

УДК 00.57
DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.1-68>

Наведено експериментальні дані про особливості будови, розвитку та функціонування рослинних і тваринних організмів, флору та фауну України, одержані на основі досліджень, що проводять науковці ННЦ "Інститут біології та медицини" у галузях фізіології рослин і тварин, генетики, ботаніки, зоології, мікробіології, вірусології. Викладено нові дані стосовно біохімічних і біофізичних основ регуляції у клітинах і органах у нормі та після впливу різноманітних фізико-хімічних факторів. Подано результати нових методичних розробок.
Для викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР	Остапченко Людмила, д-р біол. наук, проф. (Україна)
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ	Берегова Тетяна, д-р біол. наук, проф. (Україна); Бубріак Іван, канд. мед. наук (Велика Британія); Гапоненко Вадим, канд. техн. наук, проф. (США); Джаган Вероніка, канд. біол. наук, доц. (Україна); Дзержинський Микола, д-р біол. наук, проф. (Україна); Жолос Олександр, д-р біол. наук, проф. (Україна); Козирицька Кет, канд. техн. наук (США); Лугонія Ніколета, канд. хім. наук (Сербія); Людовіко Абенаволі, д-р мед. наук (Італія); Макай Шандор, д-р біол. наук, проф. (Угорщина); Макарчук Микола, д-р біол. наук, проф. (Україна); Мандрик Юрій, канд. мед. наук (Німеччина); Мартинюк Віктор, д-р біол. наук, проф. (Україна); Мневесь Руслан, лікар (Україна); Сиволоб Андрій, д-р біол. наук, проф. (Україна); Таран Наталія, д-р біол. наук, проф. (Україна); Торгало Єлизавета, канд. біол. наук (заст. голов. ред.) (Україна); Фагуні Шарміла, канд. біол. наук (Італія); Хоперія Вікторія, д-р мед. наук, проф. (Україна)
Адреса редколегії	Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" просп. Акад. Глушкова, 2 а, м. Київ, 03127 ☎ (38044) 521 35 98 e-mail: biovisnyk@knu.ua web: https://bio.visnyk.knu.ua/
Затверджено	вченою радою ННЦ "Інститут біології та медицини" 12.03.24 (протокол № 10)
Зареєстровано	Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення Рішення № 1089 від 28.03.24 Ідентифікатор друкованого медіа: R30-03806
Атестовано	Міністерством освіти і науки України (категорія Б) Наказ № 1412 від 18.12.18
Індексування	DOAJ, Hinari, Open Academic Journal Index (OAJI), Quality Open Access Market (QOAM), Research Bib, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals, CrossRef
Засновник та видавець	Київський національний університет імені Тараса Шевченка Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет" Свідцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1103 від 31.10.02
Адреса видавця	ВПЦ "Київський університет" 6-р Тараса Шевченка, 14, м. Київ, 01601 ☎ (38044) 239 32 22, 239 31 58, 239 31 28 e-mail: vpc@knu.ua

BULLETIN
TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV

ISSN 1728-2748 (Print), ISSN 2308-8036 (Online)

BIOLOGY **1(96)/2024**
Established in 1958

UDC 00.57
DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.1-68>

Collection of articles written by the scientists of ESC "Institute of biology and medicine" 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.

EDITOR-IN-CHIEF	Ostapchenko Lyudmila, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine)
EDITORIAL BOARD	Abenavoli Ludovico, DSc (Med.) (Italy); Beregova Tetyana, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Boubriak Ivan, PhD (Med.) (United Kingdom); Dzerzhynsky Mykola, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Dzhagan Veronika, PhD (Biol.), Assoc. Prof. (Ukraine); Fagoonee Sharmila, PhD (Biol.) (Italy); Gaponenko Vadim, PhD (Engin.), Prof. (United States); Hoperia Viktoriya, DSc (Med.), Prof. (Ukraine); Kozyrytska Kat, PhD (Engin.) (United States); Lugonja Nikoleta, PhD (Chem.) (Republic of Serbia); Makarchuk Mykola, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Makai Sandor, DSc (Biol.), Prof. (Hungary); Mandryk Yuriy, PhD (Med.) (Germany); Martynyuk Viktor, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Mnevets Ruslan, Dr. (technical secretary) (Ukraine); Syvolob Andriy, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Taran Nataliya, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine); Torgalo Elizabeth, PhD (Biol.) (deputy editor) (Ukraine); Zholos Oleksandr, DSc (Biol.), Prof. (Ukraine)
Address	Educational and scientific center "Institute of Biology and Medicine" 2a, Acad. Glushkova av., Kyiv, 03127 ☎ (38044) 521 35 98 e-mail: biovisnyk@knu.ua web: https://bio.visnyk.knu.ua/
Approved by	the Academic Council of the ESC "Institute of Biology and Medicine" 12.03.24 (protokol № 10)
Registered by	the The National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine Decision № 1089 of 28.03.24 Identifier of printed media: R30-03806
Certified by	the Ministry of Education and Science of Ukraine (category B) Order №1412 dated 18.12.18
Indexing	DOAJ, Hinari, Open Academic Journal Index (OAJI), Quality Open Access Market (QOAM), Research Bib, Index Copernicus, Ulrich's Periodicals, CrossRef
Founded and published	Taras Shevchenko National University of Kyiv Publishing and Polygraphic Center "Kyiv University" Certificate of entry into the State Register ДК № 1103 dated 31.10.02
Address	PPC "Kyiv University" 14, Taras Shevchenka blvd., Kyiv, 01601 ☎ (38044) 239 32 22, 239 31 58, 239 31 28 e-mail: vpc@knu.ua

ДУЛО Олена Анаеробні можливості мешканок постпубертатного віку низинних районів Закарпаття.....	5
КОВАЛЕНКО Ольга, ЛЯЩЕНКО Тарас, МАКАРЧУК Микола Вплив алкоголю на ліпідний склад крові та ліпопероксидні процеси у тканинах мозку з різною алкогольною мотивацією і різною здатністю до навчання	9
КАРАМАН Ганна, ВАЙСЕРМАН Олександр, АФАНАСЬЄВА Катерина, СИВОЛОБ Андрій Вплив температури личинкової стадії розвитку на експресію генів <i>HSP70</i> , <i>INR</i> , <i>SIRT1</i> , <i>MTOR</i> та <i>FOXO</i> у самців і самок <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	15
КОЛОМІЙЧУК Віталій, ШИНДЕР Олександр, БАРАНСЬКИЙ Олександр, ШЕВЕРА Мирослав Флора судинних рослин національного природного парку "ЗАЛІССЯ" (Київська і Чернігівська області)	25
КРАВЧЕНКО Вікторія, БОНДАРЕНКО Марія, ХОДАКІВСЬКА Анна Вплив фонові музики на параметри уваги та електричну активність головного мозку	32
БРУСЕНЦОВА Наталія, ПОДОБАЙЛО Анатолій Активність тварин біля нори борсука (<i>Meles meles</i>) у НПП "Пирятинський" (Полтавська обл., Україна)	38
ТАРАН Наталія, БАЦМАНОВА Людмила, ШПАГІН Віктор Особливості організації зеленої зони на території кампусу Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Виставковий центр)	44
СІНГАЄВСЬКИЙ Євген, КОЛОМІЄЦЬ Назар, БАЛАН Павло Павуки (<i>ARACHNIDA</i> , <i>ARANEI</i>) псамофіт них оселищ урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника	50
ВОРОБЕЙ Тетяна, НУЖИНА Наталія Введення <i>DRACOCERPHALUM MOLDAVICA</i> L. в культуру <i>IN VITRO</i>	57
ОМЕЛЬЯНЕНКО Ірина, ФАЛАЛЄЄВА Тетяна, КОБИЛЯК Назарій, СУЛАЄВА Оксана Цитологічна діагностика щитоподібної залози в Україні за умов воєнного стану	63

CONTENTS

DULO Olena Anaerobic capacity of postpubescent females from the lowland areas of Zakarpattia	5
KOVALENKO Olga, LIASHENKO Taras, MAKARCHUK Mykola The effect of alcohol on blood lipid composition and lipoperoxidation processes in brain tissue of rats with different alcohol motivation and different learning ability	9
KARAMAN Hanna, VAISERMAN Alexander, AFANASIEVA Katerina, SIVOLOB Andrei Impact of the temperature on larval stage of development on the expression levels of <i>HSP70</i> , <i>INR</i> , <i>SIRT1</i> , <i>MTOR</i> and <i>FOXO</i> genes in males and females of <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	15
KOLOMIICHUK Vitalii, SHYNDER Olexandr, BARANSKYI Olexandr, SHEVERA Myroslav Flora of vascular plant of national nature park "ZALISSIA" (Kyiv and Chernihiv region)	25
KRAVCHENKO Viktoriia, BONDARENKO Maria, KHODAKIVSKA Anna Influence of background music on attention parameters and electrical brain activity	32
BRUSENTOVA Nataliia, PODOBAILLO Anatolii Activity of animals near the badger (<i>Meles meles</i>) sett in the Pyriatynskyi NNP (Poltava region, Ukraine)	38
TARAN Nataliia, BATSMANOVA Liudmila, SHPAGIN Viktor The organization features of the green zone on the campus of the Taras Shevchenko National University of Kyiv (Exhibition center)	44
SINGAYEVSKYI Yevgen, KOLOMIETS Nazar., BALAN Pavlo The psamophyte habitat spider (<i>ARACHNIDA</i> , <i>ARANEI</i>) of the Zmiini ostrovy tract of the Kaniv Nature Reserve	50
VOROBEL Tetiana, NUZHYNIA Nataliia Introduction of <i>DRACOCEPHALUM MOLDAVICA</i> L. <i>in vitro</i> culture	57
OMELIANENKO Iryna, FALALYEYeva Tetyana, KOBLYIAK Nazarii, SULAIEVA Oksana Cytological diagnosis of the thyroid gland in Ukraine during martial law conditions	63

ANAEROBIC CAPACITY OF POSTPUBESCENT FEMALES FROM THE LOWLAND AREAS OF ZAKARPATTIA

Background. Human physical health depends on the body's ability to adjust (adapt) to the conditions of the external environment, while maintaining normal functional parameters of all physiological systems. The urgent mechanism of such adaptation is carried out by a humoral and reflex way, however, this process is personified by the somatotype of a person. Therefore, determining the component composition of the body and somatotype allows to individualize the ways to prevent certain diseases, to choose effective treatment tactics, as well as to predict the effectiveness of the treatment. The purpose of the study is to establish the ability of females of different somatotypes, who are residents of lowland areas of the Zakarpattia region, to adapt to physical work in the anaerobic mode of energy supply.

