. – Минск, 2010.

Надійшла до редколегії 23.02.2011

УДК 587.871.1:8.04.615.28

О. Радченко, канд. біол. наук, Л. Степура, канд. техн. наук,
П. Зелена, зав. учб. лаб.

ВПЛИВ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТУ НАТРІЮ НА ДЕЯКІ БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Порівняно біологічні властивості вихідного штаму *Staphylococcus aureus* та його варіанту, що впродовж 4 пасажів культивували на МПА з аніонною поверхнево-активною речовиною (ПАР) додецилсульфатом натрію (ДСН). Показано, що дія ДСН супроводжується зміною здатності бактерій позитивно забарвлюватися за Грамом, появою уреазу, зникненням бета-галактозидази, вдвічі зменшенням чутливості до антибіотиків левофлоксацину і лінезоліду.

Biological characteristics of the initial strain Staphylococcus aureus and 4 times recultivated on nutrient agar with anionic surfactant sodium dodecyl sulfate variant have been compared. It was shown that under influence of this compound bacteria lost the ability of grampositive staining, urease appeared, beta-galactosidase disappeared, sensitivity to antibiotics levofloxacin and linezolid decreased in 2 times.

Вступ. Поверхнево-активні речовини (ПАР) навіть за короткотривалого контакту з бактеріями роду *Corynebacterium* здатні змінювати їх біологічні властивості, а саме: морфологію клітин, їх забарвлення за Грамом, чутливість до антибіотиків, інтенсивність секреції лізину, антигенні властивості і склад поверхневих білків [1,4]. Так, *S. glutamicum* 22Л, після кількох пересівів на середовищі з аніонною ПАР додецилсульфатом натрію (ДСН) ставав резистентним до антибіотиків пеніцилінового і тетрациклінового рядів, а дисоціація його клітин на грампозитивні і грамнегативні зростала з 0,1% (рівень природної дисоціації) до 40%. *S. variabile* УКМ Ас-717 і *S. glutamicum* УКМ Ас-733 під впливом ДСН несуттєво змінювали антигенні властивості, рівень дисоціації клітин за Грамом становив відповідно 8,9 і 8,2%, однак ці штами набували підвищеної чутливості до низки антибіотиків.

Оскільки ДСН – це найрозповсюдженіша аніонна ПАР, яка входить до складу практично усіх засобів косметики і побутової хімії [3], зміни біологічних властивостей бактерій під її впливом, можуть створювати проблеми для ідентифікації клінічно важливих мікроорганізмів.

Метою даної роботи було порівняти деякі морфолого-культуральні, фізіолого-біохімічні властивості та чутливість до антибіотиків *Staphylococcus aureus* до і після контакту з ДСН.

Об'єкт та методи досліджень. Об'єктом дослідження була культура *Staphylococcus aureus* ATCC 6633: вихідний штам і його варіант, який отримували після 4 пасажів на МПА, в яке додавали додецилсульфат натрію до 50 мг/л. Фізіолого-біохімічні властивості та чутливість до антибіотиків вихідного штаму і його варіанту визначали за допомогою мікробіологічного аналізатора Vitek 2 Compact (Biomerieux, Франція) [5]. Суспензію добової культури, що виросла на МПА і МПА з ДСН, у 3 мл стандартного сольового розчину готували в умовах ламінарного боксу за 5-10 хв. до початку аналізу. Щільність суспензій за стандартом Мак Фарланда доводили до 0,5-0,63 McF за допомогою денситометра. У роботі використовували GP- картки. Для антибіотикограми готували іншу суспензію: 280 мкл першої суспензії вносили у 3 мл стандартного сольового розчину. Використовували AST-картки. Морфологію клітин визначали на фіксованих препаратах, пофарбованих за Грамом у модифікації Бьорка [2]. Мазки мікроскопіювали на мікроскопі Zeiss Primo Star.

Результати та їх обговорення. Фізіолого-біохімічні властивості вихідного штаму *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 та його варіанту, що культивувався 4 пасажі на середовищі з ДСН, наведено у табл.1.

Таблиця 1. Фізіолого-біохімічні властивості вихідного штаму *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 та після культивування на середовищі з додецилсульфатом натрію

№ лунки	Тест	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6633	
		Вихідний штам	Після культивування на МПА з ДСН
2	D-амигдалін	-	-
4	Фосфотидилінозитфосфоліпаза С	-	-
5	D-ксилоза	-	-
8	Аргининдигідролаза 1	+	+
9	Бета-галактозидаза	+	-
11	Альфа-глюкозидаза	-	-
13	Ala-Phe-Pro-аріламідаза	-	-
14	Циклодекстрин	-	-
15	L-аспартатаріламідаза	-	-
16	Бета-галактопіранозидаза	-	-
17	Альфа-манозидаза	-	-
19	Фосфатаза	+	+
20	Лейцин-аріламідаза	-	-
23	L-пролін-аріламідаза	-	-
24	Бета-глюкоронідаза	-	-
25	Альфа-галактозидаза	-	-
26	L-пірролідоніл-аріламідаза	+	+
27	Бета-глюкоронідаза	-	-
28	Аланін-аріламідаза	-	-
29	Тирозин-аріламідаза	-	-
30	D-сорбіт	-	-
31	Уреаза	-	+
32	Стійкість до поліміксину В	+	+
37	D-Галактоза	+	+
38	D-Рибоза	-	-

Закінчення табл.

№ лунки	Тест	Staphylococcus aureus ATCC 6633	
		Вихідний штам	Після культивування на МПА з ДСН
39	L-лактат підлужений	+	+
42	Лактоза	-	-
44	N-ацетил-D-глюкозамін	+	+
45	D-мальтоза	-	-
46	Стійкість до бацитрацину	+	+
47	Стійкість до новобіоцину	-	-
50	Ріст за 6,5% NaCl	+	+
52	D-маніт	+	+
53	D-маноза	+	+
54	Метил-B-D-глюкопіранозид	-	-
56	Пуллулан	-	-
57	D-рафіноза	-	-
58	Стійкість до 0/129 (вібріостат.агент)	+	+
59	Саліцин	-	-
60	Цукроза	+	+
62	D-трегалоза	+	+
63	Аргининдігідролаза 2	-	-
64	Стійкість до оптохіну	+	+
		Імовірність ідентифікації як <i>Staphylococcus aureus</i> 93% (дуже гарна ідентифікація)	Імовірність ідентифікації як <i>Staphylococcus aureus</i> 88% (низька дискримінація)

Позначення: "+" – реакція позитивна; "(+)" – реакція слабо позитивна; "-" – реакція негативна; "(-)" – реакція слабо негативна

Як видно з таблиці нетривале культивування *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 у присутності ксенобітика призвело до втрати ним бета-галактозидази – внутрішньоклітинного індуктивного ферменту, який розщеплює дисахарид лактозу на галактозу і глюкозу, а отже, дає можливість бактерії рости на лактозі; і появи уреазу – ферменту, що каталізує розщеплення сечовини. Зміна

цих двох властивостей під впливом ксенобітика ДСН зменшила ймовірність ідентифікації з 93 до 88%.

З табл. 2 видно, що у варіанті штаму *Staphylococcus aureus* ATCC 6633, який культивувався з ДСН, удвічі зменшувалася чутливість до двох антибіотиків. Так мінімальна інгібувальна концентрація (МІК) левофлоксацину зростала з 0,12 до 0,25 мг/мл, а лінезоліду з 2 до 4 мг/л.

Таблиця 2. Антибіотикограма вихідного штаму *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 та після культивування на середовищі з додецилсульфатом натрію

Антимікробний препарат	Staphylococcus aureus ATCC 6633			
	Вихідний штам		Після культивування на МПА з ДСН	
	МІК, мг/мл	Інтерпретація	МІК, мг/мл	Інтерпретація
Скрінінг, цефокситин	ОТР	—	ОТР	—
Бензилпеніцилін	<=0,03	S	<=0,03	S
Ампіцилін				
Оксацилін	<=0,25	S	<=0,25	S
Гентаміцин	<=0,5	S	<=0,5	S
Ципрофлоксацин	<=0,5	S	<=0,5	S
Левофлоксацин	<=0,12	S	0,25	S
Моксифлоксацин	<=0,25	S	<=0,25	S
Еритроміцин	<=0,25	S	<=0,25	S
Кліндаміцин	<=0,25	S	<=0,25	S
Хинупристин/дальфопристин	<=0,25	S	<=0,25	S
Лінезолід	2	S	4	S
Ванкоміцин	<=0,5	S	<=0,5	S
Тетрациклін	<=1	S	<=1	S
Тайгециклін	<=0,12	S	<=0,12	S
Нітрофурантоїн	<=16	S	<=16	S
Рифампіцин	<=0,5	S	<=0,5	S
Триметопрім/сульфометаксозол	<=10	S	<=10	S

Позначення: "S" – чутливий; "R" – резистентний.

Мікроскопія препаратів пофарбованих за Грамом показала, що морфологія клітин *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 під впливом ДСН не змінилася, але частина

з них втратила здатність забарвлюватися грампозитивно (рис.1), що, можливо, свідчить про порушення цілісності клітинної стінки бактерій.

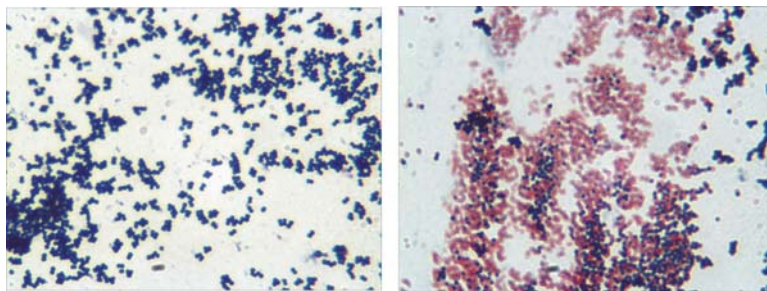


Рис.1 Морфологія клітин *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 у препараті, забарвленому за Грамом: зліва – вихідний штам, всі клітини грампозитивні (на фото виглядають чорними); справа – варіант, що культивувався 4 пасажи на МПА з ДСН (50 мг/л), клітини грампозитивні (на фото виглядають чорними) і грамнегативні (на фото виглядають сірими)

Висновки. Таким чином, було показано, що короткотривале (впродовж 4 пасажів) культивування бактерій *Staphylococcus aureus* ATCC 6633 на МПА з незначним вмістом (50 мг/л) аніонної поверхнево-активної речовини додецилсульфату натрію призводить до зміни низки їх біологічних властивостей, а саме: частина клітин втрачає здатність забарвлюватися грампозитивно; з'являється фермент уреаза і зникає бета-галактозидаза; удвічі зменшується чутливість до антибіотиків левофлоксацину і лінезоліду. Такі зміни затрудняють ідентифікацію цього клінічно значущого виду бактерій.

1. Михальський Л.О., Фуртат І. М., Радченко О.С., Степура Л.Г. Вплив синтетичних поверхнево-активних речовин на деякі біологічні властивості непатогенних видів роду *Corynebacterium* // Мікробіол. журн. – 2006. – Т.68, №3. – С.52-61. 2. Практикум із загальної мікробіології / Михальський Л.О., Радченко О.С., Степура Л.Г. та ін.; за ред. В.В.Смірнова. – К., 2002. 3. Ставская С. С., Удод В. М., Таранова Л. А., Кривец І. А. Мікробіологіческая очистка воды от поверхностно-активных веществ. – К., 1988. 4. Фуртат І.М., Ногіна Т.М., Михальський Л.О. та ін. Вплив поверхнево-активних речовин на деякі біологічні властивості *Corynebacterium glutamicum* // Національний університет "Києво-Могилянська Академія" Наукові записки. – 2002. – 20, 2. – С.435-438. 5. David H. Pincus D.H. Microbial Identification Using the bioMérieux VITEK® 2 System in M.J. Miller Encyclopedia of Rapid Microbiological Methods, 2006. – V.2. – Co-Published PDA Book.

Надійшла до редколегії 22.02.11

595.44(477)

Є. Сінгаєвський, асп., П. Кілочицький, д-р біол. наук

ПАВУКИ-ГЕРПЕТОБІОНТИ (ARACHNIDA, ARANEI) ШТУЧНИХ ЯЛИНОВО-ДУБОВИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ДОЛИНИ РІЧКИ СТУГНА

Досліджено видовий склад та фенологію павуків підстилки штучних ялиново-дубових лісів у долині ріки Стугна. Відмічено 66 видів з 46 родів і 16 родин. Виділено домінуючі види і наведено дані щодо їх фенології і змін динамічної щільності. Наведено дані про динаміку видового різноманіття та динамічну щільність павуків протягом періоду збору матеріалу. Серед відмічених видів виділено групи з різними фенологічними аспектами.

Species composition and phenological aspects of litter spiders that inhabit a spruce-oak artificial forest in the Stuhna river valley, were investigated. 66 spider species within 46 genera and 16 families were found. Dominant species with their phenological data and dynamic density alternation are given. Spider species dynamic and dynamic density of spider population during collection is suggested. Different phenological aspects groups between registered spider species are discriminate.