Methods. 118 healthy females aged 16 to 20, residents of lowland areas, participated in the study. To assess the ability to perform physical work on a cycle ergometer in anaerobic mode, we used the Wingate anaerobic test described by Yu.M. Furman et al. We also measured the capacity of anaerobic lactic processes according to the method of Shögy A., Cherebetin G. The somatotype was determined by the Heath-Carter method.

Results. The examined females, residents of lowland areas, were represented by 5 somatotypes: ectomorphic, endomorphic, endomesomorphic, mesoectomorphic, and balanced. The largest number of individuals were of balanced (34.7 %) and endomesomorphic (32.2 %) somatotype, the smallest of ectomorphic (10.2 %) and mesoectomorphic (9.3 %) somatotype. In individuals with an endomesomorphic somatotype, the average value $WAnT_{10\text{ rel.}}$ ($40.25 \pm 1.23 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) significantly exceeds the average value of females only of the endomorphic ($37.1 \pm 0.65 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotype. At the same time, the average value of $WAnT_{10\text{ rel.}}$ in representatives of the balanced ($40.5 \pm 1.28 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotype significantly ($p < 0.05$) exceeds the value of females of the endomorphic somatotype by 9.2 % and those of the ectomorphic somatotype ($37.4 \pm 0.76 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) by 8.2 %. It is worth noting that the lowest average values of $WAnT_{30\text{ rel.}}$ are observed in representatives of lowland areas of ectomorphic ($35.4 \pm 0.72 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) and endomorphic ($35.7 \pm 0.96 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotypes, which do not differ from each other ($p > 0.05$). The highest average values of $WAnT_{30\text{ rel.}}$ in residents of the lowland areas were found in females of the endomesomorphic ($39.0 \pm 1.03 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) and balanced ($39.33 \pm 0.89 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotypes, which are significantly higher (by 6 %) than the values of the representatives of the mesoectomorphic somatotype, and higher than the values of representatives of the ectomorphic and endomorphic somatotype (by 11 % and 10 %, respectively).

Conclusions. Anaerobic productivity of females from Transcarpathia is related to somatotypological features of the body. There are gender differences in the adaptation of young people to physical work of anaerobic orientation depending on the somatotype. Among girls living in lowland areas, endomesomorphs and individuals with a balanced somatotype exhibit the highest capacity of anaerobic alactate and lactate energy supply processes for muscle work, and ectomorphs have the lowest capacity.

Key words: anaerobic productivity, somatotype, physical health, females.

Background

Human physical health depends on the body's ability to adjust (adapt) to the conditions of the external environment, while maintaining normal functional parameters of all physiological systems (Larry Kenney, Wilmore, & Costill, 2021; Gorshova et al., 2017; Kovalenko et al., 2020). The urgent mechanism of such adaptation is carried out by a humoral and reflex way, however, this process is personified by the somatotype of a person (Stephanie, 2023; Fera et al., 2020; Karstoft, & Pedersen, 2016; Montero et al., 2018). Moreover, there are gender differences in such "personification", i.e., the levels of functional capacity of individual systems of male and female individuals with the same somatotype do not match (Miroshnichenko et al., 2019).

A number of scientists point out that a set of various morphological factors, on which the somatotype depends (in particular, the component composition of body mass), affect both the functional capacity of the body and the susceptibility to certain diseases (Furman et al., 2022). Therefore, determining the component composition of the body and somatotype allows to individualize the ways to prevent certain diseases, to choose effective treatment tactics, as well as to predict the effectiveness of the treatment (Ryan-Stewart, Faulkner, & Jobson, 2018).

Current scientific research in clinical medicine is impossible without clinical anthropology and its

methodology. Anthropometry that lies in the basis of anatomical constitution and parameters of physical development, is successfully used to identify the relationship with certain somatic diseases (Wu, & Ma, 2023; Miroshnichenko et al., 2020).

Assessment of anaerobic capacity of post-puberty female residents of the Zakarpattia region with different somatotypes will allow to obtain standards of physical health of females (Zera et al., 2022; Gaul, Docherty, & Cicchini, 2020).

The main objective: to establish the ability of females of different somatotypes, who are residents of lowland areas of the Zakarpattia region, to adapt to physical work in the anaerobic mode of energy supply.

Methods

118 healthy girls living in lowland areas of Transcarpathia, areas located at an altitude below 400 meters above sea level, took part in the study. The examined girls were aged from 16 to 20 years, which was 53.6 % of the total number of examined representatives from various districts of Zakarpattia. To assess the ability to perform physical work on a cycle ergometer in anaerobic mode, we determined the power of anaerobic lactic processes of energy supply of the body based on the maximum amount of work performed in 10 s ($WAnT_{10}$), as well as the power of anaerobic lactic processes of energy supply of the body based on the maximum amount of work

performed in 30 s (WAnT₃₀) using the Wingate anaerobic test described by Yu.M. Furman et al. (Furman, Miroshnichenko, & Drachuk, 2013). We also measured the capacity of anaerobic lactic processes according to the method of Shögy A., Cherebetin G., (Shögy, & Cherebetin, 1974) which characterized the maximum amount of external work in 1 min (PPO). When performing tests to assess physical performance, we took into account the physiological features of the female body, and during the ovulatory (13-14 day), premenstrual (26-28 day) and menstrual phase of the ovarian-menstrual cycle, such studies were not conducted (Larry Kenney, Wilmore, & Costill, 2021). The somatotype was determined by the

Heath-Carter method that provides a three-component (fat, muscle and bone component) anthropometric assessment (Carter, 2003).

Results

The examined females, residents of lowland areas, were represented by 5 somatotypes: ectomorphic, endomorphic, endomesomorphic, mesoectomorphic, and balanced. The percentage distribution of representatives of lowland areas by somatotype is shown in Fig. 1. The largest number of individuals were of balanced (34.7 %) and endomesomorphic (32.2 %) somatotype, the smallest of ectomorphic (10.2 %) and mesoectomorphic (9.3 %) somatotype.

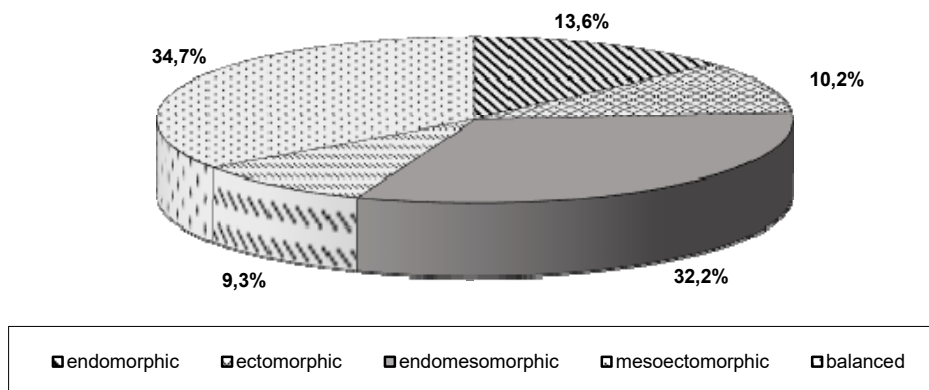


Fig. 1. Ratio of the number of lowland residents according to the somatotype, in %

The results of the study of the power of anaerobic alactic energy supply processes by the absolute value of WAnT_{10 abs.} in females from lowland areas revealed a significant prevalence of this indicator in representatives of the endomesomorphic somatotype, compared to individuals of other somatotypes. Thus, the value of the absolute indicator WAnT_{10 abs.} in the representatives of the endomesomorphic somatotype, on average, is $2658.1 \pm 76.75 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$, which is 36.4 % higher than the value of the representatives of the mesoectomorphic somatotype, which is $1948.9 \pm 51.4 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0.05$), 10.4 % higher than the value of females of the endomorphic somatotype $2408.6 \pm 70.2 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$, 15 % higher than the value of females of the balanced somatotype $2314.8 \pm 67.83 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$ and exceeds by 48.2 % the average value of representatives of the ectomorphic somatotype, which is $1793.4 \pm 46.1 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0.01$). The study of the power of anaerobic lactic processes of energy supply of the body according to the relative value WAnT_{10 rel.} in the residents of lowland areas proved a significantly lower level of this indicator in females of ectomorphic and endomorphic somatotypes compared to the values of representatives of other somatotype groups. In individuals with an endomesomorphic somatotype, the average value WAnT_{10 rel.} ($40.25 \pm 1.23 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) significantly exceeds the average value of females only of the endomorphic ($37.1 \pm 0.65 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotype. At the same time,

the average value of WAnT_{10 rel.} in representatives of the balanced ($40.5 \pm 1.28 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) somatotype significantly ($p < 0.05$) exceeds the value of females of the endomorphic somatotype by 9.2 % and those of the ectomorphic somatotype ($37.4 \pm 0.76 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) by 8.2 %. In representatives of endomesomorphic, mesoectomorphic and balanced somatotypes, the average values of WAnT_{10 rel.} have no significant difference ($p > 0.05$).

The analysis of the results of anaerobic productivity studies based on the absolute value of the indicator of the power of anaerobic lactic processes of energy supply (WAnT₃₀) in females from lowland areas showed that the average value of the absolute indicator WAnT₃₀ of representatives of the endomesomorphic somatotype is $2562.4 \pm 74.73 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$, which is 13.3 % higher than in representatives of the balanced somatotype ($p < 0.05$), with the value of $2261.8 \pm 71.18 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$; 36.6 % higher than in females of the mesoectomorphic somatotype ($p < 0.01$), whose average value is $1876.3 \pm 48.9 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$; 50 % higher than the value of representatives of the ectomorphic somatotype ($p < 0.01$), which is $1708.6 \pm 40.6 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$, and 10.6 % higher than the value of representatives of the endomorphic somatotype ($p < 0.01$), which is $2316.4 \pm 63.5 \text{ kgm} \cdot \text{min}^{-1}$.

The results of the study of physical performance based on indicators of the body's anaerobic productivity are shown in Table 1.