Вступ. Павуки-герпетобіонти, являючись облігатними хижаками, відіграють важливу роль у функціонуванні та у колообігу енергії наземних екосистем. Вивченість павуків, а особливо тих що мешкають у підстилковому ярусі на території південної частини Київської області залишається вкрай незадовільною. Згадка про павуків Київської області є лише в роботі М. Лук'янова кінця позаминулого століття [3]. З того часу ця територія залишається мало дослідженою в аранеологічному аспекті; окрім публікацій В.А. Гнелиці присвячених вивченню павуків родини Linyphiidae [1, 2] даних бракує. В працях цього автора окрім даних по фауні павуків є дані щодо екології лінійфід, наведено біотопічний розподіл та фенологію видів. Наше дослідження має на меті визначити видовий склад і сезонну динаміку активності павуків підстилки штучних ялиново-дубових лісових насаджень.

Об'єкти та методи досліджень. Матеріал зібрано за допомогою ґрунтових пасток Барбера у кількості десяти штук. У якості пасток обрано пластикові ємкості з діаметром отвору 8.7 см і об'ємом 0.5 л, заповнені на одну третину 2–4% розчином формаліну з додаванням детергенту. Пастки на дослідному стаціонарі розташовували в два ряди по 5 у кожному, відстань між пастками та рядами складала 10 м. За період експозиції з 11.04. до 06.12.2009 р. відпрацьовано 2410 пастко/днів та зібрано 2056 статевозрілих екземплярів павуків. Ін-

декс домінування павуків оцінювали лише для дорослих особин згідно прийнятій системі: резиденти – ≤5%, 5,1–10% субдомінанти, 10,1–25% домінянти, >25% – супердомінанти [5]. Матеріал зберігається у колекції автора.

Досліджено штучні насадження орлякових ялиново-дубових лісів (штучні ялиники мертвопокривні), розташовані у долині р. Стугна (Київська обл., Василівський р-н., 50°8'19.26"Пн; 30°25'50.82"Сх). За лісогосподарською типологією дані насадження відносяться до типу лісу С₂. Територія досліджень входить до складу Київської височинної лісостепової області Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю Лісостепової зони України [4].

Результати та їх обговорення. У підстилковому ярусі штучного мертвопокривного ялиника виявлено 66 видів павуків, які належать до 46 родів із 16 родин. Перелік видів наведено в таблиці 1. Найбільш широко представлена родина Linyphiidae – 30 видів (45% видового складу), значно бідніше представлені родини Gnaphosidae та Theridiidae – по 5 видів (8%). Разом представники цих трьох родин репрезентують більше 60% знайдених нами видів. Частина видів родини Thomisidae становить 6%, Lycosidae, Liocranidae, Tetragnathidae – по 5%. Представники родин Clubionidae, Dictynidae та Hahnidae представлені у наших зборах по 3% видів від кожної. Решта родин, Any-

phaenidae, Dysderidae, Mimetidae, Pholcidae та Zoridae представлені по 1 виду (по 2%).

Супердомінантом у населенні павуків підстилкового ярусу мертвopoкpивного ялиниiкa виступає *Trochosa terricola* (Lycosidae), частка цього виду складає 29,2% від загальної кількості особин, домінантом є *Walckenaeria alticeps* (Linyphiidae) 24,6%. До видів субдомінантів можна віднести: *Pardosa alacris* (Lycosidae) – 7,39% та *Tenuiphantes flavipes* (Linyphiidae) – 5,5%. До резидентів можна віднести *Microneta viaria* (Linyphiidae) – 4,68%, *Centromerus brevivulvatus* (Linyphiidae) – 4,47%, *Haplodrassus silvestris* (Gnaphosidae) – 2,77% та *Hahnha ononidum* (Hahnidae) – 2,09. Решта видів представлені у зборах незначною кількістю екземплярів.

Аналіз сезонної динаміки активності домінуючих видів дав наступні результати. Вид *T. terricola*, ранньою весною, на самому початку досліджень, демонстрував значні показники динамічної щільності, пов'язані з реактивацією особин що перезимували. Пік динамічної щільності припадає на першу половину травня, посту-

пово знижуючись до середини липня. Статевозрілі особини цього виду не зустрічалися у зборах у кінці вересня на початку жовтня. Наступний домінантний вид *W. alticeps* пік динамічної щільності демонструє в середині квітня, кількісь особин поступово знижується і виходить на певний стабільний показник у другій половині травня, тримаючись на низкому рівні аж до повного зниження у першій половині вересня. *T. terricola* та *W. alticeps* відносяться до моновольтинних видів в умовах Лісостепу.

Субдомінант *P. alacris* реєструється з початку травня до середини жовтня, пік динамічної щільності припадає на другу половину травня і початок червня. Інший вид-субдомінант *T. flavipes* характеризується постійним траплянням від початку і до закінчення збору матеріалу на початку грудня. Перший пік динамічної щільності припадає на початок травня, другий, більш виразний – на першу половину серпня. Максимальна активність виду припадає на кінець вересня – першу половину жовтня з різким спадом показника наприкінці жовтня.

Таблиця 1. Видове різноманіття та чисельність павуків у підстилковому ярусі мертвopoкpивного ялиниiкa

Родина	Вид	К-сть екземплярів	Частка виду у зборах (%)
Linyphiidae	<i>Abacoproeces saltuum</i> (L. Koch, 1872)	9	0,44
	<i>Anguliphantes angulipalpis</i> (Westring, 1851)	3	0,14
	<i>Centromerus brevivulvatus</i> Dahl, 1912	92	4,47
	<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	14	0,68
	<i>Ceratinella brevis</i> (Wider, 1834)	26	1,26
	<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	15	0,72
	<i>Drapetisca socialis</i> (Sundevall, 1833)	1	0,04
	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	3	0,14
	<i>Hypomma cornutum</i> (Blackwall, 1833)	1	0,04
	<i>Linyphia hortensis</i> Sundevall, 1833	4	0,19
	<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)	5	0,24
	<i>Macrargus carpenteri</i> (O.P.-Cambridge, 1894)	1	0,04
	<i>Macrargus rufus</i> (Wider, 1834)	2	0,09
	<i>Megalephyphantes pseudocollinus</i> Saaristo, 1997	1	0,04
	<i>Megalephyphantes minutus</i> (Blackwall, 1833)	1	0,04
	<i>Microneta viaria</i> (Blackwall, 1841)	96	4,7
	<i>*Moebelia penicillata</i> (Westring, 1851)		
	<i>Nereine clathrata</i> (Sundevall, 1830)	2	0,09
	<i>Nereine montana</i> (Clerck, 1757)	2	0,09
	<i>Palliduphantes alutacius</i> (Simon, 1884)	3	0,14
	<i>Panamomops menzei</i> Simon, 1926	2	0,09
	<i>Tapinocyba insecta</i> (L. Koch, 1869)	10	0,48
	<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)	113	5,6
	<i>Trichoncus affinis</i> Kulczyn'ski, 1894	1	0,04
	<i>Troxochrus scabriculus</i> (Westring, 1851)	3	0,14
	<i>Walckenaeria alticeps</i> (Denis, 1952)	506	24,6
	<i>Walckenaeria antica</i> (Wider, 1834)	14	0,68
	<i>Walckenaeria atrotibialis</i> O.P.-Cambridge, 1878	14	0,68
	<i>Walckenaeria cucullata</i> (C.L. Koch, 1836)	7	0,34
	<i>Walckenaeria obtusa</i> Blackwall, 1836	2	0,09
Gnaphosidae	<i>Haplodrassus silvestris</i> (Blackwall, 1833)	57	2,77
	<i>Haplodrassus soerenseni</i> (Strand, 1900)	1	0,04
	<i>Haplodrassus umbratilis</i> (L. Koch, 1866)	1	0,04
	<i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878)	1	0,04
	<i>Zelotes subterraneus</i> (C.L. Koch, 1833)	10	0,48
Theridiidae	<i>Asagena meridionalis</i> Kulczyn'ski, 1894	3	0,14
	<i>*Dipoena torva</i> (Thorell, 1875)		
	<i>Robertus lividus</i> (Blackwall, 1836)	2	0,09
	<i>*Steatoda bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)		
Thomisidae	<i>*Theridion melanurum</i> Hahn, 1831		
	<i>Ozyptila praticola</i> (C.L. Koch, 1837)	32	1,55
	<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1837)	1	0,04
	<i>Xysticus lanio</i> C.L. Koch, 1835	2	0,09
Lycosidae	<i>Xysticus luctator</i> L. Koch, 1870	16	0,78
	<i>Pardosa alacris</i> (C.L. Koch, 1833)	152	7,39

Закінчення табл. 1

Родина	Вид	К-сть екземплярів	Частка виду у зборах (%)
	<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	12	0,58
	<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	601	29,2
Liocranidae	<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)	107	5,2
	<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	1	0,04
	<i>Agroeca lusatica</i> (L. Koch, 1875)	2	0,09
Tetragnathidae	<i>Metellina menzei</i> (Blackwall, 1869)	1	0,04
	<i>Pachygnatha clercki</i> Sundevall, 1823	1	0,04
	<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall, 1830	3	0,14
Clubionidae	<i>Clubiona caerulescens</i> L. Koch, 1867	7	0,34
	<i>Clubiona phragmitis</i> C.L. Koch, 1843	1	0,04
Hahnidae	<i>Hahnia ononidum</i> Simon, 1875	43	2,09
	<i>Hahnia pusilla</i> C.L. Koch, 1841	2	0,09
Dictynidae	<i>Lathys humilis</i> (Blackwall, 1855)	1	0,04
	<i>Mastigusa arietina</i> (Thorell, 1871)	1	0,04
Salticidae	<i>Pseudeuophrys erratica</i> (Walckenaer, 1826)	14	0,68
	<i>Salticus zebraneus</i> (C.L. Koch, 1837)	1	0,04
Pholcidae	<i>Pholcus opilionoides</i> (Schrank, 1781)	1	0,04
Zoridae	<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)	11	0,53
Dysderidae	<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. Koch, 1838)	10	0,48
Anyphaenidae	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)	3	0,14
Mimetidae	<i>Ero furcata</i> (Villers, 1789)	2	0,09
Всього		2056	100%

Найвищий показник різноманіття видів зареєстровано на початку травня – 36 видів. Зростання видового різноманіття відбувається наприкінці квітня. У другій половині травня кількість видів у зборах поступово знижується і стабілізується наприкінці серпня – початку вересня. З цього моменту і до середини жовтня видове різноманіття залишається на незмінному рівні, дещо зростаючи в кінці жовтня. З кінця жовтня і до другої половини листопада спостерігається спад видового різноманіття (лише 3 види) у зборах. На початку грудня, незважаючи на усталеність мінісередніх температур, спостерігається незначний ріст кількості видів (до 5) за рахунок представників родини Linyphiidae.

Протягом польових досліджень видовий склад павуків підстилки ялиново-дубового лісу частково змінювався відповідно до сезонів. До видів з весняним фенологічним аспектом відносяться: *Anguliphantes angulipalpis*, *Erigone dentipalpis*, *Hypomma cornutum*, *Macrargus carpenteri*, *M. rufus*, *Nereine clathrata*, *Troxochrus scabriculus*, *W. obtusa*, *Metellina menzei*, *Pachygnatha clercki*, *Agroeca lusatica*, *Hahnia pusilla* та *Lathys humilis*. До видів з весняно-літнім фенологічним аспектом належать: *Pseudeuophrys erratica*, *Ceratinella brevis*, *W. cucullata*, *Harpactea rubicunda*, і *Zora spinimana*. Види що траплялися у зборах влітку – *Abacoprocetes saltuum*, *Panamomops menzei*, *Trichoncus affinis*, *W. atrotibialis*, *H. umbratilis*, *Xysticus luctator*. Осінні види: *Linyphia triangularis*, *Megalephyphantes pseudocollinus*, *Mastigusa arietina*. Такі види як *P. alacris*, *T. terricola*, *Centromerus brevivulvatus*, *C. sylvaticus*, *Diplostyla concolor*, *Microneta viaria*, *T. flavipes*, *Agroeca brunnea* та *Ozyptila praticola* зустрічалися у зібраному матеріалі протягом усього періоду збору матеріалу.

Найбільша динамічна щільність павуків зареєстрована у травні: 68 екз/50 пасткодіб, найнижча – у кінці листопада, 2,3 екз/50 пасткодіб. Протягом літніх місяців коливання цього показника складало від 40 на початку червня до 9 екз/50 пасткодіб у кінці серпня і знижувалося аж до різкого збільшення показника у 25 екз/50 пасткодіб у першій половині жовтня. Цей пік обумовлений різким збільшенням частки виду *T. flavipes* у зборах.

Зі знайдених нами 66 видів павуків 62 є типовими мешканцями підстилки і лише 4 види: *Moebelia penicillata*, *Dipoena torva*, *Steatoda bipunctata* та *Theridion melanurum* характерні приуроченістю до інших ярусів, а саме до ярусу кущів та деревного ярусу, потрапивши до пасток випадково. Ці види позначені в таблиці (*).

Висновки. Вперше для території Київської частини Лісостепу наведені дані щодо видового складу павуків підстилкового ярусу штучних лісових насаджень. Усі 66 видів вказуються для дослідженої території вперше. Визначено види доміанти і наведено дані по їх динамічній щільності в умовах підстилки штучних мертвопокровних ялиників протягом вегетаційного періоду і до початку встановлення нового снігового покриву. Встановлено фенологічні аспекти деяких видів.

- Гнелица В.А. Фауна пауков семейства Linyphiidae лесостепной зоны Украины: 1. Подсемейство Linyphiinae // Изв. Харк. энтомот. о-ва. – 2000. – Т.8., вып.1. – С. 132–139. 2. Гнелица В.А. Фауна пауков семейства Linyphiidae (Aranei) лесостепной зоны Украины. 2. Подсемейство Erigoninae // Изв. Харк. энтомот. о-ва. – 2002. – Т.9., вып.2. – С. 193–201. 3. Лукьянов Н. Список пауков (Araneina, Psseudoscorpionina и Phalangina) водянских вь Юго-Западном крае и смежных с ним губерниях России // Зап. Киевск. о-ва естествоисп. – 1897. – Т.14., вып.2. – С. 1–19. 4. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: Підручник – 3-тє вид., стер. – К.: Т-во "Знання", КОО, 2006. – 511с. 5. Southwood T.R.E. Ecological methods. London: Chapman and Hall, 1978. – 253 p.

Надійшла до редколегії 11.02.11

ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ПІДСТИЛКАХ ЛИСТЯНИХ НАСАДЖЕНЬ ЧЕРКАСЬКОГО РЕГІОНУ

Розглянуто сезонну динаміку розкладання лісових підстилок п'яти типів штучних насаджень, різних за складом порід. На основі розрахованих значень опадо-підстилкових коефіцієнтів (ОПК), порівняно швидкість мінералізації підстилок цих насаджень. Зроблено висновки про типи кругообігу речовин в кожному насадженні, згідно зі шкалою Л.Є.Родіна та Н.І.Базилевич

Seasonal dynamic of forest litter decomposition from five artificial residual stand types, various in species compositions is considered. On the estimated values basis of leaf litter rates were compared mineralization speed of its litters. There are drawn conclusions about circulation type of elements in each residual stand by L.E.Rodin and N.I.Bazilevich scale.

Вступ. Збереження та відтворення лісів, на сьогоднішній день, – надзвичайно гостре питання, яке турбує вчених-екологів. Нераціональне лісокористування є проблемою всієї країни. Біомаса лісів відновлюється протягом 36 років, а інтенсивність вирубок є досить високою. І хоча вирубування деревостану слід вести після того, як він досяг 80 років, однак ліси вирубуються швидше, ніж стабілізуються лісові екосистеми [6]. Для вирішення проблеми збереження лісів необхідне проведення по всіх регіонах комплексної оцінки стану лісових екосистем, яка включала б цілий ряд критеріїв. Основні її складові – біорізноманіття та стан окремих компонентів лісового фітоценозу.

Одним з головних показників та структурних одиниць біогеоценозу є лісова підстилка, що поєднує в єдину систему біоценоз та едафотоп. Значення її, в даному випадку, важко переоцінити. По-перше, завдяки деструкційним процесам, що відбуваються в підстилці, в ґрунт повертаються елементи, вилучені з нього корневими системами рослин за їх життя. По-друге, вона забезпечує рівномірність надходження вологи та поживних речовин, а також перешкоджає вимиванню останніх. Тому швидкість розкладу підстилки характеризує швидкість кругообігу речовин в екосистемі [7]. Важливим для розуміння динаміки розкладання є співвідношення мас підстилки та опаду. Чим більші запаси підстилки і чим вищий коефіцієнт відношення маси підстилки до маси опаду, тим сильніше в біогеоценозах загальмовані деструкційні процеси [5].

Дослідження характеру розкладання підстилок у насаджень з різним типом деревостанів має практичну цінність і може бути використане у лісгоспах для підбору та поєднання порід при проведенні штучного лісовідновлення.

Вивченню властивостей підстилки та її впливу на процеси ґрунтоутворення були присвячені роботи ряду вчених: А.П.Травлєєва [13], А.О.Дубіної [8], О.О. Молчанова [10], Ю.М.Чорнобая [15] та ін. В Черкаському регіоні цій проблемі увага практично не приділялася.

Тому метою даної роботи є визначення сезонної динаміки розкладання підстилок у різних за типом деревостанів насаджень та порівняння швидкості їх деструкції.

Об'єкт та методика досліджень. Об'єктами дослідження були підстилки штучних насаджень Смілянського лісгоспу: кленово-ясенєва, грабово-липова, дубово-липова, дубова, акацієва. Вік насаджень 35 – 40 років.

Дані насаджень зростають на сірих лісових ґрунтах, легкосуглинкових за механічним складом, сформованих на лесовидних суглинках; автоморфних за ступенем зволоження.

Збір підстилки та опаду, а також усі дослідження, проводилися відповідно до розроблених методик [4, 11]. Підстилку збирали за допомогою спеціального шаблону діаметром 20 см із різних місць дослідних ділянок, кілька разів протягом сезону. Опад був зібраний опадовловлювачами – квадратними пристроями, внутрішня сторона яких рівна 1м², з отворами у дні, для виходу вологи. Зібраний матеріал зважували та описували. Статистична обробка одержаних результатів проводилася з використанням комп'ютерної програми Windows XP SP3.

ОПК визначали як відношення кількості нерозкладеної підстилки до кількості опаду, що надійшов за вегетаційний період.

Інтенсивність кругообігу встановлювали за шкалою Л.Є.Родіна та Н.І.Базилевич [3].

Дослідження проводилися у вегетаційний період 2009 року. Середньомісячна температура повітря травня (початок активного розкладання) становила 15°C, на поверхні ґрунту – 20°C, відносна вологість повітря 64%, в 10см шарі ґрунту – 20%. Літо було спекотне та сухе: середньомісячна температура повітря липня – 21,4°C, поверхні ґрунту – 28 – 30°C, відносна вологість повітря 60%, ґрунту – 10-15%. У жовтні середньомісячні температури повітря та ґрунту становили відповідно 10 та 15°C, вологість – 70% повітря та 25% ґрунту.

Результати та їх обговорення. Дослідні лісові підстилки є двохшаровими. Перехід до ґрунту поступовий. В усіх підстилок добре виражений детритний горизонт.

Кленово-ясенєва, дубово-липова та дубова підстилки володіють клейончастою структурою та щільним наляганням листових пластин. Грабово-липова підстилка має комкувато-листову структуру з пухким наляганням. Акацієва підстилка – трухоподібної структури, з розсипчастим характером налягання листя.

Потужність є важливим показником при дослідженні накопичення підстилок і залежить як від їх маси, так і від щільності налягання листових пластин. Чим пухкішою є підстилка, тим кращі в ній повітряно-гідрологічні умови для розвитку мікроорганізмів-деструкторів. Разом з цим, завелика потужність може бути наслідком надмірного накопичення органічної маси, що, в поєднанні із щільним характером налягання листя, приводить до розвитку процесів гниття, а не мінералізації.

Результати дослідження потужності кожного з горизонтів підстилок штучних насаджень (табл. 1) свідчать, що показник потужності невеликий і знаходиться в межах $2,0 \pm 0,061$ – $4,2 \pm 0,163$ см. За зростанням його значення дані підстилки можна розмістити в такий ряд: грабово-липова, кленово-ясенєва, акацієва, дубова, найбільша потужність у дубово-липової підстилки.

Таблиця 1. Потужність окремих горизонтів підстилок деревних насаджень різних типів (см)

Підстилки	Кленово-ясеневі	Дубово-липові	Грабово-липові	Дубові	Акацієві
H ₀₁	1,0 ± 0,07	2,5 ± 0,111	0,6 ± 0,036	2,0 ± 0,063	1,5 ± 0,081
H ₀₂	1,5 ± 0,102	1,7 ± 0,109	1,4 ± 0,05	1,5 ± 0,083	1,5 ± 0,097
H ₀₁ + H ₀₂	2,5 ± 0,098	4,2 ± 0,163	2,0 ± 0,061	3,5 ± 0,122	3,0 ± 0,108

Співвідношення між прошарками є досить різним: у дубово-липовій та дубовій підстилках краще розвинений верхній горизонт, у акацієвій – вони приблизно однакові, а у кленово-ясеневій та грабово-липовій підстилках більшого розвитку досягає горизонт H₀₂. Саме цей, трухоподібний детритний горизонт відіграє найбільшу роль для процесів ґрунтоутворення, оскільки продукти розкладу органіки, сконцентровані в ньому, здатні найшвидше включитися в кругообіг речовин. Чим краще розвинений цей горизонт, тим краще проходять процеси мінералізації в підстилці [1].

Потужність і маса накопиченої підстилки залежать від темпів її розкладання та змінюються протягом сезону. Це зумовлено нерівномірністю швидкості проходження деструкційних процесів і залежить від кількості тепла та вологи всередині підстилки. Весною та на початку літа обидва фактори діють в достатній мірі, що

створює оптимальні умови для розвитку мікроорганізмів-деструкторів. Наслідком цього є відносно швидке розкладання підстилок у порівнянні з літніми та осінніми процесами. Влітку розкладання підстилок обмежується недостатньою кількістю вологи, оскільки, як указувалося вище, ґрунти є автоморфними. Восени кількість вологи значно збільшується, але зниження температури навколишнього середовища спричинює поступове зниження її в підстилці, що приводить до гальмування процесів мінералізації. Взимку розкладання підстилки практично не відбувається.

Така тенденція зберігається і в рік дослідження, що підтверджується описом умов розкладання, приведених у попередньому розділі, та аналізом таблиці 2: весна – літо розклалося 10 – 27% підстилки, а літо-осінь – лише 8 – 14%.

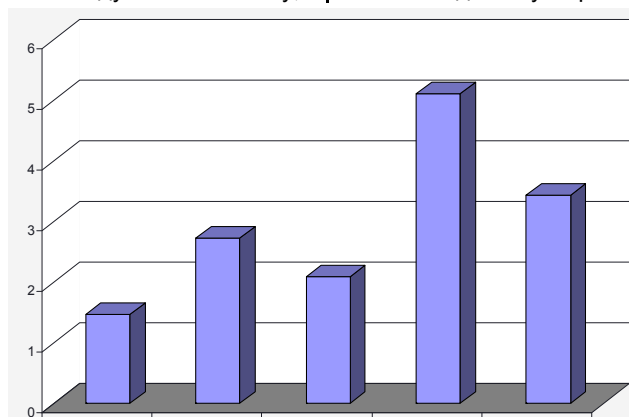
Таблиця 2. Розклад підстилок штучних насаджень Смілянського лісгоспу протягом періоду вегетації

Підстилки	Весна		Літо		Осінь	
	Маса підстилки, т/га	% розкладу від поч. маси	Маса підстилки, т/га	% розкладу від поч. маси	Маса підстилки, т/га	% розкладу від поч. маси
Кленово-ясеневі	15,58 ± 0,301	27	11,39 ± 0,218	14	9,13 ± 0,164	41
Дубово-липові	27,33 ± 0,202	18	22,40 ± 0,167	11	19,47 ± 0,193	29
Грабово-липові	13,67 ± 0,140	20	11,00 ± 0,107	11	9,44 ± 0,133	31
Дубові	28,94 ± 0,168	10	26,13 ± 0,251	8	23,84 ± 0,162	18
Акацієві	24,32 ± 0,230	15	20,74 ± 0,097	9	18,59 ± 0,204	24

Необхідно зазначити, що найактивніше мінералізація підстилки проходить в кленово-ясеневому штучному насадженні (за період вегетації розклалося 41 % основної маси), а найповільніше розкладається підстилка штучного дубового насадження, в якій за цей же період розклалося лише 18% від основної маси. Решта підстилок можна розмістити в такий ряд за збільшенням швидкості розкладання: акацієва, дубово-липова, грабово-липова.

Для порівняння швидкостей розкладання, на основі даних маси підстилок та опадів, нами розраховані ОПК для дослідних насаджень (рис. 1), які свідчать, що найшвидше розкладається підстилка кленово-ясеневих насаджень. Дещо повільніше її мінералізація проходить у грабово-липовому, далі – в дубово-липовому,

акацієвому і найповільніше – в дубовому. Тобто можемо зробити висновок, що опад твердолистяних порід (зокрема дуба) піддається розкладанню повільніше, ніж м'яколистяних (ясен, клен, липа і т.д.). Це випливає із його хімічного складу. Як свідчать літературні джерела, опад дубового листя має високий вміст стійких до біологічного впливу речовин таких, як лігнін (до 30%), целюлоза (15 – 18%), та геміцелюлоза (до 16%) [14]. Відомо небагато видів мікроорганізмів, які руйнують лігнін, зокрема, гриби – базидіоміцети і ґрунтові гриби. У розкладанні целюлози, яка також важко піддається деструкції, беруть участь бактерії, актиноміцети, а також мікроскопічні гриби. Геміцелюлоза менш стійка до біологічної дії, порівняно з целюлозою, але теж являється досить складним субстратом для роботи мікробіоти [9, 12].