Table 1

Indicators of the anaerobic capacity of the body of females from the lowland areas of Zakarpattia depending on the somatotype (n=118)

Indexes	Average value, M±m				
	endomorphs (n=16)	endomesomorphs (n=38)	mesoectomorphs (n=11)	ectomorphs (n=12)	balanced somatotype (n=41)
WANT ₁₀ , kgm·min ⁻¹	• 2408,6±70,2	2658,1±76,75	•*∇ 1948,9±51,4	•*∇♦ 1793,4±46,1	•2314,8±67,83
WANT ₁₀ , kgm·min ⁻¹ ·kg ⁻¹	•∇ 37,1±0,65	40,25±1,23	38,5±0,81	∇37,4±0,76	40,5±1,28
WANT ₃₀ , kgm·min ⁻¹	• 2316,4±63,5	2562,4±74,73	•*∇ 1876,3±48,9	•*∇♦ 1708,6±40,6	• 2261,8±71,18
WANT ₃₀ , kgm·min ⁻¹ ·kg ⁻¹	•∇ 35,7±0,96	39,0±1,03	∇ 37,1±0,5	•∇ 35,4±0,72	39,33±0,89
PPO, kgm·min ⁻¹	1482,1±50,7	1364,7±40,6	•* 1218,7±36,4	•* 1183,8±26,4	* 1273,2±37,8
PPO, kgm·min ⁻¹ ·kg ⁻¹	22,9±0,73	*∇♦ 20,9±0,59	23,9±0,9	24,7±1,08	22,7±0,68

Note: the significance of a difference in average values (p<0.05):

* – relative to the endomorphic somatotype; • – relative to the endomorphic-mesomorphic somatotype; ♦ – relative to the mesomorphic-ectomorphic somatotype; – relative to the ectomorphic somatotype; ∇ – relative to the balanced somatotype.

The peculiarities of anaerobic productivity in residents of lowland areas of various somatotypes were also revealed when determining the relative power of anaerobic lactic energy supply processes of the body. It is worth noting that the lowest average values of WANT_{30 rel.} are observed in representatives of lowland areas of ectomorphic (35.4±0.72 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) and endomorphic (35.7±0.96 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) somatotypes, which do not differ from each other (p > 0.05). The highest average values of WANT_{30 rel.} in residents of the lowland areas were found in females of the endomesomorphic (39.0±1.03 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) and balanced (39.33±0.89 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) somatotypes, which are significantly higher (by 6 %) than the values of the representatives of the mesoectomorphic somatotype, and higher than the values of representatives of the ectomorphic and endomorphic somatotype (by 11 % and 10 %, respectively).

The results of the study of the capacity of anaerobic lactic processes of energy supply of the body in terms of the absolute value of PPO revealed a significant prevalence of this indicator in lowland females of the endomorphic somatotype, compared to representatives of other somatotypes. Thus, the value of the absolute PPO in the representatives of the endomorphic somatotype is 1482.1±50.7 kgm·min⁻¹, which on average is 21.7 % higher than the value of the representatives of the mesoectomorphic somatotype, which is 1218.7±36.4 kgm·min⁻¹, 16.4 % higher than the value of females of the balanced somatotype, which is 1273.2±37.8 kgm·min⁻¹, and 25.2 % higher than the value of females of the ectomorphic somatotype, which is 1183.8±26.4 kgm·min⁻¹ (p<0.05). The average values of PPO_{abs.} of representatives of endomorphic and endomesomorphic somatotypes do not differ significantly from each other.

The study of the capacity of anaerobic lactic processes of energy supply of the body according to the relative value of PPO proved a significantly lower level of this indicator in the lowland females of the endomesomorphic somatotype (20.9±0.59 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) compared to the values of the representatives of other somatotype groups. In the representatives of the endomorphic somatotype, the average value of the PPO_{rel.} (22.9±0.73 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) does not differ from the average value of PPO_{rel.} in representatives of the balanced somatotype (22.7±0.68 kgm·min⁻¹·kg⁻¹). At the same time, the average

value of individuals of ectomorphic somatotype (24.7±1.08 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) is the highest and exceeds the value of females of endomorphic somatotype by 7.8 %, those of the balanced somatotype by 8.8 %, the mesoectomorphic somatotype (23.9±0.9 kgm·min⁻¹·kg⁻¹) by 3.3 % that do not differ among themselves (p > 0.05).

Discussion and conclusions

The data on the age-related dynamics of the body's anaerobic productivity are contradictory. There are data that indicate the growth of anaerobic alactic and lactic productivity up to 18 years and its stability up to 30 years. In persons younger than 18 and older than 30 years, anaerobic productivity decreases on average by 1-2 % per year. A uniform age-related decrease in anaerobic productivity (Palka, 1986). According to their data, such a decrease reaches approximately 6 % per decade. Moreover, the dynamics of the decrease does not depend on gender (Ryan-Stewart, 2018). According to other authors, in adolescents aged 10-14, the value of anaerobic lactic productivity, which was determined by the relative indicator of external mechanical work in 30 seconds, does not differ from that of adults. At the same time, no significant gender difference of this indicator was found. However, the results of a research by (Gaul, 2020) demonstrate that the lactic and alactic productivity of children before the end of puberty is significantly lower than in adults.

The level of anaerobic productivity of females from the lowland areas of Zakarpattia depends on the somatotype. The power of anaerobic alactic and lactic energy supply processes in females with endomesomorphic somatotype is higher than in other somatotypes. These indicators were the lowest in females with a predominance of ectomorphy.

The value of the relative indicator of the power of anaerobic alactic and lactic energy supply processes in the representatives of the endomesomorphic, mesoectomorphic and balanced somatotypes is higher than in the representatives of the endomorphic and ectomorphic somatotypes.

The results of the research indicate that the values of the absolute indicators of the maximum amount of external mechanical work per 1 min in females from lowland areas were significantly higher in the representatives of the endomorphic somatotype, the values of the absolute indicators in the representatives of the ectomorphic somatotype are the lowest, while the values of the relative indicators of PPO were the highest in females of the ectomorphic somatotype, and the lowest in females of the endomesomorphic somatotype.

References

- Carter, J. (2003). *The Heath-Carter anthropometric somatotype. Instruction manual*. Department of Exercise and Nutritional Sciences San Diego State University. CA. U.S.A.
- Fera, M.O., Fera, O.V., Kryvanych, V.M., Bilyschuk, L.M., Kostenko, S.B., Kryvanych, A.V., Yavuz, Y., & Goncharuk-Khomyn, M.Y. (2020). Analysis of Environmental and Person-Oriented Factors Influence on Dental Caries Intensity among Children Population of Transcarpathia. *J. Int Dent Med Res*, 13(4), 1326–1333.
- Furman, Y.M., Miroshnichenko, V.M., Bohuslavskaya, V.Yu., Gavrylova, N.V., Brezdeniuk, O.Yu., Salnykova, S.V., Holovkina, V.V., Vypasniak, I.P., & Lutsyl, V.Y. (2022). Modeling of functional preparedness of women 25–35 years of different somatotypes. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. 26(2), 118–125. <https://doi.org/10.15561/26649837.2022.0206>
- Furman, Yu.M., Miroshnichenko, V.M., & Drachuk, S.P. (2013). *Promising models of physical culture and health technologies in physical education of students of higher educational institutions*. Kyiv: Olympic literature [in Ukrainian]. [Фурман Ю.М., Мірошніченко В.М., Драчук С.П. (2013). *Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів*. Київ: Олімпійська література.]
- Gaul, C.A., Docherty, D., & Cicchini, R. (2020). Differences in anaerobic performance between boys and men. *Int. J. Obes Relat. Metab. Disord*, 24, 7841–7848.
- Gorshova, I., Bohuslavskaya, V., Furman, Y., Galan, Y., Nakonechny, I., & Pityn, M. (2017). Improvement of adolescents' adaptation to the adverse meteorological situation by means of physical education. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(2), 892–898. <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.02136>
- Karstoft, K., & Pedersen, B. K. (2016). Skeletal muscle as a gene regulatory endocrine organ. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 19(4):270-275.
- Kovalenko, A., Grishchuk, E., Rogal, N., Potop, V., Korobeynikov, G., Glazyrin, I., & Dudnyk, O. (2020). The Influence of Physical Activity on Students' Psychological Well-Being. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 12(2), 86–96. <https://doi.org/10.18662/rrem/12.2/267>
- Larry Kenney, W., Wilmore, J.H., & Costill, D.L. (2021). *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- Miroshnichenko, V.M., Furman, Yu.M., Brezdeniuk, O.Yu., Onyshchuk, V., Gavrylova, N., & Salnykova, S. (2020). Correlation of maximum oxygen consumption with component composition of the body, body mass of men with different somatotypes aged 25–35. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. 2020; 6, 290–297.
- Miroshnichenko, V., Salnykova, S., Bohuslavskaya, V., Pityn, M., Furman, Yu., Yakovliv, V., & Semeryak, Z. (2019). Enhancement of physical health in girls of 17–19 years by adoption of physical loads taking their somatotype into account. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 387–392. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s2058>
- Montero, D., Madsen, K., Meinild-Lundby, A.K., Edin, F., & Lundby, C. (2018). Sexual dimorphism of substrate utilization: Differences in skeletal muscle mitochondrial volume density and function. *Exp Physiol*, 103(6), 851–859. <https://doi.org/10.1113/EP087007>
- Paika, M.J., & Rogoziński, A. (1986). Standards and predicted values of anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 54, 643–646. <https://doi.org/10.1007/BF00943354>
- Ryan-Stewart, H., Faulkner, J., & Jobson, S. (2018). The influence of somatotype on anaerobic performance. *PLoS ONE*, 13(5), e0197761. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197761>
- Shögy, A., & Cherebetin, G. (1974). Minutentest auf dem Fanradergometer zur Bestimmung der Anaeroben Kapazität. *J. Appl. Physiol*, 33, 171–176.
- Stephanie, M. (2023). The Role of Hormones in Women Health. *Journal of Women's Health Care*, 12(3):633. <https://doi.org/10.35248/2167-0420.23.12.633>
- Zera, J., Nagle, E., Connell, E., Curtin, E., Marget, W., Simonson, A., Nagai, T., Abt, J., & Lephart, S. (2022). Gender Differences and the Influence of Body Composition on Land and Pool-Based Assessments of Anaerobic Power and Capacity. *Int J Environ Res Public Health*, 19(13):7902. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137902>
- Wu, Y., & Ma, Z. (2023). Exercise Intervention Based on Behavioral Change Theory: Influence on Body Morphology and Body Composition. *Altern Ther Health Med*, 29(1), 150–155.