Кленово-Дубово-Грабово-Дубове Акацієве ясеневе липове липове

Рис. 1. Порівняльна діаграма опад-підстилкових коефіцієнтів різних типів деревних насаджень Смілянського лісгоспу

Аналіз змін ОПК у різних типів деревних насаджень свідчить, що твердолистовий опад, змішаний із м'яко-листовим, швидше піддається деструкції. Очевидно, що м'яколистовий опад є більш сприятливим субстратом для розвитку вище наведених мікроорганізмів, тому у змішаних насадженнях дубове листя розкладається швидше, що буде сприяти формуванню в них родючих ґрунтів. Адже відомо, що позитивний вплив підсти-

лки на процеси ґрунтоутворення виражається тим краще та інтенсивніше, чим енергійніше проходить її розкладання. Існує, також, тісних зв'язок між останнім та інтенсивністю вилугування хімічних елементів [2].

Використовуючи значення ОПК та оціночну шкалу Л.Є.Родіна і Н.І.Базилович, ми визначили ступінь інтенсивності біологічного кругообігу речовин для кожного насадження (табл. 3).

Таблиця 3. Інтенсивність біологічного кругообігу речовин різних типів деревних насаджень Смілянського лісгоспу

Насадження	Опадо-підстилковий коефіцієнт	Бал інтенсивності	Тип кругообігу
Кленово-ясеневе	$1,47 \pm 0,051$	7	інтенсивний
Дубово-липове	$2,73 \pm 0,080$	6	загальмований
Грабово-липове	$2,09 \pm 0,049$	6	загальмований
Дубове	$5,12 \pm 0,177$	6-5	Перехідний від загальмованого до сильно загальмованого
Акацієве	$3,44 \pm 0,096$	6	загальмований

Отримані дані свідчать, що всі насадження, крім дубового та кленово-ясеневе, мають загальмований тип кругообігу з балом інтенсивності 6. Особливо відзначаємо дубове насадження. Його показник ОПК знаходить на межі між балами 6 і 5, тобто дане насадження має перехідний тип кругообігу від загальмованого до сильно загальмованого.

Для кленово-ясеневе насадження ОПК становить 1,47, тому даний тип кругообігу відносимо до інтенсивного (бал інтенсивності 7), що підтверджує зроблені нами висновки про найшвидші темпи мінералізації за типом даної підстилки.

Висновки. Підсумовуючи все вище викладене, можна зробити наступні висновки:

1. Підстилка накопичується у два прошарки. За потужністю нижній, детритний, горизонт переважає над верхнім у грабово-липової та кленово-липової підстилок, що є позитивним для проходження ґрунтоутворюючих процесів. В акацієвої – обидва горизонти розвинені в однаковій мірі. У дубово-липовій та дубовій підстилках верхній горизонт потужніший, ніж нижній, що вказує на повільніші темпи розкладання.

2. Розкладання підстилок протягом сезону проходить нерівномірно: швидкість деструкції знижується з весни до осені, про що свідчить нерівномірне зменшення маси підстилок.

3. Найшвидше розкладається підстилка м'яколистових порід, потім змішаних з твердолистовими. Найповільніше розкладанню піддається підстилка твердолистових порід, в якій міститься найбільша кількість стійких до біологічного дії речовин.

4. За оціночною шкалою Л.Є.Родіна і Н.І.Базилович всі насадження, крім дубового та кленового – ясеневе-

го, мають загальмований тип кругообігу з балом інтенсивності 6. Дубове насадження характеризується перехідним типом кругообігу від загальмованого до сильно загальмованого з проміжним балом інтенсивності (6-5). В ясеневе-кленового – інтенсивний тип, з балом інтенсивності 7.

1. Белова Н.А. Естественные леса и степные почвы / Н.А. Белова, А.П. Травлев. – Д.: изд Днепр. ун-та, 1999. – 344 с. 2. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность лесов европейского Северо-Востока / К.С.Бобкова. – Л.:Наука, 1987. – 156с. 3. Воробьев Д.В. Методика лесотопологических исследований / Д.В.Воробьев. – К.:изд-е 2, Урожай, 1967. – 388с. 4. Гришина Л.А. Учет биомассы и химический анализ растений / Л.А. Гришина, Е.М.Самойлова. – М.: изд-во Моск ун-та, 1971. – 99с. 5. Дылис И.В. Основы биоценологии / И.В.Дылис. – М.: МГУ, 1978. – 172с. 6. Дідух Я.П. Енергетичні проблеми екосистем і забезпечення сталого розвитку України / Я.П.Дідух // Вісник НАН України. – №4. – К., 2007. – С. 3 – 12. 7. Дідух Я.П. Порівняльна оцінка енергетичних запасів екосистем України/ Я.П.Дідух // Укр. ботан. журн. – №2. Т 64. – К., 2007. – С. 177 – 194. 8. Дубина А.А. Мониторинговые исследования лесной подстилки естественных биоценозов Прикамья / А.А.Дубина // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель: Межвуз. сб. науч. Тр. – Д.: изд-во Днепр. ун-та, 1997. – С. 113 – 115. 9. Манская С.М. Ароматические структуры лигнина и их роль в биообразии гуминовых кислот / С.М.Манская, Л.А.Кодина // Почвоведение. – 1968. – №8. – С.79 – 85. 10. Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон / А.А.Молчанов. – М.: Наука, 1977 – 275 с. 11. Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е.Родин, Н.П.Ремезов, Н.И.Базилович. – Л.: Наука, 1968. – 143 с. 12. Сзги И. Методы почвенной микробиологии / И.Сзги. – М.: Коло с, 1983. – 296 с. 13. Травлев А.П. Взаимодействие растительности с почвами в лесных биоценозах настоящих степей Украины и Молдавии: Автореф. Дис. ...д-ра биол. наук / А.П.Травлев. – Д., 1972. – 49 с. 14. Частухин В.Я. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе // В.Я.Частухин, М.А. Николаевская. – Л., 1969. – 326 с. 15. Чорнобай Ю.М. Трансформация растительного детрита в природных экосистемах: монография / Ю.М.Чорнобай. – Львів: вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.

Надійшла до редколегії 2.02.11

О. Ситар, канд. біол. наук, Н. Новицька, канд. с.-г. наук, Н. Светлова, канд. біол. наук, Н. Таран, докт. біол. наук, С. Каленська, докт. с.-г. наук

МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.) ЗА ДІЇ НЕІОННИХ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ МЕТАЛІВ

Досліджено особливості впливу неіонних колоїдних розчинів металів (Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe) на морфо-фізіологічні параметри та урожайність рослин сої (*Glycine max* (L.) Merr.). З'ясовано, що обробка насіння сої неіонними колоїдними розчинами металів оптимізує умови росту й розвитку рослин, починаючи від проростання насіння і до утворення генеративних органів і дає змогу реалізувати продуктивний потенціал рослин при дотриманні технології її вирощування.

The peculiarities of the influence the ionic colloidal solutions of metals (Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe) on morpho-physiological parameters and yield of soybean plants (Glycine max (L.) Merr.) were investigated. It was found that treatment of soybean seeds by ionic colloidal solutions of metals optimizes the conditions for growth and development of plants, from seed germination till the formation of generative organs and enables to realize the productive potential of plants.

Вступ. Реалізація потенціалу сортів сільськогосподарських культур можлива лише при забезпеченні оп-

тимального рівня живлення рослин, що залежить від наявності та доступності елементів мінерального жив-

лення, в тому числі біогенних мікроелементів металів. Сучасні агротехнології в умовах інтенсивного землеробства є вирішальним фактором, що визначає активність та направленість фізіолого-біохімічних процесів в рослинному організмі. Зростання антропогенного навантаження внаслідок існуючих підходів до сільськогосподарського виробництва, спричиняють порушення кругообігу основних біогенних елементів у штучних агроценозах. Тому стає актуальною розробка нових підходів до оптимізації мінерального живлення рослин. Один із них полягає у використанні в технологіях вирощування сільськогосподарських культур новітніх нанотехнологій.

В Україні препарати, що були отримані за рахунок даної технології почали використовувати нещодавно. Зокрема, в 2009 році групою українських дослідників було створено маточний колоїдний розчин наночастинок металів (Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe) [1]. Наночастинки мікроелементів, електричнозаряджені зі знаком "мінус", були отримані методом ерозійно-вибухової нанотехнології, що базується на новому фізичному ефекті в галузі концентрації високих енергій.

Оскільки біогенні мікроелементи (Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe) застосовуються у вигляді наночастинок не постає проблема щодо їх токсичності та біологічної сумісності. Так, дослідженнями російських учених доведено, що токсичність наночастинок металів у багато разів менша токсичності іонів металів, одержаних із застосуванням солей. Токсичність міді менша в 7 разів, цинку – 30 разів, а заліза – в 40 разів. Крім того, деякі з цих наночастинок, зокрема марганець і срібло, мають також біоцидні властивості по відношенню до хвороботворних мікроорганізмів [2].

Таким чином препарати, створені на основі наночастинок металів є тим середовищем, що формують потенціалом агроценозу, з'ясування особливостей функціонування якого на рівні рослинного організму дозволить зрозуміти специфічність дії нанопрепаратів на фізіолого-біохімічні процеси і на реалізацію продуктивного потенціалу рослин.

Відомо, що для характеристики потенційної продуктивності рослин використовуються показники кореляції між інтенсивністю фотосинтезу, вмістом хлорофілів та продуктивністю рослин. Дослідження показників, що визначають потенційну продуктивність рослин, дозволяє спрогнозувати урожай та здійснювати спостереження за станом посівів з внесенням певних коректив (за рахунок використання добрив, поливів і т.д.). Тому метою даної роботи було дослідити дію певних наночастинок металів на вміст фотосинтетичних пігментів у рослин сої в динаміці та їх вплив на продуктивність дослідних рослин.

Об'єкти та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах правобережного Лісостепу України в польовій зернопросапній сівозміні кафедри рослинництва та кормовиробництва ВП "Агрономічна дослідна станція" Національного університету біоресурсів і природокористування України на чорноземах типових середньо суглинкових з вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 4, 38–4,53%, рН сольової витяжки 6,9–7,3, вміст азоту – 0,27–0,31%, фосфору – 0,15–0,25%, калію – 2,3–2,5%. Об'єкт досліджень – рослини сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту вітчизняної селекції Аннушка (ультраскоростиглий).

Для з'ясування індивідуальної продуктивності рослин та рівня урожаю насіння сої залежно від обробки насіння розчинами наночастинок металів було закладено дрібноділянковий дослід. В дослідженнях використовували передпосівну обробку насіння сої та позако-рєневу обробку наночастинами цинку, срібла, кобаль-

ту, заліза, молібдену, марганцю, міді. Обробку насіння сої неіонними колоїдними розчинами металів проводили з розрахунку 1 л робочого розчину на 1 тону насіння шляхом замочування насіння за добу до сівби. Розчини, використані в дослідженнях, розроблені кафедрою технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України й уперше використані для обробки насіння сої. Колоїдні розчини наночастинок металів (10^{-9}) отримані диспергуванням гранул заліза, міді, кобальту, молібдену, марганцю, цинку і срібла імпульсами електричного струму з амплітудою 100-2000 А у воді. Контрольними варіантами було насіння сої сухе (контроль 1) та замочене за добу до сівби у дистильованій воді (контроль 2). Варіанти досліджень: 1. Контроль 1; 2. Контроль 2; 3. Розчин Fe (10^{-9}); 4. Розчин Zn (10^{-9}); 5. Розчин Cu (10^{-9}); 6. Розчин Mn (10^{-9}); 7. Розчин Mo (10^{-9}); 8. Розчин Co (10^{-9}); 9. Розчин Ag (10^{-9}). Позакорєневу обробку проводили після фази цвітіння рослин сої.

Схема дрібноділянкового польового дослідження передбачала сівбу сорту сої Аннушка, насіння якого висівали на ділянках площею 1 м^2 в 2 повтореннях по 50 насінин в рядку, ширина міжрядь – 45 см, між ділянками – 70 см. Фоновими добривами були $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$. При цьому досліджували польову схожість насіння, проводили ряд фенологічних спостережень за ростом та розвитком рослин сої, проводили облік структури врожаю та визначали посівні якості насіння за методиками ДСТУ 4138-2002 [3]. Кількісний вміст пігментів оцінювали спектрофотометрично [4]. Отримані дані обраховували статистично за допомогою програми Microsoft Excel. Повторність усіх дослідів була трикратна, вірогідність різниці між середніми арифметичними значеннями показників встановлювали за критерієм Стюдента. Відмінності вважали суттєвими при значенні $P \leq 0,05$ [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені дослідження свідчать про позитивний вплив розчинів наночастинок металів на схожість насіння сої сорту Аннушка. Так, досліджуючи посівні якості насіння сої за різних варіантів обробки (табл. 1), нами було встановлено, що його енергія проростання та лабораторна схожість у дослідних варіантах перевищувала контрольні показники в середньому на 2-6 %. Суттєво вплинула на підвищення лабораторної схожості насіння сої обробка розчинами цинку та заліза. В останніх двох варіантах цей показник становив 99-100 % при 93 % в контролі. Енергія проростання насіння при обробці розчинами нанометалів варіювала в межах 90-97 %, лабораторна схожість – в межах 93-100%. Слід також відмітити значну силу росту насіння при обробці насіння неіонним колоїдним розчином цинку. При цьому енергія проростання насіння досліджуваних сортів сої була майже на рівні лабораторної схожості, і складала в середньому 96-97 %.

При визначенні впливу неіонних колоїдних розчинів наночастинок металів на польову схожість насіння сої варто відмітити, що в польових умовах найкраще проявив себе розчин наночастинок срібла та марганцю. Так, в дрібноділянковому досліді польова схожість насіння сої, обробленого колоїдним розчином наночастинок срібла, у сорту Аннушка варіювала в межах 84 ± 7 %. При обробці насіння колоїдним розчином наночастинок марганцю – зростала до 93 ± 4 %. При цьому, схожість насіння у контрольному варіанті, становила лише 76 ± 2 %. Таким чином стає очевидним, що в польових умовах найбільш ефективною виявилась обробка препаратами, з антисептичними властивості, що може бути пов'язано з їх здатністю пригнічувати розвиток патогенної мікрофлори, яка уражує насіння і перешкоджає його проростанню.

Застосування неіонних колоїдних розчинів металів (цинку, срібла, кобальту, заліза, молібдену, марганцю, міді) для позакореневого підживлення при застосуванні фонових добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та обробки насіння даними елементами перед сівбою мають різний вплив на вміст пігментів в листках досліджуваної культури.

Використання різних неіонних колоїдних розчинів металів для передпосівної обробки рослин сої сприяло зростанню вмісту фотосинтетичних пігментів у листках, що на рівні загальної інтегрованої фізіологічної реакції підтвердило позитивний вплив маточного колоїдного розчину з наночастинками металів на процес фотосинтезу.

Зокрема, після передпосівної обробки вплив неіонного колоїдного розчину Ag у рослин сої найбільш виразно проявлявся порівняно з іншими металами (рис. 1). Також значно стимулювалось зростання вмісту фотосинтетичних пігментів у дослідних рослин сої оброблених розчинами з наночастинками Mo та Zn , що може бути пов'язано з можливою участю останніх в активації азотного обміну та процесів росту.

Сума хлорофілів $a+b$ за дії розчину з наночастинками Mo при першій обробці зростала на 35%, а за дії розчину з наночастинками Zn – на 57%. Таким чином, після передпосівної обробки рослин сої розчинами з наночастинками металів найбільше зростання вмісту фотосинтетичних пігментів спостерігалось у варіанті з Ag , Zn , та Mo .

Після передпосівної обробки за умов дії розчинів з наночастинками металів Fe , Cu , Mn , Co спостерігалась тенденція до зростання вмісту фотосинтетичних пігментів. Та вже після позакореневої обробки було відмічено достовірне зростання суми хлорофілів $a+b$ у дослідних рослин сої, що може бути пов'язано з включенням цих наночастинок металів в метаболічні процеси, зокрема в процеси дихання та фотосинтезу, де наявність цих металів в багатьох ферментах та мультиферментних комплексах (дегідрогеназ та оксидаз) оптимізує перебіг електрон-транспортних процесів в клітинах. Така комплексна дія всіх досліджуваних наночастинок металів, в кінцевому підсумку проявляється в такому інтегральному показнику фізіологічного стану організму, як вміст фотосинтетичних пігментів, що опосередковано впливає на інтенсивність фотосинтезу та продуктивність рослин сої.

Для об'єктивної оцінки впливу наночастинок металів на реалізацію потенціалу продуктивності сортів сої ми використовували показники індивідуальної продуктивності рослин. Важливість цих показників визначається тим, що за їх допомогою можна розрахувати біологічну врожайність посівів, що є важливим елементом прогнозування врожаю сільськогосподарських культур. Аналізуючи показники індивідуальної продуктивності, можна зробити висновки про вплив зовнішніх факторів на продукційний процес рослин і побудувати математичні моделі, які будуть описувати залежність формування плодоеlementів від дії спектру регульованих і нерегульованих факторів зовнішнього середовища [6].

В таблиці 2 наведено результати аналізу структурних елементів врожайності сорту сої Аннушка. Перш за все, слід відмітити зміну висоти рослин сої залежно від варіанту обробки розчинами наночастинок металів. Детальний аналіз висоти стебла дає можливість з'ясувати найбільш оптимальні умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сільськогосподарських рослин, в тому числі і сої. Вивчення темпів росту і розвитку рослин сої в онтогенезі допомагає з'ясувати особливості процесу формування високої продуктивності цієї культури. Ця ознака в онтогенезі рослин сої підлягає суттєвим змінам.

Виходячи з одержаних даних слід відмітити передусім позитивний вплив нанометалів на висоту рослин сої. Структурний аналіз, проведений у лабораторних умовах, показує, що на кінець вегетаційного періоду найбільша висота рослин у варіанті з використанням Mo дорівнювала 85,6 см. Мінімальною ця величина була у контрольних рослин (контроль 1) – 69,1 см. Зокрема, на ділянках варіантів досліджень з обробкою розчинами молібдену і кобальту висота рослин сої досягала 85,6 см і 83,2, перевищуючи рослини контролю на 23,9 та 20,4 % (контроль 1) та на 15,1 та 11,8 % (контроль 2), відповідно.

Обробка сої розчинами заліза, цинку та міді на цей показник практично не вплинула і різниця між контрольним і дослідними варіантами була не достовірною.

Висота прикріплення нижніх бобів на рослинах сої – важливий показник придатності сорту до механізованого збирання, оскільки саме в нижніх бобах, які закладаються першими, формується найбільш крупне, повноцінне за посівними якість насіння. В наших дослідженнях висота кріплення нижніх бобів варіювала від 11,4см (контроль 1) до 21,5см (варіант з Ag). В цілому слід відмітити, що всі варіанти обробки сої розчинами наночастинок металів досить суттєво вплинули на зростання даного показника, який перевищував 14,0см, що відповідає технологічним вимогам збирання комбайном "Нива". Кращими для збільшення висоти кріплення нижніх бобів виявилися варіанти з обробкою кобальтом (19,4см) та сріблом (21,5см).

Довжина бобів сої є порівняно стабільною ознакою, яка мало змінюється під впливом погодних умов вегетаційного періоду чи обробки насіння і більше залежить від сортової специфіки. Так, в наших дослідях довжина бобів рослин сої змінювалась в досить вузьких межах: від 4,0см на контрольних ділянках (контроль 1) до 4,2см у варіанті з міддю.

На показник довжини кореневої системи рослин сої обробка розчинами нанометалів практично не вплинула. Зростання цього параметру спостерігалась лише у рослин, що зростали на ділянках оброблених наночастинками марганцю та срібла.

За кількістю бобів на рослині, серед досліджених варіантів суттєво вирізнялись рослини, оброблені наночастинками заліза (20,3 шт.), міді (19,5 шт.) та молібдену (19,2 шт.). Розчини цинку та срібла на формування даного показника практично не вплинули. Кількість бобів на рослинах даних ділянок досліді була на рівні контрольних варіантів – 15,6 шт.

В результаті проведених досліджень було відмічено, що кількість насінин в одному бобі є також стабільною сортовою ознакою, яка варіювала залежно від варіантів досліді в доволі незначних межах – 2,1-2,8 шт. Лише у варіантах з застосуванням розчину молібдену та кобальту, середня кількість насінин в бобі досягала 2,8 та 2,7 шт., відповідно.

Одним з головних показників врожайності культури є маса 1000 насінин. Цей показник залежить передусім від генетичних особливостей сорту і під впливом зовнішніх факторів варіює в досить вузьких межах [7]. Однак результати наших досліджень свідчать, що маса 1000 насінин при обробці рослин розчинами наночастинок металів суттєво перевищувала рівень контролю. Так, цей показник у дослідних варіантах становив 160,3-179,9 г. проти 152,1-153,5 в контрольних варіантах. Кращою для реалізації даного показника в наших дослідженнях виявилось застосування розчину молібдену.

Подібна залежність відмічена нами і при визначенні показника маси насіння з рослини. Позитивно проявили себе варіанти з використанням наночастинок заліза, міді і молібдену. Як наслідок, на ділянках даних варіан-

тів досліджу одержано вищий біологічний врожай сої – в межах 2,75-2,97 т/га. Контрольні варіанти забезпечували врожайність сої сорту Аннушка в межах 1,78-2,20 т/га.

В результаті проведених досліджень нами встановлено, що обробка сої розчином цинку обмежує ріст вегетативної маси рослин і розвиток кореневої системи, хоча продуктивність при цьому суттєво не зменшується в порівнянні з іншими варіантами досліджу. На ріст і розвиток вегетативної маси рослин сої суттєво впливає обробка насіння марганцем та сріблом. На формування генеративних органів рослин сої позитивно впливає передусім обробка насіння розчинами наночастинок заліза, міді та молібдену.

Висновки. 1. Застосування неіонних колоїдних розчинів металів для обробки насіння сої оптимізує умови росту й розвитку рослин, починаючи від проростання насіння і до утворення генеративних органів і дає змогу підвищити урожайність сої на 20-25% при дотримання технології її вирощування.

2. Передпосівна обробка розчинами наночастинок металів Ag, Mo та Zn сприяє зростанню вмісту фотосинтетичних пігментів (суми хлорофілів a+b) у рослин сої, внаслідок включенням наночастинок металів в метаболічні процеси дихання та фотосинтезу, що в кінцевому підсумку проявляється в такому інтегральному показнику фізіологічного стану організму, як вміст фотосинтетичних пігментів.

УДК 612.825.5

3. Обробка насіння сої неіонними колоїдними розчинами наночастинок металів срібла та марганцю в польових умовах, підвищує польову схожість насіння. В лабораторних умовах, де створюються оптимальні умови і нівелюється вплив ґрунтово-кліматичних факторів, кращими для проростання насіння сої виявилися препарати з наночастинками заліза і цинку.

4. Обробка сої розчином цинку обмежує ріст вегетативної маси рослин і розвиток кореневої системи, хоча продуктивність рослин при цьому суттєво не зменшується в порівнянні з іншими варіантами досліджу. Обробка насіння марганцем та сріблом стимулює ріст і розвиток вегетативної маси рослин сої. Формування генеративних органів рослин сої стимулює обробка насіння розчинами наночастинок заліза, міді та молібдену.

1. Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г., Каленська С.М., Тонха О.Л. Патент №38459 від 12.01.2009 Применение препаратов серебра в медицине: сборник трудов по материалам научно-практической конференции "Новые химические системы и процессы в медицине" / под ред. Е.М. Блажитко. – Новосибирск, 2004. – С. 115.2. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2002. – 74 с. 3. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1975. – 392 с. 4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с. 5. Лихочвор В.В., Бомба М.І., Дубковецкий С.В. і ін. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. – Львів: Українські технології, 1999. – 408 с. 6. Анспок П.І. Микроудобрения: Справочная книга. – Л.: Колос, 1978. – 272 с.

Надійшла до редколегії

Н. Піскорська, канд. біол. наук, С. Тукаєв, канд. біол. наук, І. Зима, канд. біол. наук, С. Крижановський, канд. біол. наук

ОСОБЛИВОСТІ НЕЙРОГЕНЕЗУ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ ПРИ ВИКОНАННІ КОГНІТИВНОГО ЗАВДАННЯ ПІСЛЯ КОРОТКОТРИВАЛОГО ЗНАХОДЖЕННЯ В СТАНІ СПОКОЮ

Зміни електричної активності головного мозку людини при виконанні когнітивного навантаження (уявний арифметичний рахунок) при короткому (до 3хв.) перебуванні індивіда в стані спокою характеризуються наявністю як специфічних для даного когнітивного завдання перебудов ЕЕГ так і тих, які свідчать про розвиток активаційних і емоційних процесів.

The changes of electric activity of cerebrum of man at implementation of the cognitive loading (mental arithmetic account) at the short (to 3 min) stay of individual in a state of rest are characterized by a presence as specific for this cognitive task alterations of EEG so those which testify to development for the individual of activating and emotional processes.

Вступ. Згідно сучасним уявленням поточний рівень активації головного мозку людини відіграє важливу роль в реалізації її когнітивних реакцій та суттєво впливає на результати виконання різноманітних завдань [1]. На даний час серед дослідників немає одностайної узгодженості у питанні – який проміжок часу вихідного спокою є оптимальним з точки зору дійсного фонового поточного стану ЦНС для подальшого здійснення когнітивних функцій. Для вивчення та аналізу цього питання нашим початковим завданням було вивчити динаміку електрогенезу головного мозку людини при виконанні когнітивного завдання після короткотривалого знаходження людини в стані спокою.