Отримано редакцією журналу / Received: 02.02.24

Прорецензовано / Revised: 01.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 01.03.24

Олена ДУЛО, канд. мед. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0003-0473-5605

e-mail: olena.dulo@uzhnu.edu.ua

Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

АНАЕРОБНІ МОЖЛИВОСТІ МІСЖАНОК ПОСТПУБЕРТАТНОГО ВІКУ НИЗИННИХ РАЙОНІВ ЗАКАРПАТТЯ

Вступ. Фізичне здоров'я людини залежить від здатності організму адаптуватися до умов зовнішнього середовища, зберігаючи нормальні функціональні параметри всіх фізіологічних систем. Актуальний механізм такої адаптації здійснюється гуморально-рефлекторним шляхом, однак цей процес уособлюється соматотипом людини. Отже, визначення компонентного складу організму та соматотипу дозволяє індивідуалізувати шляхи профілактики тих чи інших захворювань, обрати ефективну тактику лікування, а також прогнозувати ефективність лікування. Мета дослідження – встановити здатність представниць різних соматотипів, мешканок низинних районів Закарпатської області, адаптуватися до фізичної праці в анаеробному режимі енергозабезпечення.

Методи. У дослідженні взяли участь 118 здорових дівчат віком від 16 до 20 років, мешканок низинних районів. Для оцінки здатності виконувати фізичну роботу на велоергометрі в анаеробному режимі ми використали метод Вінгатського анаеробного тесту, описаного Ю.М. Фурман та співавторами. Також за ініціативою Shogy A., Cherebetin G. ми вимірювали зміст анаеробних лактатних процесів. Соматотип визначали за методом Хім-Картера.

Результати. Обстежені дівчата, мешканки низинних районів, були представлені 5 соматотипами: ектоморфним, ендоморфним, ендеоморфним, мезоектоморфним і збалансованим. Найбільша кількість осіб була збалансованою (34,7 %) та ендеоморфною (32,2 %) соматотипу, найменша – ектоморфною (10,2 %) та мезоектоморфною (9,3 %) соматотипу. У осіб ендеоморфного соматотипу середнє значення $ВАНТ_{10}$ відн. ($40,25 \pm 1,23 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) вірогідно перевищує середню величину дівчат лише ендоморфного ($37,1 \pm 0,65 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) соматотипу, тоді як середнє значення $ВАНТ_{10}$ відн. у представниць збалансованою ($40,5 \pm 1,28 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) соматотипу вірогідно ($p < 0,05$) перевищує значення дівчат ендоморфного соматотипу на 9,2 % та ектоморфного соматотипу ($37,4 \pm 0,76 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) на 8,2 %. Звертає на себе увагу те, що найнижчі середні значення $ВАНТ_{30}$ відн. спостерігаються у представниць низинних районів ектоморфного ($35,4 \pm 0,72 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) та ендоморфного ($35,7 \pm 0,96 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) соматотипів, які між собою не відрізняються ($p > 0,05$). Найвищі середні значення $ВАНТ_{30}$ відн. мають представниці низинних районів ендеоморфного $39,0 \pm 1,03 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ та збалансованою $39,33 \pm 0,89 \text{ км} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ соматотипів, які вірогідно на 6 % переважають значення представниць мезоектоморфного соматотипу, на 11 % переважають значення представниць ектоморфного та на 10 % ендоморфного соматотипу.

Висновки. Анаеробна продуктивність представниць Закарпатської області пов'язана із соматотипологічними особливостями організму. Існують гендерні відмінності в адаптації молодих людей до фізичної праці анаеробної спрямованості залежно від соматотипу. Серед дівчат, які проживають у низинній місцевості, найбільшу потужність анаеробних алактатних і лактатних процесів енергозабезпечення роботи м'язів демонструють ендеоморфи та особи зі збалансованим соматотипом, найменшу – ектоморфи.

Ключові слова: анаеробна продуктивність, соматотип, фізичне здоров'я, дівчата.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; у рішенні про публікацію результатів.

The author declares no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.

УДК 591.1/5:599.323.4:547.262:577.115
DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.9-14>

Ольга КОВАЛЕНКО, асист.
ORCID ID: 0009-0007-2044-4660
e-mail: Olga_Kovalenko1@knu.ua
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Тарас ЛЯЩЕНКО, канд. біол. наук, доц.
ORCID ID: 0009-0006-3400-5418
e-mail: taras.lyashchenko@knu.ua
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Микола МАКАРЧУК, д-р біол. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0002-0982-3463
e-mail: makarchuk_mykola@knu.ua
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВПЛИВ АЛКОГОЛЮ НА ЛІПІДНИЙ СКЛАД КРОВІ ТА ЛІПОПЕРОКСИДНІ ПРОЦЕСИ У ТКАНИНАХ МОЗКУ ЩУРІВ З РІЗНОЮ АЛКОГОЛЬНОЮ МОТИВАЦІЄЮ І РІЗНОЮ ЗДАТНІСТЮ ДО НАВЧАННЯ

Вступ. Алкоголь, як фактор негативного впливу на організм, спричиняє метаболічні зміни та може впливати на виконання когнітивних завдань, оскільки саме нервова тканина є найбільш чутливою до впливу етанолу. У той самий час досить обмеженими є дані щодо взаємозв'язку між споживанням етанолу, когнітивними і окисними процесами в мозку і змінами ліпідного обміну. В роботі досліджували чутливість рівня окисних процесів в мозковій тканині та зміни спектру ліпідів крові під впливом етанолу за різної схеми поєднання алкоголізації і навчання у щурів.

Методи. У дослідженні використовували самців щурів віком від трьох до п'яти місяців. Здатність до навчання оцінювали в радіальному лабіринті. Дослідження впливу етанолу на метаболічні процеси проводили визначенням рівня ліпідів в плазмі крові методом тонкошарової хроматографії. Дослідження впливу етанолу та навчання на тканини мозку проводили визначенням кількості малонового діальдегіду в тканинах мозку щурів спектрофотометричним методом за тестом з 2-тіобарбітуровою кислотою.

Результати. Показано неоднакову ліпопероксидну реактивність тканин мозку щурів з різною алкогольною мотивацією за різної схеми поєднання етанолу і навчання. Щури, які не надають перевагу алкоголю, мають більшу ліпопероксидну реактивність, особливо ті, які погано навчалися і вживали етанол після навчання. Тварини, які добре навчалися, мали менший рівень перекисного окислення після вживання алкоголю. Щури, що надають перевагу алкоголю, мають найнижчий ступінь перекисного окислення в тканинах мозку.

Висновки. Хронічна алкоголізація сприяла зміні концентрації ліпідів у крові щурів, що свідчить про помірний дестабілізуючий вплив етанолу на жировий обмін в умовах нашого експерименту. Найвищий рівень перекисного окислення ліпідів у тканинах мозку щурів характерний для щурів із низькою алкогольною мотивацією, а навчання щурів до початку алкоголізації може знижувати рівень перекисного окислення ліпідів.

Ключові слова: ліпідний обмін, перекисне окислення ліпідів, алкогольна мотивація, навчання, щури.

Вступ

Серед важливих проблем сучасної нейробіології є проблема вторинно набутих мотивацій, таких, як потяг до алкоголю. Вплив етанолу на організм залежить від багатьох факторів, і його дія має досить різноспрямований характер. Відомо, що хронічне вживання етанолу може впливати на виконання когнітивних завдань, зокрема робочу пам'ять, оскільки саме нервова тканина є найбільш чутливою до впливу етанолу (Egervari et al., 2021; Erickson et al., 2021). Дослідження на тваринних моделях щодо тривалого споживання етанолу показують погіршення просторового навчання та пам'яті (Cannady et al., 2020). З іншого боку, деякі дослідження показали, що щури, які постійно піддавалися впливу етанолу, але не були піддані абстиненції, демонструють кращу продуктивність при навчанні в лабіринті, ніж контрольна група (Elizabeth et al., 2006; Sasace et al., 2011). У людей помірне вживання алкоголю було пов'язане з певними позитивними наслідками для здоров'я, такими як зниження ризику геморагічного та ішемічного інсульту (Reynolds et al., 2003), ішемічної хвороби серця (Mukamal et al., 2003; Suzukiet al., 2009), деменції (Anttila et al., 2004). Алкоголь, як фактор негативного впливу на організм, спричиняє метаболічні зміни (You et al.,

2019; Barbería-Latasa et al., 2022; Tsermpini et al., 2022; Min You et al., 2019; Jeongeun et al., 2021). Окрім того, одним із найбільш поширених механізмів деструкції мембранних структур є перекисне окислення ліпідів (ПОЛ), яке реєструється при розвитку цілого ряду патологічних станів, серед яких є алкогольна інтоксикація різного ступеня (Tsermpini et al., 2022; Huey et al., 2020). У той самий час досить обмеженими є дані щодо взаємозв'язку між споживанням етанолу, функціональним станом ЦНС, окисними процесами в мозку і змінами ліпідного обміну. Відмінності в кількісному і якісному складі ліпідів плазми крові пов'язані з впливом алкоголю і продуктів його метаболізму на організм тварин і можуть бути одним з індикатором викликаних етанолом змін. Метою нашої роботи було дослідити вплив хронічної алкоголізації та навчання на якісний та кількісний склад ліпідів крові як показник ступеня впливу етанолу на жировий обмін щурів із різною алкогольною мотивацією та вивчити вплив етанолу та навчання на процеси перекисного окислення в тканинах мозку щурів залежно від ступеня схильності до вживання алкоголю.

Методи

Дослідження були проведені в умовах хронічного експерименту на 254 білих нелінійних щурах-самцях

© Коваленко Ольга, Лященко Тарас, Макаrchук Микола, 2024

віком від трьох до п'яти місяців з масою тіла на початку дослідження 180-220 г. Тварини утримувалися в стандартних умовах віварію за природного режиму освітлення та стандартного харчового раціону. Маніпуляції з тваринами проводили відповідно до біоетичних норм (Strasburg, 1986; Закон України від 21.02.2006). Протоколи дослідів було погоджено Комісією з біоетики ННЦ "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 3 від 3 квітня 2023 року).

На початку експерименту для розподілу щурів на збалансовані групи оцінювали вроджену поведінку за допомогою тесту "відкрите поле" (Грабовська та ін., 2014).

Після тестування щурів розподілили на 2 групи:

Експеримент I (етап дослідження I) – умовний рефлекс у радіальному лабіринті виробили у щурів до хронічної алкоголізації;

Експеримент II (етап дослідження II) – умовний рефлекс у радіальному лабіринті виробили у щурів після хронічної алкоголізації.

Після закінчення навчання в радіальному лабіринті та алкоголізації щури в експериментах I та II були розділені на 6 груп:

I група – "ДН контрольна" – інтактні щури, що добре навчалися в РЛ;

II група – "ПН контрольна" – інтактні щури, що погано навчалися в РЛ;

III група – "ДН, схильні" – щури, що під час алкоголізації надавали перевагу етанолу і добре навчалися в РЛ;

IV група – "ПН, схильні" – щури, що під час алкоголізації надавали перевагу етанолу і погано навчалися в РЛ;

V група – "ДН, несхильні" – щури, що під час алкоголізації надавали перевагу воді і добре навчалися в РЛ;

VI група – "ПН, несхильні" – щури, що під час алкоголізації надавали перевагу воді і погано навчалися в РЛ.