Об'єкт і методи досліджень. В експериментах приймали участь 60 студентів-волонтерів (вік 18-25 років, обох статей, без скарг на стан здоров'я на момент проведення обстежень). Під час реєстрації ЕЕГ, досліджувані знаходились в спеціально обладнаній камері (затемненій, екранованій та звукоізолюваній) в зручному, напівлежачому положенні із заплющеними очима. Перед початком запису електроенцефалограми досліджувані отримували інструкцію сидіти спокійно, не рухаючись та не відкриваючи очей, проте при цьому ні в якому випадку не засинати. Після отримання інструкції і певного часу для адаптації людини до даних експериментальних умов (1-2 хв.) власне і починалась ре-

єстрація ЕЕГ фонового стану спокою протягом трьох хвилин. Далі обстежувані отримували завдання рахувати подумки – від заданого чотирьохзначного числа віднімати двохзначне. Через 6 хв. запису ЕЕГ обстежувані повідомляли про отримані результати.

Запис та первинний аналіз ЕЕГ проводили на базі електроенцефалографічного комплексу EEG-16S (MEDICOR, Угорщина) – IBM PC AT від симетричних лобних (F3, F4), тім'яних (P3, P4), потиличних (O1, O2) та скроневих (T3, T4) відведень за міжнародною схемою 10-20 %. В якості референтного використовувався об'єднаний вушний електрод. Міжелектродний опір був меншим за 5 кОм. Частота дискретизації аналогового сигналу дорівнювала 100 Гц, ЕЕГ записувалась щохвилини, тривалість запису – 20 сек. Фільтр високих частот був встановлений на 30 Гц, постійна часу становила 0.3 с. При аналізі спектрального складу ЕЕГ використовували швидке перетворення Фур'є. Епоха аналізу становила 5,12 сек, епоха усереднення – 0,64 сек. Визначали наступні параметри ЕЕГ: абсолютна (СП, мкВ²/сек) та відносна (ВСП, %) спектральна потужність θ -, α - та β -діапазонів, а також їх піддіапазонів: $\theta 1$ – 4,0-6,0 Гц; $\theta 2$ – 6,0-7,5 Гц; $\alpha 1$ – 7,5-9,5 Гц; $\alpha 2$ – 9,5-11,0 Гц; $\alpha 3$ – 11,0-13,0 Гц; $\beta 1$ – 13,0-20,0 Гц; $\beta 2$ – 20,0-25,0 Гц. ВСП розраховувалась як відношення спектральної по-

тужності певного діапазону до сумарної потужності досліджуваної області спектра. Крім того, визначались середні рівні когерентності (СРК) у цих діапазонах. Слід відмітити, що аналізуючи зміни СРК, розглядалась кількість пар відведень в яких вони спостерігались та їх топографічний розподіл.

Значущість змін досліджуваних параметрів оцінювали за допомогою непараметричного критерію знакових рангових сум Вілкоксона, реалізованому в програмному пакеті "Statgraphics 5.1" (Manugistics, Inc.).

Результати та їх обговорення. Виконання когнітивного навантаження після стану спокою супроводжувалося розвитком реакції десинхронізації спектральних показників в скронево-тім'яних та потиличних відведеннях майже всіх діапазонів (крім $\alpha 3$ -), синхронізацією низько- та високочастотних ритмів в лобних відведеннях та генералізованим ростом коефіцієнта співвідношення θ/α і β/α (Рис.1).

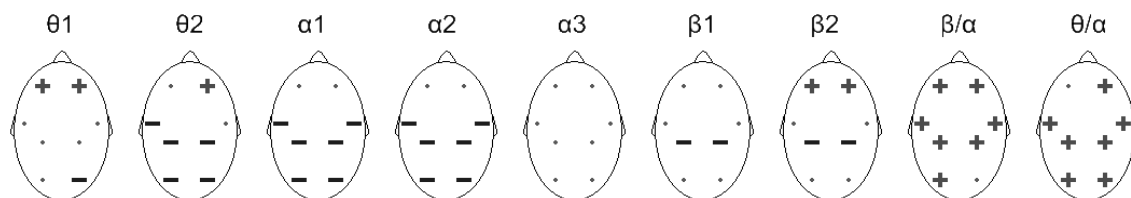


Рис.1. Зміни спектральної потужності ЕЕГ головного мозку людини при когнітивному навантаженні (рахунок подумки) в порівнянні з усередненою фоновною активністю після короткотривалого стану спокою. "+" – значуще збільшення показника; "-" – значуще зменшення показника; значущі зміни – $p < 0.05$, $n = 60$

Виконання когнітивного навантаження супроводжується збільшенням потужності $\theta 1$ -, $\theta 2$ -, $\beta 2$ -ритмів як в лобних відділах, що може бути відображенням залучення процесів уваги, так і в задніх областях кори – обробку зорової інформації, асоціативні процеси і уяву ($\theta 2$ -, $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ -, $\beta 1$ $\beta 2$ - ритми) [3].

Разом з тим, зменшення спектральної потужності в альфа-діапазоні в центрального, парієтального і скроневого відведень можуть бути пов'язані з процесами семантичної пам'яті, оскільки встановлена наявність позитивних кореляцій між відтворенням інформації з семантичної пам'яті і вираженістю десинхронізації альфа-ритму у вказаних областях мозку [3, 4].

В той же час показано [4], що здібність людини до автоматизації арифметичних дій має зворотний зв'язок

з вираженістю в ЕЕГ бета-ритмів, особливо втім'яно-потиличних областях, причому значуще посилення високочастотної активності спостерігається при розумовій діяльності, що включає елементи новизни, тоді як стереотипні розумові операції, що повторюються, супроводжуються її зниженням.

З іншого боку, за даними [5] десинхронізація β діапазону може відображати стан напруженої діяльності мозку людини.

Таким чином, аналіз змін ЕЕГ параметрів викликаних розумовою напругою після короткого часу знаходження індивідів в стані спокою вказує на розвиток у індивіда активаційно-емоційних процесів, що є типовими і супроводжують процес рахунку подумки.

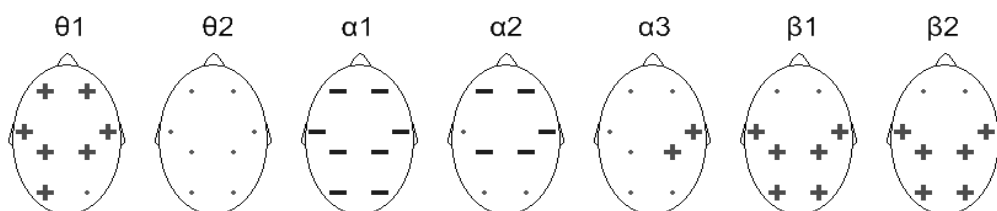


Рис. 2. Зміни відносної спектральної потужності головного мозку людини при когнітивному навантаженні (рахунок подумки) після короткотривалого (3хв) стану спокою. "+" – значуще збільшення показника; "-" – значуще зменшення показника; значущі зміни – $p < 0.05$, $n = 60$

Підтвердженням цього став проведений аналіз змін ВСП після короткого стану спокою, який показав генералізований приріст вираженості $\theta 1$ - (крім правого потиличного) та β -діапазонів (крім лобних відведень) та $\alpha 3$ -піддіапазону (праве скронево татім'яне відведення) та зменшення вираженості $\alpha 1$ - діапазону (генералізовано), $\alpha 2$ - в обох лобних ітім'яних та правому скронево відведенні. (Рис. 2).

Відомо, що синхронізація $\theta 1$ - ритму пов'язана з процесами оперативної пам'яті та забезпеченням короткочасного зберігання інформації і її використання відповідно до поточної діяльності людини. Крім того, треба зважати на численні дослідження, які показали позитивний зв'язок між вираженістю θ -ритму та рівнем уваги і, відповідно, якістю виконання задач спостереження чи математичних операцій [6].

Що стосується меншої вираженості $\alpha 1$ - піддіапазону, то це, згідно [7] може бути частково пов'язано з суб'єктивною оцінкою складності завдання чи пошуком відповідних асоціацій.

Зареєстровані в наших дослідженнях зміни потужності β -активності не суперечать [8] які вказували на подібний електрогенез даного ритму та його роль в процесі виконання когнітивного навантаження, зокрема арифметичного рахунку.

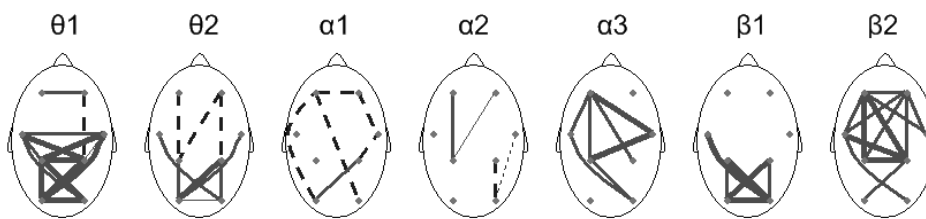


Рис. 3 Зміни рівнів когерентності (КОГ) при переході до активної діяльності (рахунок подумки) з узагальненою фоною активності короткотривалого спокою (S/O).
 "-" – значуще зростання показника для пари з'єднаних відведень,
 "--" – значуще зниження, відповідно; значущі зміни – $p < 0.05$. $n=60$

В наших дослідженнях показано, що зміни когерентності електричної активності головного мозку людини при рахунку подумки стосувались як низько-, так і високочастотних ритмів (Рис.3). Так, в θ_2 - та в α_1 -піддіапазонах спостерігалось зменшення когерентних зв'язків, а в α_3 - та β_2 -діапазонах – зростання, причому в α_3 - з фокусом активності в лівому лобному відведенні. Що стосувалось β_1 -ритму, то збільшення когерентних зв'язків відбувалось в скронево-тім'яних та потиличних зонах, а в β_2 -генералізовано (Рис.3).

Вважається доведеним, що показники когерентності вказують на рівень міжрегіональної синхронізації активності головного мозку. Тому, достовірне зниження міжпівкульної когерентності свідчить про зниження інтегративної активності між відповідними зонами (θ_2 -, α_1 -піддіапазони).

Роботами [9] було показано, що пригнічення активності лобних відділів мозку може сприяти більш продуктивному творчому мисленню. Крім того, посилення міжпівкульних взаємодій в задніх відділах кори спільно із зниженням в передніх може свідчити про використання людиною при виконання когнітивного навантаження зорово-просторової стратегії з активним використанням епізодичної пам'яті [10].

Висновок. Зміни електричної активності головного мозку людини при виконанні когнітивного навантаження після короткотривалого (до 3 хв.) знаходження індивіда

в стані спокою характеризуються як наявністю змін ЕЕГ характерних для вивчаемого когнітивного навантаження так і тих, що свідчать про розвиток у індивіда активаційних та емоційних процесів.

1. Зима І.Г. Нейродинаміка електричної активності головного мозку людини в стані пролонгованого спокою // Вісник Черкаського ун-ту. Серія Біологічні науки. Черкаси. – 2007. – Вип. 105. – с. 15-22.
2. Зима І., Піскорська Н., Крижановський С., Чернінський А., Тукаєв С. Особливості інтеграції мозкових структур людини під час виконання когнітивних завдань в залежності від часу перебування в стані спокою // Вісник Черкаського ун-ту. Серія Біологічні науки. Черкаси. – 2008. – Вип. 128. – с. 38-46.
3. Богомолова І.В., Фарбер Д.А. Электрофизиологический анализ зрительной перцептивной памяти. Сообщение 1. Влияние величины интервала между слышимыми буквами на параметры ССП // Физиология человека – 1995, т.21, №4 – с. 13 – 14.
4. Gray, E. M. An analysis of diverging approaches to simple arithmetic: Preference and its consequences// Educational Studies in Mathematics – 1991 – V. 22, №6 – P. 551.
5. Jensen O., Goel P., Kopell N., et al. On the human sensorimotor-cortex beta rhythm: Sources and modelling // NeuroImage. – 2005. – V.26, N.2. – P.347-355.
6. Basar E. Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes // Basar E, Basar-Eroglu C., Karakas S. // Int. J. Psychophysiol. – 2001. – V. 39. – P. 241-248.
7. Gomez C. M., Vazquez M., Vaquero. E. Frequency analysis of the EEG during spatial selective attention // Int. J. Neurosci. – 1998. – V. 95 – P.17-32.
8. Turbes S.S. EEG dynamics. Brain processing of sensory and cognitive information // Biomed.Sci.Instum. – 1992. – V.28. – P.51-58.
9. Gray, E. M. An analysis of diverging approaches to simple arithmetic: Preference and its consequences// Educational Studies in Mathematics – 1991 – V. 22, №6 – P. 551 – 574.
10. Turbes S.S. EEG dynamics. Brain processing of sensory and cognitive information// Biomed.Sci.Instum/ – 1992 – V.28 – P.51-58.

Надійшла до редколегії 23.12.10

УДК 577.151.6:612.115:616-005

В. Скалка, асп., О.Савчук, канд. біол. наук

АНАЛІЗ ВМІСТУ БІЛКОВИХ ФРАКЦІЙ У МОЛОЦІ РІЗНИХ ВИДІВ СВІЙСЬКИХ ТВАРИН

В роботі було проаналізовано якісний і кількісний склад зразків молока різних свійських тварин методом диск-електрофорезу в поліакриламідному гелі. Такі данні дають можливість більш детально охарактеризувати молоко за біохімічними параметрами та знайти потенційно нові біологічно-активні речовини білкової природи, що можуть мати різнонаправлену дію на перебіг біохімічних реакцій різних систем та органів.

In this work the qualitative and the quantitative composition of milk samples of various domestic animals were analyzed by disc electrophoresis in polyacrylamide gel. These data allow to characterize more detail the biochemical parameters of milk and to find potentially new biologically active substances of protein nature, which may have alternate course of action on the biochemical reactions of different systems and organs.

Вступ. Молоко – це багатокомпонентна система, до складу якої входять білки з різними характеристиками. В цілому до складу молока може входити понад 100 різних білків, більша частина яких представлена ізоформами [3]. Умовно білкові компоненти молока розподілені на 2 групи: казеїни, до яких відносять α -, β -, κ -казеїни та сироваткові протеїни, які складають до 85 % від всіх білків молока: β -лактоглобуліни, α -лактоальбуміни, імуноглобуліни, сироваткові альбуміни крові, пептиди та деякі інші. До недавнього часу вважалося, що казеїни виконують лише поживну функцію, але ряд останніх досліджень показали, що внаслідок їх гідролізу утворюється велика кількість біологічно активних пептидів. Крім того група сироваткових білків,

яка функціонально дуже різноманітна, теж здатна бути джерелом біологічно активних пептидів [5, 7].

З біохімічної точки зору дослідження якісного та кількісного складу білків молока дають певну перспективу, пов'язану зі з'ясуванням особливостей динаміки білок-білкових взаємодій та утворення великих за молекулярною масою асоціатів. Це дозволяє поглибити наші знання в області білкової хімії та впровадити на основі цих знань нові розробки, що дозволять впливати на перебіг взаємодій в білкових мережах, які зазнають певних порушень при різних патологічних станах організму [6]. Дослідження таких складних білкових систем необхідні як скринінгові аналізи при поглибленому вивченні протеоміки молочної продукції. Крім того результати дослідження можуть полегшити контроль молочної

сировини, оскільки в процесі досліджень відпрацьовуються і модифікуються методики аналізу білкового складу [3].

Метою нашої роботи було проаналізувати якісний та кількісний білковий склад молока таких свійських тварин як корови, кобили, кози та вівці з використанням методу диск-електрофорезу в поліакриламідному гелі та підібрати оптимальні умови для дослідження вищевказаних видів молока.

Об'єкт та методи дослідження. Для наших досліджень було використано 50 зразків коров'ячого, козиного, кобилячого та овечого молока. Під час виготовлення зразків для подальшого електрофоретичного дослідження, білки молока осаджувались за допомогою трихлороцтової кислоти [1,2]. Дослідження зразків молочних білків різних свійських тварин проводили з використанням методу диск-електрофорезу у поліакриламідному гелі з додецилсульфатом натрію в системі Лемлі [5]. Електрофорез проводили на апараті Hoefer Mighty Small (GE, США) за сили струму 19 мА для концентруючого та 35 мА для розділюючого гелів.

Як маркери молекулярних мас було використано PageRuler™ Prestained Protein Ladder – суміш білків з молекулярною масою 170, 130, 95, 72, 55, 43, 34, 17, 10 кДа (Fermentas, Канада).

Отримані електрофореграми оброблялись в програмі TotalLab 2.01.

Результати та їх обговорення. Нами було досліджено 50 зразків коров'ячого, кобилячого, козиного та овечого молока за допомогою методу диск-електрофорезу в поліакриламідному гелі в системі Лемлі. Проаналізувавши результати ми визначили, що для всіх зразків був характерний вміст білків широкого спектру молекулярних мас (Рис.1). Обчислення кількості білку в досліджуваних зразках показало, що за кількісним вмістом білка ці види сировини розподіляються в наступному порядку: овече – до 62,16 мг/мл білка, козине – до 37,22 мг/мл білку, коров'яче – до 36,45 мг/мл, кобиляче – до 28,28 мг/мл (Табл. 1).

Особливість білкового складу коров'ячого молока полягає в наступному: в межах 100 – 170 кДа найбільше зустрічалося білків з молекулярною масою 150 – 156 кДа, які відповідають молекулярним масам імуноглобулінів. В межах 50 – 99 кДа переважали білки з молекулярною масою 65 – 75 кДа. Було показано, що білки, молекулярна маса яких сягала менш ніж 34 кДа, складають основну частину білкової маси досліджених зразків, оскільки саме в цю групу входять казеїни (Рис.1 D), (Табл. 1). В групу білків з молекулярною масою до 80 кДа входить більшість білків молока, які окрім своєї харчової цінності мають біологічну активність, наприклад, лактопероксидаза та лактоферин. Дуже часто саме ці білки і використовуються для отримання біологічно активних пептидів [3].

Проаналізувавши зразки кобилячого молока було виявлено меншу кількість білкових компонентів і їх загальну концентрацію в порівнянні зі зразками коров'ячого молока (Рис.1 B), (Табл. 1). Загалом в досліджуваних

зразках кобилячого молока було виявлено 22 білки. Найменший відсоток білків припадав на діапазон молекулярних мас від 55 до 180 кДа, хоча загалом в зазначеному діапазоні було знайдено до 12 білків. Було показано, що основну масу білків в кобилячому молоці становили білки з молекулярною масою 13-34 кДа (Табл. 1), серед яких основу складали казеїни.

Результати дослідження білкового складу козиного молока показали наявність 38 білків в досліджуваних зразках дуже широкого спектру молекулярних мас – від 11 до 270 кДа (Рис.1 A), (Табл. 1). Проведений аналіз цих зразків показав присутність 18 білків з молекулярною масою до 80 кДа.

Дослідження овечого молока показало, що в його складі переважають дві групи білків: з молекулярною масою 69 – 190 кДа і 10 – 30 кДа (Рис.1 B). Було також виявлено декілька білків в діапазоні 55 – 70 кДа (Табл. 1). Однак не зважаючи на те, що овече молоко якісно включає найменшу серед досліджуваних зразків молока кількість білків, за загальною концентрацією білка воно посідає перше місце. Даний об'єкт виявився дуже багатим на білки з молекулярною масою до 30 кДа, які були представлені 9 білками.

Однією з характеристик молока є співвідношення кількості казеїнів та сироваткових білків. В наших дослідженнях ми також проаналізували це співвідношення для різних видів свійських тварин (Табл.2). Як видно з представлених даних в таблиці 2, це співвідношення коливається в межах: 84-76 % для казеїнів та 16-24 % для сироваткових білків.

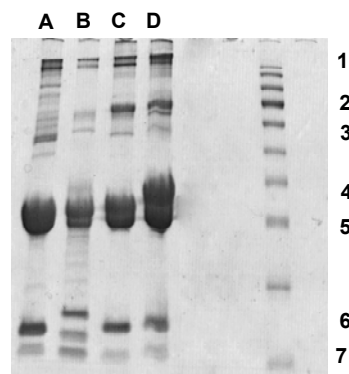


Рис. 1. Типова електрофореграма зразків молока свійських тварин (А – козине молоко, В – кобиляче молоко, С – овече молоко, D – коров'яче молоко, маркери молекулярних мас (170, 130, 95, 72, 55, 43, 34, 17, 10 кДа)):

- 1 – 156 кДа – імуноглобуліни, комплекси κ-казеїну,
- 2 – 77-72 кДа – лактоферини та тетрамер κ-казеїну і γ-казеїну,
- 3 – 65-67 кДа – альбуміни,
- 4 – 23-27 кДа – α_{s1}, α_{s2} – казеїни,
- 5 – 25 кДа – β-казеїни,
- 6 – 14 кДа – α-лактоальбуміни,
- 7 – 11 кДа – γ-казеїни.

Таблиця 1. Кількісний та якісний склад білків в досліджуваних зразках молока свійських тварин

Молекулярні маси	Концентрація мг/мл			
	Коров'яче молоко	Кобиляче молоко	Козине молоко	Овече молоко
Понад 170 кДа	-	0,10	2,21	4,63
130– 170 кДа	1,09	3,03	2,2	-
95 – 130 кДа	0,65	0,96	1,29	-
72 – 95 кДа	2,3	1,53	1,19	-
55 – 72 кДа	2,05	1,34	4,54	3,34
43 – 55 кДа	5,28	-	3,63	-
34 – 43 кДа	16,2	-	6,1	-
26 – 34 кДа	3,65	10,15	6,15	30,11
17 – 26 кДа	2,56	6,27	2,8	11,86
10 – 17 кДа	2,67	4,9	7,11	12,22
Всього	36,45	28,28	37,22	62,16

Таблиця 2. Співвідношення казеїнових і сироваткових білків в зразках молока свійських тварин

	Співвідношення казеїнів і сироваткових білків %			
	Коров'яче молоко	Кобиляче молоко	Козине молоко	Овече молоко
Сироваткові білки	16%	19%	16%	24%
Казеїни	84%	81%	84%	78 %

Як відомо саме коров'яче молоко, в порівнянні з молоком інших свійських тварин, є більш розповсюдженою сировиною для харчової промисловості та біотехнології. Такий стан речей пояснюється найбільшим виробництвом і попитом в світі саме коров'ячого молока [3]. Проте молоко інших свійських, як показали наші дослідження, за показниками вмісту білків не поступається коров'ячому, а іноді є кращим. Тому на нашу думку молоко різних тварин варто дослідити на наявність біологічно активних компонентів білкової природи. Отримані нами результати можна використати для пошуку біологічно активних пептидів чи білків в молоці таких тварин, як кози, вівці й коні. Молоко вище перерахованих тварин містить не тільки досить велику кількість низькомолекулярних білків, але й і високомолекулярні білки, як у випадку з козячим молоком, і це, враховуючи можливість використання ферментативного розщеплення, може бути потужним джерелом отримання біологічно активних пептидів.

Висновки. Проаналізувавши різні зразки молока нами було показано, що найбільшу концентрацію білка має овече молоко – до 62 мг/мл. Коров'яче і козине молоко містить близьку кількість білків – до 36 і 37 мг/мл відповідно. Кобиляче молоко містить найменшу кількість білка, яка може сягати 27 мг/мл. За якісним складом і кількістю білкових компонентів всі види молока досить суттєво відрізнялися один від одного в зонах які відповідають сироватковим білкам. Зразки козиного та

овечого молока містили білки широкого діапазону молекулярних мас, в той час як в зразках кобилячого молока наявна більша кількість білків в зоні до 17 кДа.

Нами було підібрано оптимальні умови для дослідження молока свійських тварин, таких як вівці, кози, коні та корови, що може бути використано для контролю якості молочної сировини на виробництві. Також наші результати можуть бути застосовані в подальших дослідженнях, спрямованих на пошук цінних білків чи пептидів в молоці різних свійських тварин.

1.Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Электрофорез и ультрацентрифугирование – М.: Наука, 1981. 2.Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. – М.: Просвещение, 1982. 3.Brennan J. G. Food processing handbook/ Wiley-VCH, 2006.4.D'Auria E, Agostoni C, Giovannini M: Proteomic evaluation of milk from different mammalian species as a substitute for breast milk// Acta Paediatr. – 2005. – Vol. 94, № 12. – P.1708-1713 5.Laemmli K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4// Nature. – 1970. – V.227, N1 – p. 680-685.6.Larsen L.B., Wedholm A., Moller H.S., Andrén A., Lindmark-Mensson H. Proteomic study of regressions between milk yield and whey protein composition//Journal of Animal and Feed Sciences. – 2007. – N 16, p. 200–206.7.Sofia V. Silva, F. Xavier Malcata. Caseins as source of bioactive peptides// International Dairy Journal. – 2005. – N 15, p. 1-15.

Надійшла до редколегії 17.03.11

УДК 615.9:616.36-099:576.2.24:577.161.3

Г. Шаяхметова, канд. біол. наук

ЕКСПРЕСІЯ ЦИТОХРОМУ P-450 2E1 У СІМ'ЯНИКАХ ТА РЕПРОДУКТИВНА ЗДАТНІСТЬ ЩУРІВ-САМЦІВ ЗА УМОВ ВВЕДЕННЯ ІЗОНІАЗИДУ

За умов введення ізоніазиду щурам-самцям протягом періоду сперматогенезу встановлено підвищення експресії мРНК цитохрому P-450 2E1 у сім'яниках. В той же час визначено порушення процесів сперматогенезу, зниження життєздатності сперматозоїдів та фертильності піддослідних тварин. Присутність ізоформи CYP2E1 у чоловічих гонадах та індукція її ізоніазидом може відігравати певну роль у механізмах порушення чоловічої репродуктивної здатності при біотрансформації даного лікарського засобу in situ.

It was established increase of CYP2E1 mRNA expression in rats testes under isoniazid administration during period of spermatogenesis. At the same time it was shown disturbance of spermatogenesis, decrease of spermatozooids vital capacity and fertility of experimental animals. The presence of CYP2E1 in male gonads and its induction by isoniazid may play certain role in mechanisms of male reproductive capability disturbance under given medicine biotransformation in situ.