Здатність до навчання в радіальному лабіринті (РЛ) оцінювали за методом Яна Буреша до або після алкоголізації впродовж 14 днів, для визначення впливу різних схем поєднання процесів алкоголізації і навчання на алкогольну мотивацію і ступінь прояву поведінкових порушень. Визначали та аналізували такі показники: кількість відвіданих рукавів, кількість повторних заходів у рукава з підкріпленням, кількість заходів у рукава без підкріплення, латентний період реакції взяття першого і останнього підкріплення (Buresh et al., 1991).

Дослідження впливу етанолу на метаболічні процеси проводили визначенням рівня ліпідів у плазмі крові методом тонкошарової хроматографії. Забір крові проводився з хвостової вени щурів. Визначали вміст тригліцеридів, вільних жирних кислот, холестеролу, фосфоліпідів. У частини щурів кров брали протягом періоду алкоголізації, а саме на 14 добу та після завершення алкоголізації (Каліман та ін., 2002).

Дослідження впливу етанолу та навчання на тканини мозку проводили визначенням кількості малонового діальдегіду в тканинах мозку щурів за допомогою спектрофотометричного методу за тестом з 2-тіобар-

бітуровою кислотою (ТБК) (Stalnaya et al., 1977). Тканини мозку отримували після декапітації тварин.

Хронічна алкоголізація проводилася у два етапи: на першому визначали схильність ураження до етанолу методом "двох пляшок". Тварини, які раніше не мали контакту з етанолом, поміщали в окремі клітини із двома пляшками, одна з водою, а інша – з 15-відсотковим розчином етанолу. На цьому етапі впродовж 14-ти днів тварини мали вільний вибір між розчином етанолу та водою. Величина індивідуального обсягу споживаного алкоголю за одиницю часу (г/кг/добу) і відсоткового співвідношення споживаного алкоголю й обсягу цільної рідини розраховується один раз на добу. На другій стадії вимушена алкоголізація проводилася шляхом уведення етанолу як єдиного джерела рідини протягом 30-ти днів. Після цього для оцінки індивідуального рівня споживання алкоголю протягом чотирьох днів клітки були знову обладнані двома пляшками (одна з водою, інша – з 15-відсотковим розчином етанолу) (Parkhomenko et al., 2007; Kovalenko et al., 2019).

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми Statistica10.0 (StatSoft, USA). При ненормальному розподілі для порівняння незалежних вибірок кількісних даних (між групами в кожен із досліджуваних днів) використовували критерій Манна-Уїтні, для порівняння зв'язаних вибірок кількісних даних – тест Вілкоксона. Дані описової статистики в тексті, на рисунках представлені у вигляді Me [25 %; 75 %] (Me – медіана; 25 % та 75 % – інтерквартильний розмах). Для оцінки значущості відмінностей між нормально розподіленими вибірками використовували критерій Стюдента. Дані в тексті представлені у вигляді $M \pm SD$ (де M – середнє арифметичне, SD – середньоквадратичне відхилення). Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався $\leq 0,05$.

Результати

Хронічна алкоголізація сприяла зміні концентрації ліпідів у крові щурів, що свідчить про помірний дестабілізуючий вплив етанолу на жировий обмін в умовах нашого експерименту. Наслідком цього є збільшення в крові алкоголізованих щурів вмісту тригліцеридів (ТГ) на 39 % ($p < 0,0001$) в експерименті I і на 51,5 % ($p < 0,001$) в експерименті II, вільних жирних кислот (ВЖК) на 15,5 % ($p < 0,0001$) в експерименті I і в експерименті II на 16,6 % ($p < 0,00001$) на фоні незмінного рівня холестеролу (Хс) (рис. 1; 2). Звертає на себе увагу підвищення рівня фосфоліпідів (ФЛ) у крові щурів, що може бути наслідком впливу на плазматичні мембрани і мембранні органели клітин такої токсичної речовини як етанол. Після припинення алкоголізації вищезазначені показники повертались до контрольних значень, що ще раз свідчить про безпосередній вплив етанолу на ліпідний обмін у щурів. Після припинення споживання етанолу у щурів спостерігалось зниження концентрації в крові ФЛ, ВЖК, ТГ порівняно з контролем, що було більш вираженим у тварин в експерименті I. У "схильних" тварин експерименту I рівень ліпідів після завершення алкоголізації був нижче, ніж у "несхильних".

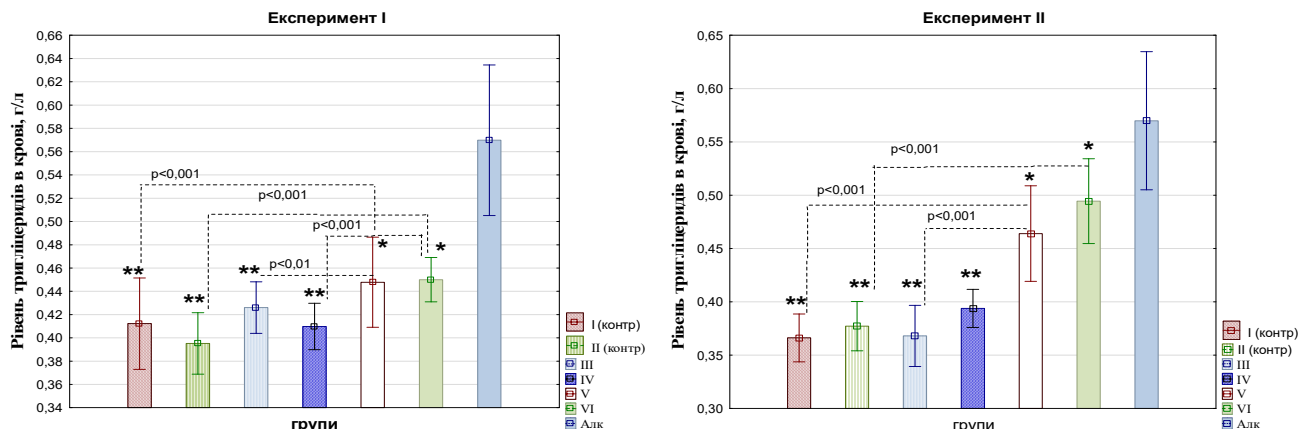


Рис. 1. Рівень тригліцеридів в крові щурів на етапах дослідження I і II (експеримент I і II) ($M \pm SD$, $n=101$)

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ – порівняно з показниками щурів під час алкоголізації.

Таким чином концентрація ФЛ у V (I) на 10,6 % ($p<0,001$) і на 8,5 % ($p<0,01$) у VI (I); концентрація ТГ більша за контроль у групах V (I) і VI (I) на 7 % ($p<0,001$), що може свідчити про деяку недосконалість компенсаторно-приспосувальних механізмів проміжного обміну у тварин цих груп (рис. 1; 2). Для тварин з експерименту II ця тенденція зберігається, але рівні ліпідів у крові були більш низькими. Вміст ФЛ, який в експерименті I у ДН "схильних" тварин був менше на 6 % ($p<0,01$), ніж у ПН, що може відображати більш високий рівень змін під впливом етанолу у цих тварин (рис. 2). Така зміна концентрації ліпідів співвідноситься з ступенем прояву поведінкових розладів викликаних прийомом етанолу. Щодо механізму, вміст тригліцеридів у крові може збільшитися в основному тільки в одному випадку – підвищеному всмоктуванні. Екзогенні тригліцериди в тонкому кишківнику емульгуються солями жовчних кислот (холатами), під дією панкреатичних і кишкових ліпаз розщеплюються до вільних жирних кислот і 2-моногліцериду, в складі міцел (вільні жирні кислоти,

холестерин, його фосфорні ефіри + жовчні кислоти) транспортуються крізь апікальну мембрану ентероциту. В ентероциті відбувається ресинтез тригліцеридів, які разом з іншими фракціями ліпідів утворюють комплекс з апопротеїнами і в такому вигляді (хіломікронів) крізь базальну мембрану ентероциту всмоктуються в лімфотичні капіляри. В кінцевому рахунку разом із лімфою вони через верхній венозний кут потрапляють в кров, а в її складі – в печінку. У залозі вони модифікуються в ліпопротеїни різної щільності, в складі яких знову потрапляють в судинну систему. Далі ліпіди використовуються на пластичні чи енергетичні потреби організму чи запасуються в жировій тканині. Як би там не було, значуще підвищення вмісту тригліцеридів в крові щурів під впливом етанолу прямо свідчить про посилення їх травлення і всмоктування в ШКТ, а непрямо – про підвищення сольобілізуючої функції жовчі (активація виділення жовчних кислот в секреті), посилення дії ліпаз травної системи, активацію ентероцитарного транспорту.

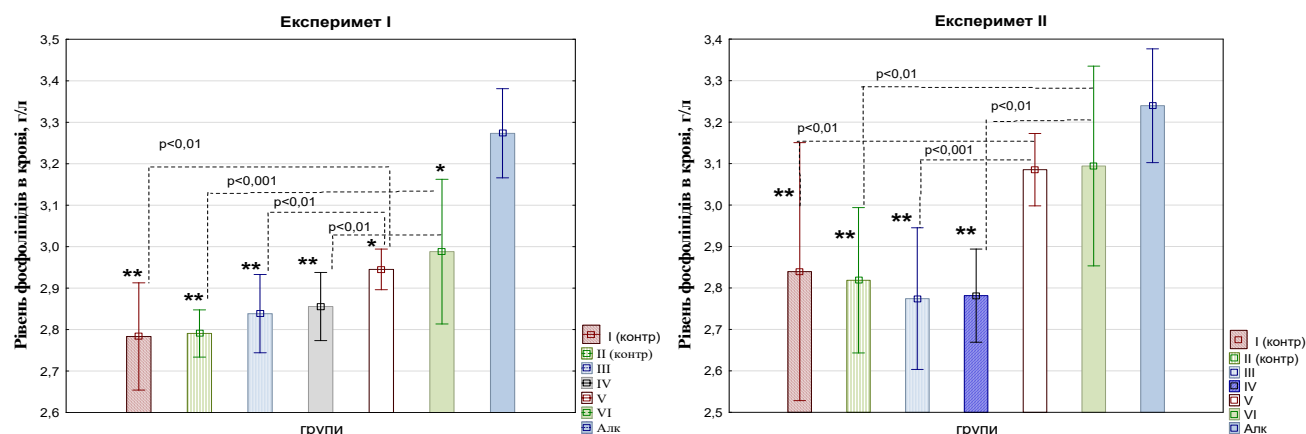


Рис. 2. Рівень фосфоліпідів у крові щурів на етапах дослідження I і II (експеримент I і II) ($M \pm SD$, $n=101$)

Примітка: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ – порівняно з показниками щурів під час алкоголізації.

Перекисне окислення ліпідів у мозку алкоголізованих щурів із різною здатністю до навчання і різною алкогольною мотивацією. Між контрольними групами I (ДН) і II (ПН) достовірних відмінностей у рівнях ТБК-активних

продуктів виявлено не було (рис. 3). На етапі дослідження I "схильні" щури, які ДН (III) мали найнижчий рівень ТБК-активних продуктів у тканинах мозку (навіть менший на 16,27 % ($p<0,001$) ніж у не алкоголізованих

тварин контрольної групи) і на 21 % менше, ніж у ПН щурів IV(I) групи ($p<0,001$). Тоді як у ПН щурів (група IV(I)) рівень ТБК-активних продуктів не відрізнявся від контролю, а "несхильні" тварини груп V (I) та VI (I) мали найвищий рівень ТБК-активних продуктів серед алкоголізованих груп, він був достовірно вищий на 30,7 % ($p<0,001$) та на 8 % ($p<0,01$) за показники "схильних"

груп III (I) та IV (I) і на 18 % ($p<0,001$) достовірно вищий за показники контрольних груп, що може свідчити про достовірно високий рівень окисного стресу в тканинах мозку тварин, які не хотіли вживати алкоголь (рис. 3). Дослідження рівня ТБК-активних продуктів у тканинах мозку щурів експерименту II виявило схожий порівняно з експеримент I ефект етанолу (рис. 3).

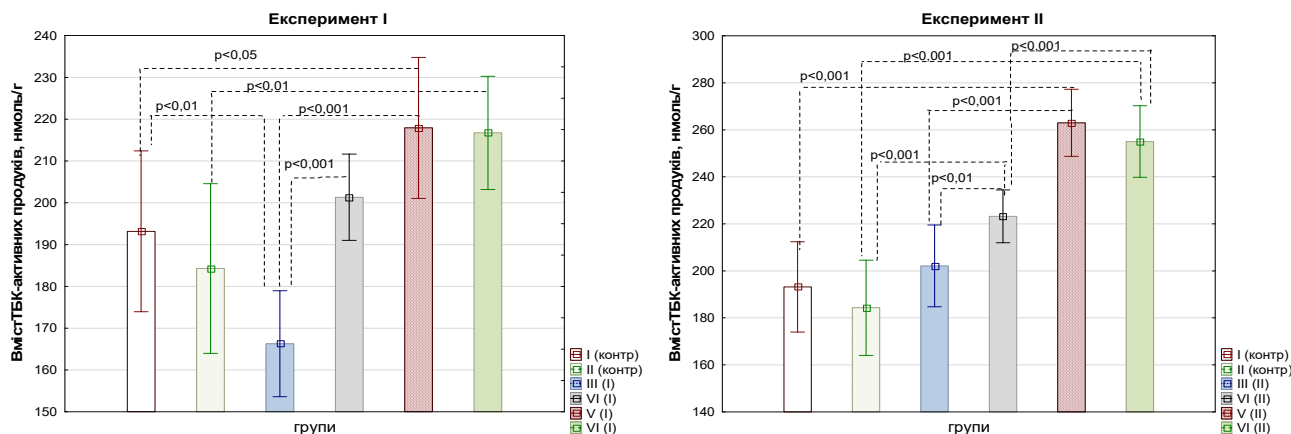


Рис. 3. Вміст ТБК-активних продуктів у гомогенатах мозку щурів експериментів I і II після впливу хронічної алкоголізації та навчання в РЛ ($M \pm SD$; $n=101$).

Порівнюючи значення ТБК-активних продуктів в експериментах I і II можна зазначити, що найбільш суттєві відмінності в цих показниках були саме у щурів із низькою алкогольною мотивацією (рівень ТБК-активних продуктів у мозку у тварин групи V (II) більше на 20,7 %, ніж у тварин групи V (I) ($p<0,001$)), а у тварин групи VI (II) більше на 18 %, ніж у тварин групи VI (I) ($p<0,001$)) (рис. 3).

Таким чином, у тварин з високою алкогольною мотивацією менш виражені процеси перекисного окислення ліпідів у тканинах мозку, особливо у тих, які успішно відтворювали УР і вживали етанол після навчання. Найвищий рівень перекисного окислення спостерігається серед щурів, які не схильні до вживання етанолу. Менш виражений вплив етанолу на тканини мозку щурів із високою алкогольною мотивацією може бути пов'язаний з більшою активністю каталази в тканинах мозку цих щурів, що сприяє швидшому метаболізму етанолу та послабленню негативного впливу продуктів його обміну (Okunieff et al., 2008). У тварин, які успішно навчалися, такий ефект може бути пов'язаний з самим процесом навчання і формуванням пам'ятного сліду в структурах нервової системи.

Отже, в результаті проведених досліджень було встановлено, що тканини мозку щурів неоднаково реагують на етанол при різній схемі поєднання процесів алкоголізації і навчання. Менш виражений вплив етанолу на тканини мозку, коли алкоголізація проводиться після навчання у тварин з високою алкогольною мотивацією ("схильних"), теоретично може бути пов'язаний з тим, що згідно з літературними даними в цих щурів спостерігається підвищена активність каталази (компонента антиоксидантної системи організму), алкогольдегідрогенази та альдегіддегідрогенази, що призводить до швидшого метаболізму етанолу, відповідно негативні впливи продуктів обміну етанолу послаблюються. "Несхильні" тварини, внаслідок слабкої роботи даних ферментів, можуть мати вищий рівень

ацетальдегіду (Calabrese et al., 2002), який можливо і призвів до підвищення рівня малонового діальдегіду. Але, коли навчання проводиться перед алкоголізацією, спостерігається виражений нейропротекторний вплив на тканини мозку – рівень ендогенної інтоксикації набагато менший. Враховуючи те, що в групі схильних до алкоголізму щурів, які мають високу здатність до навчання, рівень ТБК-активних продуктів також зменшується, можна зробити припущення, що зниження рівня ліпоперекисних процесів може бути пов'язаним з самим процесом навчання і формуванням пам'ятного сліду в структурах нервової системи. Тобто, на клітинному рівні запускаються процеси, що підвищують стійкість тканин до дії такого патогенного фактору як етанол (Okunieff et al., 2008). Але однозначно стверджувати про такі механізми без детальніших досліджень поки що неможливо.

У результаті аналізу отриманих даних можна стверджувати, що існує взаємозв'язок між рівнем поведінкової активності та рівнем ТБК-активних продуктів у мозковій тканині щурів при різних поєднаннях процесів алкоголізації та навчання. Таким чином, тварини, які погано навчалися, мали найбільший ступінь перекисного окислення в тканинах мозку. Серед них було багато щурів із вираженою алкогольною мотивацією. З іншого боку, тварини, які добре навчалися, мали менший рівень перекисного окислення після вживання алкоголю. Відмінності в кількісному і якісному складі ліпідів плазми крові пов'язані з впливом алкоголю і продуктів його метаболізму на організм тварин, і можуть бути одним з індикатором викликаних етанолом змін.

Дискусія і висновки

Хронічна алкоголізація призводить до підвищення концентрації ліпідів (тригліцеридів, вільних жирних кислот, фосфоліпідів) у крові щурів, при цьому у щурів із низькою алкогольною мотивацією рівні ліпідів у крові після завершення алкоголізації є вищими, ніж в інших щурів. Найвищий рівень перекисного окислення ліпідів

у тканинах мозку щурів характерний для щурів із низькою алкогольною мотивацією, а навчання щурів до початку алкоголізації може знижувати рівень перекисного окислення ліпідів.

Внесок авторів: Ольга Коваленко – дизайн дослідження, написання рукопису, обробка результатів, проведення дослідження, збір матеріалу для біохімічного аналізу; Тарас Лященко – участь у біохімічному аналізі, узагальнення результатів біохімічного дослідження; Микола Макачук – формулювання концепції дослідження, перегляд і редагування рукопису.