Вступ. Загальновідомо, що метаболічні перетворення екзо- та ендогенних речовин відбуваються за допомогою ферментних систем, локалізованих, в основному, в мітосомальній фракції гепатоцитів. Варто відмітити, що протягом тривалого часу процес перетворення речовин в організмі розглядався виключно як позитивне явище, однак, в багатьох випадках ці процеси можуть призводити до утворення проміжних, реакційно здатних активних метаболітів, продуктів неповного відновлення кисню, які хімічно модифікують макромолекули та стимулюють реакції перекисного окислення. Вміст різних ізоферментів цитохрому P-450 в печінці людини, а також їхній внесок в окислення ксенобіотиків значно відрізняються між собою [1]. Одним з найважливіших цитохромів P-450, експресія яких відбувається в печінці людини, є високоіндуцибельна ізоформа CYP2E1, здатна значно активніше, ніж інші ізоформи

каталізувати утворення вільних радикалів та активних форм кисню [2]. Розвиток P-450 2E1 – залежних патологій печінки є добре вивченим, але подібний вплив даної ізоформи на репродуктивні органи досліджений недостатньо. При цьому показано можливість біоактивності ряду ксенобіотиків із залученням даної ізоформи безпосередньо в тканинах чоловічої репродуктивної системи, що може лежати в основі порушень сперматогенезу та запліднювальної здатності [3].

Метою нашої роботи стало дослідження впливу загальновідомого індуктора цитохрому P-450 2E1 на рівень експресії мРНК даної ізоформи у сім'яниках щурів та показники, що характеризують репродуктивну здатність самців-щурів.

Об'єкти й методи дослідження. Субстанція ізоніазиду була надана ЗАТ НВЦ "Борщівський хіміко-фармацевтичний завод". В дослідженнях використовували

вали самців та самиць щурів лінії Вістар з початковою масою тіла 150-170 г, віком 10-12 тижнів, наданих ПП "Біомодельсервіс", Київ. Щурів утримували в стандартних умовах віварію за температури 22-24 °C та відносної вологості 30-70 %, з вільним доступом до корму та води. Групи самців-щурів (не менше 5 в кожній) формували за методом рандомізації з попередньою акліматизацією протягом 10 днів: 1-а група – внутрішньошлункове введення ізоніазиду в 1% крохмальному гелі; 2-а – контроль – внутрішньошлункове введення 1% крохмального геля. Ізоніазид вводили в дозі 62 мг/кг (терапевтична доза з урахуванням коефіцієнта видової чутливості) [4] протягом 60 днів (період сперматогенезу з урахуванням терміну дозрівання сперматозоїдів в епідидимісі). Через 60 днів повторних введень самців обох груп парували з інтактними самицями у співвідношенні 1 : 2 протягом 14 днів (приблизно 2-3 естральних цикли). В цей час самцям-щурам продовжували вводити досліджувану речовину. Її вплив на статеву поведінку та запліднювальну здатність самців-щурів визначали за величиною індексу, що виражається співвідношенням: число вагітних самиць / число парованих самиць × 100%. Після закінчення терміну парування та через 24 години після останнього введення ізоніазиду самців під легким ефірним наркозом піддавали евтаназії дислокацією шийних хребців, розтинали, виділяли сім'яники з придатками для визначення структурно-функціональних показників [5]. Експресію мРНК CYP2E1 у сім'яниках щурів визначали методом ОТ-ПЛР. Виділення сумарної мРНК проводили з використанням TRI-Reagent виробництва Sigma, США. Синтез кДНК проводили з використанням стандартного кіта фірми Fermentas, Германия. Склад реакційної суміші для ПЛР, праймери специфічні для ПЛР ампліфікації гену CYP2E1, а також протокол ампліфікації були обрані згідно до S.M. Lankford et al. [6]. Електрофорез продуктів ампліфікації (744bp – CYP2E1 та 353bp – β-актин) проводили в 2 % агарозному гелі. Гелі забарвлювали розчином бромового етидію (5 мкг/мл), візуалізували в УФ-світлі, фотографували в за допомогою системи GelDoc, виробництва BioRad, США та аналізували в системі Quantity One BioRad System (США).

Статистичний аналіз результатів експерименту проводили з використанням t-критерію Стюдента. Дані представляли як середнє значення ± похибка середнього ($M \pm m$). Різницю між досліджуваними показниками вважали статистично вірогідною при значенні $p < 0,05$.

План досліджень був розглянутий та схвалений Комітетом з біоетики ДУ "ІФТ АМН України"; усі процедури, пов'язані з гуманним поводженням із тваринами та їхнім використанням у експериментах, були дотримані.

Результати досліджень та їх обговорення. За умов введення ізоніазиду протягом періоду сперматогенезу виявлено досить високий рівень експресії мРНК CYP2E1 у сім'яниках щурів порівняно з контрольною групою (таблиця). Треба зазначити, що іншими авторами було показано роль даної ізоформи в активації ряду тестиклярних токсикантів, таких як бензин, ацетон, стирен, галотан та етанол [3]. Це факт свідчить, що речовини здатні індукувати CYP2E1 потенційно можуть справляти негативну дію на чоловічі гонади та потомство, оскільки присутність індукційних ізоформ цитохрому P450 у репродуктивному тракті може мати вплив на продукцію генотоксичних метаболітів при біотрансформації хімічних сполук. З іншого боку відомо, що індукція CYP2E1 веде до утворення активних форм кисню, активації перекисного окислення та розвитку оксидативного стресу, наслідком якого є ушкодження усіх внутрішньоклітинних макромолекул (глутатіону, ДНК, РНК, протеїнів, ліпідів та АТФ) [7]. Виявлена нами індукція ізоформи CYP2E1 у сім'яниках свідчить про біотрансформацію ізоніазиду *in situ* та можливість впливу його метаболітів безпосередньо на клітини-мішені.

Було проведено комплексне вивчення функціональних, морфологічних та морфометричних показників сім'яників щурів за дії ізоніазиду, оскільки при дослідженні ефектів токсичних речовин на репродуктивну систему порушення, виявлені морфологічними методами, можуть спостерігатись і за відсутності змін функціонального стану та навпаки. Візуальний огляд сім'яників тварин, підданих евтаназії після закінчення введення ізоніазиду, не виявив будь-яких відхилень від норми. При цьому маса та об'єм сім'яників, маса епідидимісів, кількість сперматозоїдів у хвостовій частині епідидиміса та час рухливості сперматозоїдів у щурів дослідної групи порівняно з відповідними показниками у тварин контрольної групи практично не відрізнялися (дані не наводяться). Але, треба відзначити, що життєздатність сперматозоїдів, яка визначається за показником осмотичної резистентності по відношенню до розчинів калію хлориду різних концентрацій, за умов введення ізоніазиду була на 16% нижчою ніж в контролі (таблиця).

Таблиця. Показники, що характеризують вплив ізоніазиду на морфо-функціональний стан сім'яників та запліднювальну здатність щурів самців ($M \pm m$; $n \geq 5$)

Показники	Експериментальні групи	
	ізоніазид	контроль
Інтенсивність піку на електрофореграмі, що відображає рівень експресії мРНК CYP2E1 у сім'яниках (інтенсивність сигналу β-актину прийнято за 100%)	55,34±19,35	продукт ампліфікації не візуалізувався
Осмореізистентність сперматозоїдів, % KCL	2,21±0,07 *	2,62±0,11
Число сперматогоній у каналцях сім'яників	62,11±0,93*	72,94±0,25
Кількість клітин у 12-й стадії мейозу у каналцях сім'яників, %	2,20±0,66	3,20±0,58
Злушення епітелію у провіт каналців сім'яників, %	2,40±0,24*	1,40±0,20
Відшарування епітелію від базальної мембрани каналців сім'яників, %	0,80±0,37	0,4±0,24
Індекс запліднювальної здатності щурів-самців, %	66,7	91,7

Примітка: * зміни вірогідні порівняно з контрольною групою

Дослідження стану різних клітин, які належать до сперматогенного епітелію показало, що за введення ізоніазиду негативного впливу зазнали первинні клітини сперматогенезу – сперматогонії, що призвело до суттєвого зниження мітотичної активності, а отже зменшення

їхньої кількості в поперечних зрізах каналців сім'яників. В той же час, кількість клітин в 12-й стадії, що характеризує мейотичний поділ сперматоцитів I порядку виявила лише чітку тенденцію до зниження – це можна пояснити меншою чутливістю до процесу мейотичного

поділу до впливу застосованого препарату у порівнянні з мітотичним. Крім вищезазначених показників кількісних порушень в клітинах сперматогенного епітелію звивистих канальців досліджували якісні зміни, що можуть свідчити про дегенеративні процеси в сім'яниках щурів. Згідно даних таблиці при введенні ізоніазиду зростала кількість випадків злуццювання сперматогенного епітелію в просвіт канальця та відшарування всієї маси клітин від базальної мембрани канальця. Таким чином, показано здатність ізоніазиду, введенного в терапевтичних дозах, спричиняти морфологічні та морфометричні зміни в сперматогенному епітелії, які в кінцевому результаті позначились на показниках фертильності самців щурів. Так, оцінка індексу запліднювальної здатності тварин, яким вводили ізоніазид виявила його зниження на 25% порівняно з контрольною групою (таблиця).

Висновок. Отримані результати свідчать про P-450 2E1 залежний метаболізм ізоніазиду у сім'яниках щурів. Присутність ізоформи CYP2E1 у чоловічих гонадах та індукція її ізоніазидом, на наш погляд, може відігравати роль у механізмах порушень чоловічої репродуктивної здатності при біотрансформації даного лікарського засобу *in situ*. Особливо важливим є те, що в основі тестулярної токсичності ряду ксенобіотиків, які метаболізують в системі цитохрому P-450 2E1 можуть лежати спільні процеси, а дестабілізація клітинних структур життєво важливих органів відтворення, може спостерігатись вже тоді, коли ще не відбувається "видимих" структурно-функціональних змін в організмі [8, 9]. З

огляду на отримані дані великого значення набуває дослідження на тваринах потенційної небезпеки навіть давно відомих лікарських засобів – індукторів цитохрому P-450 2E1 по відношенню до чоловічої репродуктивної системи з метою розробки профілактичних заходів у сфері репродуктивного здоров'я.

1. Zhou S., Chan E., Duan W. et al. Drug bioactivation, covalent binding to target proteins and toxicity relevance // *Drug Metab. Rev.* – 2005. – V.37, № 1. – P. 41-213.
2. Robertson G., Leclercq I., Farrell G. II. Cytochrome P-450 enzymes and oxidative stress // *American Journal of Physiology.* – 2001. – V.281, № 5, P.1135-1139.
3. Oropeza-Hernandez L.F., Quintanilla-Vega B., Reyes-Mejia R.A., et al. Rifluoroacetylated adducts in spermatozoa, testes, liver and plasma and CYP2E1 induction in rats after subchronic inhalatory exposure to halothane // *Toxicol. Lett.* – 2003. – V.15, №1. – P. 105-116.
4. Guidance for Industry and Reviewers Estimating the Safe Starting Dose in Clinical Trials for Therapeutics in Adult Healthy Volunteers US. of Department of Health and Human Services, FDA, CDER and CBER. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://www.fda.gov/cder/guidance/index.htm>.
5. Costa L.G., Hodgson E., Lawrence D.A. et al. *Current Protocols in Toxicology*, Eds. – John Wiley & Sons, Inc. 2005, 2759 p.
6. Lankford S.M., Bai S.A., Goldstein J.A. Cloning of Canine Cytochrome P-450 2E1 cDNA: Identification and Characterization of Two Variant Alleles // *Drug Metab. Dispos.* – 2000. – V.28, №8. – P. 981-986.
7. Lieber C. Cytochrome P-450 2E1: Its Physiological and Pathological Role // *Physiological Reviews.* – 1997. – V.77, №2. – 517-544.
8. Principles and Methods of Toxicology, 4th ed. – A. Wallace Hayes Ed., Taylor & Francis, 2001, p. 1887.
9. Меркурьева Р.В., Литвинов Н.Н. Метаболические механизмы отдаленных эффектов химических факторов окружающей среды – канцерогенного, эмбриотоксического, гонадотоксического, мутагенного, геронтологического // *Вестн. РАМН.* – 1995. – №1. – С. 50-53.

Надійшла до редколегії 24.03.11

Наукове видання



ВІСНИК
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
БІОЛОГІЯ

Випуски 58

Друкується за авторською редакцією

Оригінал-макет виготовлено Видавничо-поліграфічним центром "Київський університет"

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали. Рукописи та дискети не повертаються.



Підписано до друку **17.03.11**. Формат 60x84^{1/8}. Вид. № **51**. Гарнітура Arial. Папір офсетний.
Друк офсетний. Наклад 300. Ум. друк. арк. **6,51**. Обл.-вид. арк. **7,0**. Зам. № **211-5583**.

Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет"
01601, Київ, б-р Т. Шевченка, 14, кімн. 43
☎ (38044) 239 32 22; (38044) 239 31 72; (38044) 239 31 58; факс (38044) 239 31 28
E-mail: vpc_chief@univ.net.ua
WWW: vpc.univ.kiev.ua