Список використаних джерел

- Грабовська С. В., & Салига Ю. Т. (2014). Залежність результатів тестів "відкрите поле" від форми арені. *Нейрофизиология*. 46(4), 417–421. http://nbuv.gov.ua/UJRN/NFL_2014_46_4_15.
- Верховна Рада України. (2006). *Про захист тварин від жорстокого поводження* (Закон України від 21.02.2006 № 3447–IV). *Відомості Верховної Ради України*, (27), 230.
- Каліман, П.А., & Оксененко, С.В. (2002). Вплив пентоксифіліну та хлориду ртуті на метаболізм ліпідів та їх перекисацію в деяких органах щурів. *Вісник проблем біології і медицини*, 5, 71–79.
- Antilla, T., Helkala, E.L., Viitanen, M., Kåreholt, I., Fratiglioni, L., Winblad, B., et al. (2004). Alcohol drinking in middle age and subsequent risk of mild cognitive impairment and dementia in old age: a prospective population based study. *British Medical Journal*, 329, 538–9.
- Barbería-Latasa, M., Gea, A., & Martínez-González, M.A. (2022). Alcohol, Drinking Pattern, and Chronic Disease. *Nutrients*, 14(9), 1954.
- Buresh, Ya., Bureshova, O., & Houston, D.P. (1991). *Methods and Basic Experiments in the Study of the Brain and Behavior*. Vysshaya Shkola.
- Cacace, S., Plescia, F., La Barbera, M., & Cannizzaro, C. (2011). Evaluation of chronic alcohol self-administration by a 3-bottle choice paradigm in adult male rats. Effects on behavioural reactivity, spatial learning and reference memory. *Behavioural Brain Research*, 219(2), 213–20.
- Calabrese, V. (2002). Regional distribution of heme oxygenase, HSP70, and glutathione in brain: relevance for endogenous oxidant/antioxidant balance and stress tolerance. V. Calabrese, G. Scapagnini, A. Ravagna et al. *J. Neurosci. Res.*, 68(1), 65–75.
- Cannady, R., Nimitvilai-Roberts, S., Jennings, S.D., Woodward, J.J., & Mulholland, P.J. (2020). Distinct region- and time-dependent functional cortical adaptations in C57BL/6J mice after short and prolonged alcohol drinking. *eNeuro* 7(3). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0077-20.2020>
- Egervari, G., Siciliano, C.A., Whiteley, E.L., & Ron D. (2021). Alcohol and the brain: from genes to circuits *Trends in Neurosciences*, 44(12). 1004–1015. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2021.09.006>
- Elizabeth S., Steigerwald, Michael, W. 2006. Miller Performance by adult rats in sensory-mediated radial arm maze tasks is not impaired and may be transiently enhanced by chronic exposure to ethanol. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 21(9), 9–1553. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1997.tb04489.x>
- Erickson, E.K., DaCosta, A.J., Mason, S.C., Blednov, Y.A., Mayfield, R.D., & Harris, R.A. (2021). Cortical astrocytes regulate ethanol consumption and intoxication in mice. *Neuropsychopharmacology*. 46, 500–508.
- European convention for protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe. – (18.03.1986). 1986.
- Frageopoulou, E., & Antonopoulou, S. (2020). The French paradox three decades later: Role of inflammation and thrombosis. *Clin. Chim. Acta*, 510, 160–169.
- Huey K, Tan, Euan, Yates, Kristen, Lilly, & Ashwin D Dhanda. (2020, Jul). Oxidative stress in alcohol-related liver disease. *World J Hepatol*. 27; 12(7), 332–349.
- Jeongeun, Hyun, Jinsol, Han, Chanbin, Lee. (2021). Myunghee Yoon and Youngmi Jung Pathophysiological Aspects of Alcohol Metabolism in the Liver Int. *J. Mol. Sci.* 22(11), 5717. <https://doi.org/10.3390/ijms22115717>
- Kovalenko, O., Bondarenko, O., Tubaltseva, I., & Makarchuk, M. (2019). Correlation between learning and alcoholization in rats. *Biologija*, 65 (2), 105–115.
- Min, You, & Gavin, E. (2019, February). Arteel Effect of ethanol on lipid metabolism. *Journal of Hepatology*, 70(2), 237–248.
- Mukamal, K.J., Kuller, L.H., Fitzpatrick, A.L., Longstreth Jr, W.T., Mittleman, M.A., & Siscovick, D.S. (2003). Prospective study of alcohol consumption and risk of dementia in older adults. *JAMA*, 289,1405–13.
- Okunieff, P. (2008). Antioxidants reduce consequences of radiation exposure. P. Okunieff, S. Swarts, P. Keng et al. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 614, 165–178.
- Parkhomenko, Yu.M., Donchenko, G.V., Pylypchuk, S.Yu., Stepanenko, S.P., Chekhovskaia, L.I., & Klimenko, E.P. (2007). Characteristic metabolic disturbances in the rat tissues caused by long-term use of alcohol. *Ukr Biokhim Zh.*, 79(3), 61–9.
- Reynolds, K, Lewis, B, Nolen, J.D., Kinney, G.L., Sathya B., & He, J. (2003). Alcohol consumption and risk of stroke: a meta-analysis. *JAMA*, 289(5), 579–88.

Stalnaya, I. D. Method for determining malondialdehyde using thiobarbituric acid / I. D. Stalnaya, T. G. (1977). Garshvili. *Modern methods in biochemistry*. Ed. V. I. Orekhovich. Medicine, 66–68.

Suzuki, K., Elkind, M.S.V., Boden-Albala, B., Jin, Z., Berry, G., Di Tullio, M.R., et al. (2009). Moderate alcohol consumption is associated with better endothelial function: a cross sectional study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 9, 8.

Tsermpini, E.E., Plemenitaš, Ilješ, A., & Dolžan, V. (2022). Alcohol-Induced Oxidative Stress and the Role of Antioxidants in Alcohol Use Disorder: A Systematic Review. *Antioxidants*, 11 (7), 1374. <https://doi.org/10.3390/antiox11071374>

You, M., & Arteel, G. E. (2019, February). Effect of ethanol on lipid metabolism. *Journal of Hepatology*, 70(2), 237–248.

References

- Antilla, T., Helkala, E.L., Viitanen, M., Kåreholt, I., Fratiglioni, L., Winblad, B., et al. (2004). Alcohol drinking in middle age and subsequent risk of mild cognitive impairment and dementia in old age: a prospective population based study. *British Medical Journal*, 329, 538–9.
- Barbería-Latasa, M., Gea, A., & Martínez-González, M.A. (2022). Alcohol, Drinking Pattern, and Chronic Disease. *Nutrients*, 14(9), 1954.
- Buresh, Ya., Bureshova, O., & Houston, D.P. (1991). *Methods and Basic Experiments in the Study of the Brain and Behavior*. Vysshaya Shkola.
- Cacace, S., Plescia, F., La Barbera, M., & Cannizzaro, C. (2011). Evaluation of chronic alcohol self-administration by a 3-bottle choice paradigm in adult male rats. Effects on behavioural reactivity, spatial learning and reference memory. *Behavioural Brain Research*, 219(2), 213–20.
- Calabrese, V. (2002). Regional distribution of heme oxygenase, HSP70, and glutathione in brain: relevance for endogenous oxidant/antioxidant balance and stress tolerance. V. Calabrese, G. Scapagnini, A. Ravagna et al. *J. Neurosci. Res.*, 68(1), 65–75.
- Cannady, R., Nimitvilai-Roberts, S., Jennings, S.D., Woodward, J.J., & Mulholland, P.J. (2020). Distinct region- and time-dependent functional cortical adaptations in C57BL/6J mice after short and prolonged alcohol drinking. *eNeuro* 7(3). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0077-20.2020>
- Egervari, G., Siciliano, C.A., Whiteley, E.L., & Ron D. (2021). Alcohol and the brain: from genes to circuits *Trends in Neurosciences*, 44(12). 1004–1015. <http://doi.org/10.1016/j.tins.2021.09.006>
- Elizabeth S., Steigerwald, Michael, W. 2006. Miller Performance by adult rats in sensory-mediated radial arm maze tasks is not impaired and may be transiently enhanced by chronic exposure to ethanol. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, 21(9), 9–1553. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.1997.tb04489.x>
- Erickson, E.K., DaCosta, A.J., Mason, S.C., Blednov, Y.A., Mayfield, R.D., & Harris, R.A. (2021). Cortical astrocytes regulate ethanol consumption and intoxication in mice. *Neuropsychopharmacology*. 46, 500–508.
- European convention for protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe. – (18.03.1986). 1986.
- Frageopoulou, E., & Antonopoulou, S. (2020). The French paradox three decades later: Role of inflammation and thrombosis. *Clin. Chim. Acta*, 510, 160–169.
- Grabovska, S.V., & Saliga, Yu.T. (2014). Dependence of the results of the "open field" tests on the shape of the arena. *Neurophysiology*, 46(4). 417–421 [in Ukrainian]. http://nbuv.gov.ua/UJRN/NFL_2014_46_4_15
- Huey K, Tan, Euan, Yates, Kristen, Lilly, & Ashwin D Dhanda. (2020, Jul). Oxidative stress in alcohol-related liver disease. *World J Hepatol*. 27; 12(7), 332–349.
- Jeongeun, H., Jinsol, H., & Chanbin, L. (2021). Myunghee Yoon and Youngmi Jung Pathophysiological Aspects of Alcohol Metabolism in the Liver Int. *J. Mol. Sci.* 22(11), 5717. <https://doi.org/10.3390/ijms22115717>
- Kaliman, S.V. & Oksenenko, S.V. (2002). Effect of pentoxifylline and mercuric chloride on lipid metabolism and their peroxidation in some organs of rats. *Herald of problems of biology and medicine*, 5, 71–79 [in Ukrainian].
- Kovalenko, O., Bondarenko, O., Tubaltseva, I., & Makarchuk, M. (2019). Correlation between learning and alcoholization in rats. *Biologija*, 65 (2), 105–115.
- Min, You, & Gavin, E. (2019, February). Arteel Effect of ethanol on lipid metabolism. *Journal of Hepatology*, 70(2), 237–248.
- Mukamal, K.J., Kuller, L.H., Fitzpatrick, A.L., Longstreth Jr, W.T., Mittleman, M.A., & Siscovick, D.S. (2003). Prospective study of alcohol consumption and risk of dementia in older adults. *JAMA*, 289,1405–13.
- Okunieff, P. (2008). Antioxidants reduce consequences of radiation exposure. P. Okunieff, S. Swarts, P. Keng et al. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 614, 165–178.
- Parkhomenko, Yu.M., Donchenko, G.V., Pylypchuk, S.Yu., Stepanenko, S.P., Chekhovskaia, L.I., & Klimenko, E.P. (2007). Characteristic metabolic disturbances in the rat tissues caused by long-term use of alcohol. *Ukr Biokhim Zh.*, 79(3), 61–9.
- Reynolds, K, Lewis, B, Nolen, J.D., Kinney, G.L., Sathya B., & He, J. (2003). Alcohol consumption and risk of stroke: a meta-analysis. *JAMA*, 289(5), 579–88.
- Stalnaya, I. D. Method for determining malondialdehyde using thiobarbituric acid / I. D. Stalnaya, T. G. (1977). Garshvili. *Modern methods in biochemistry*. Ed. V. I. Orekhovich. Medicine, 66–68.

Suzuki, K., Elkind, M.S.V., Boden-Albala, B., Jin, Z., Berry, G., Di Tullio, M.R., et al. (2009). Moderate alcohol consumption is associated with better endothelial function: a cross sectional study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 9, 8.

Tsermpini, E.E., Plemenitaš, Iješ, A., & Dolžan, V. (2022). Alcohol-Induced Oxidative Stress and the Role of Antioxidants in Alcohol Use Disorder: A Systematic Review. *Antioxidants*, 11 (7), 1374. doi.org/10.3390/antiox11071374

Verkhovna Rada of Ukraine. (2006). *On the Protection of Animals from Cruelty* (Law of Ukraine, February 21, 2006 No. 3447-IV). *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, (27), 230 [in Ukrainian].

You, M., & Arteel, G. E. (2019, February). Effect of ethanol on lipid metabolism. *Journal of Hepatology*, 70(2), 237–248.

Отримано редакцією журналу / Received: 06.03.24

Прорецензовано / Revised: 07.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 07.03.24

Olga KOVALENKO, Assist.

ORCID ID: 0009-0007-2044-4660

e-mail: Olga_Kovalenko1@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Taras LIASHCHENKO, PhD (Biol.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0009-0006-3400-5418

e-mail: taras.lyashchenko@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Mykola MAKARCHUK, DSc (Biol.), Prof.

ORCID ID: 0000-0002-0982-3463.

e-mail: makarchuk_mykola@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

THE EFFECT OF ALCOHOL ON BLOOD LIPID COMPOSITION AND LIPOPEROXIDATION PROCESSES IN BRAIN TISSUE OF RATS WITH DIFFERENT ALCOHOL MOTIVATION AND DIFFERENT LEARNING ABILITY

Background. Alcohol, as a factor of negative influence on the organism, induces metabolic changes and may affect cognitive task performance, as nervous tissue is particularly sensitive to ethanol exposure. This sensitivity is manifested through oxidative processes in the brain and alterations in lipid metabolism. The study investigated the sensitivity of oxidative processes in brain tissue and changes in the blood lipid spectrum under the influence of ethanol with different combinations of alcoholization and training in rats.

Methods. Male rats aged three to five months were used in the study. Learning ability was assessed in the radial maze. The impact of ethanol on metabolic processes was evaluated by determining the lipid levels in blood plasma using thin-layer chromatography. The effect of ethanol and training on brain tissues was examined by determining the amount of malondialdehyde in rat brain tissues spectrophotometrically using the 2-thiobarbituric acid test.

Results. Unequal lipoperoxidative reactivity of rat brain tissues with different alcohol motivations was demonstrated under various combinations of ethanol and training. Rats showing no preference for alcohol exhibited higher lipoperoxidative reactivity, especially those that performed poorly in learning and consumed ethanol after training. Animals that learned well had a lower level of peroxide oxidation after alcohol consumption. Rats preferring alcohol demonstrated the lowest degree of peroxide oxidation in brain tissues.

Conclusions. Chronic alcoholism led to alterations in the lipid concentration in the rats' blood, indicating a moderate destabilizing effect of ethanol on lipid metabolism under the conditions of our experiment. High levels of lipid peroxidation in rat brain tissues are characteristic of rats with low alcohol motivation, while training rat prior to the onset of alcoholism may reduce the level of lipid peroxidation.

Keywords: lipid metabolism, lipid peroxidation, alcohol motivation, learning, rats.

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The author declares no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.

УДК 5957:591.163]:537.312.6

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.15-23>

Ганна КАРАМАН¹, асп.
ORCID ID: 0000-0002-3802-0512
e-mail: hannahkaraman90@gmail.com

Олександр ВАЙСЕРМАН², д-р мед. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0003-0597-0439
e-mail: vaiserman@geront.kiev.ua

Катерина АФАНАСЬЄВА¹, д-р біол. наук
ORCID ID: 0000-0002-1349-2767
e-mail: aphon@ukr.net

Андрій СИВОЛОБ¹, д-р біол. наук, проф.
ORCID ID: 0000-0002-7306-0763
e-mail: asivolob@gmail.com

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
²Державна установа "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України", Київ, Україна

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ЛИЧИНКОВОЇ СТАДІЇ РОЗВИТКУ НА ЕКСПРЕСІЮ ГЕНІВ *HSP70*, *INR*, *SIRT1*, *MTOR* ТА *FOXO* У САМЦІВ І САМОК *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Вступ. Незважаючи на прогрес у розумінні явища старіння, ключові фактори, що впливають на цей процес, залишаються недостатньо вивченими. Старіння, як генетично запрограмована сукупність подій, веде до структурних та функціональних змін, що скорочують тривалість життя організму. Актуальність дослідження полягає у розширенні розуміння впливу факторів оточуючого середовища, зокрема температури, на ранніх етапах розвитку на тривалість життя дорослих особин, використовуючи *Drosophila melanogaster* як модельний об'єкт. Метою роботи було визначення та аналіз рівня експресії генів, асоційованих із тривалістю життя у *D. melanogaster* – *Hsp70*, *InR*, *Sirt1*, *mTor* та *foxo* – у мух, вивчених за різних температур личинкової стадії розвитку.

Методи. Личинок утримували за різних температур, після чого у дорослих мух визначали рівень експресії генів за допомогою кількісної ПЛР з детекцією результатів у режимі реального часу. Відносний рівень експресії розраховували за допомогою методу $2^{-\Delta\Delta Ct}$. Статистична достовірність отриманих даних була оцінена за допомогою ANOVA-тесту з подальшим апостеріорним парним множинним порівнянням Tukey's HSD. Відмінності вважалися значущими при $p < 0,05$.

Результати. Температура личинкової стадії розвитку статистично достовірно не впливала на експресію генів самців імаго. Водночас, для самок спостерігалось суттєве статистично достовірне підвищення експресії генів *Hsp70*, *InR*, *Sirt1* та *mTor* у особин, личинковий розвиток яких проходить за температури 20°C та 30°C, порівняно з контролем 25°C.

Висновки. Підвищений рівень експресії досліджених нами генів під впливом критичних температурних умов свідчить про індукцію генералізованої стресової відповіді, яка не корелювала зі збільшенням тривалості життя. Виявлення статеві відмінності у патернах генної експресії вимагають подальшого дослідження з метою розкриття молекулярних механізмів, що лежать в її основі.

Ключові слова: тривалість життя, *Drosophila melanogaster*, личинкова стадія розвитку, температура, експресія.

Вступ

Незважаючи на численні дослідження процесу старіння, питання, щодо ключових факторів, які на цей процес впливають, досі не знайшли чітких відповідей (Molon et al., 2020). Старіння можна визначити як сукупність подій, які запрограмовані генетично і призводять до смерті організму через структурні та функціональні зміни (Ayar et al., 2011).

Дослідження в галузі біogerонтології традиційно зосереджені на пізніх стадіях життя. Однак є дані, які свідчать про те, що швидкість вікового зниження функціональних можливостей і тривалість життя можуть бути обумовлені харчуванням та іншими факторами навколишнього середовища під час розвитку (de Magalhães, 2012; Monaghan, & Haussmann, 2015; Vaiserman, 2014; Vaiserman, 2015; Vaiserman, Koliada, & Lushchak, 2018; Walker, 2011). Розвиток – це процес росту та диференціації організму від ранніх стадій до зрілої форми, який проходить крізь різноманітні зміни в структурі, функціях та поведінці. Накопичені дані свідчать про те, що організм надзвичайно чутливий до сигналів навколишнього середовища на ранніх стадіях розвитку (критичні вікна),

результати яких впливають на подальші етапи життєвого циклу (Vaiserman, Koliada, & Lushchak, 2018). Цей тип пластичності вважається дуже цінним, оскільки дозволяє організмам з однаковим генотипом генерувати різні фенотипи, які краще пристосовані до різних умов навколишнього середовища (Bateson, 2015; Projecto-Garcia, Biddle, & Ragsdale, 2017; Vaiserman, Koliada, & Lushchak, 2018). Ці процеси зазвичай називають "програмуванням розвитку", ідея якого полягає в тому, що "стимул, застосований під час критичного або чутливого періоду розвитку, може мати довготривалий або стійкий вплив на структуру або функцію організму" (Lucas, 1998). Критичні періоди розвитку характеризуються підвищеною швидкістю проліферації клітин у тканинах, що розвиваються, і високим ступенем пластичності (Hochberg et al., 2011; Vaiserman, Koliada, & Lushchak, 2018).

Плодова мушка, *Drosophila melanogaster*, є одним із найбільш часто використовуваних модельних організмів для вивчення старіння і, вважається, що вона є придатною моделлю для вивчення "програмування розвитку". Незважаючи на відмінності в онтогенезі між

мухами і людиною, плодова мушка зазнає значних змін під час розвитку, у тому числі метаморфоз, що супроводжується проліферацією і диференціацією клітин. Доросла плодова мушка переважно постмітотична, що робить її ідеальною для вивчення старіння клітин без впливу нових клітин, які здатні до поділу (Rogina, 2011). У зв'язку з цим основні епігенетичні зміни у плодових мушок відбуваються на стадії розвитку, коли епігеном характеризується підвищеною чутливістю до впливу факторів оточуючого середовища. Це забезпечує адаптацію комах до змін навколишнього середовища. А після метаморфозу, коли організм стає постмітотичним, механізми епігенетичної регуляції кардинально змінюються. Тому, особливості онтогенезу плодової мушки роблять її корисною моделлю для вивчення епігенетичних механізмів, що лежать в основі програмування розвитку (Vaiserman, Koliada, & Zabuga, 2014).

У дослідженнях Економоса і Лінтса (1984–1985) було виявлено, що мушки, які проходили личинкову стадію розвитку за низьких температур, мали збільшені розміри тіла та підвищену тривалість життя порівняно з тими, що розвивалися за звичайних температурних умов. Низькі температури можуть впливати на різноманітні біологічні процеси у *Drosophila*, зокрема, на метаболізм і розвиток мух. Серед механізмів, які можуть сприяти подовженню тривалості життя при личинковому розвитку за низьких температур, може бути синтез білків теплового шоку та антиоксидантних ферментів; зміна розмірів тіла за рахунок модифікації темпу розвитку; варіація кількості та розмірів субклітинних органел, а також сповільнення метаболічних процесів та зменшення енергетичних витрат. Всі ці механізми можуть сприяти підвищенню витривалості до голодування шляхом накопичення більшого об'єму жиру в дорослих особин. Зміни, які відбуваються на етапах личинкового розвитку, можуть призвести до тривалого підвищення стійкості дорослих особин до впливу стресових чинників і, таким чином, впливати на їхню тривалість життя (Караман, 2018).

У нашій попередній роботі (Караман та ін. 2018) було досліджено вплив температури на стадії розвитку та тривалість життя *D. melanogaster*. Дослідження проводили з використанням лінії дикого типу *Oregon-R*. Личинки і лялечки утримували за різних температур від 20°C до 30°C, тоді як імаго утримували при постійній температурі 25°C. Вимірювали тривалість розвитку від яйця до імаго і вагу особин та реєстрували середню і максимальну тривалість життя мух. Результати показали нелінійну залежність між температурою і тривалістю розвитку: зниження температури з 27,5°C до 20,0°C збільшило тривалість розвитку в 1,7 рази. Встановлено, що максимальна вага мух спостерігалася при температурі розвитку 22,5°C. За зниження температури від 22,5°C до 20,0°C вага мух зменшувалася, і при підвищенні температури до 30,0°C також спостерігалася зменшення ваги. Середня та максимальна тривалість життя мух була найвищою за температури розвитку 22,5°C, за температури 20,0°C і вище 22,5°C тривалість життя мух суттєво зменшувалася, найнижчою виживаність була при температурі 30,0°C. Таким чином, температура на личинковій стадії розвитку достовірно впливає на тривалість розвитку, вагу та тривалість життя *D. melanogaster*. Наявний фізіологічний оптимум температури розвитку, при якому тривалість життя досягає максимальних значень, можливо, пов'язаний із тим, що при оптимальних температурних умовах роз-

виток дрозофіл проходить найбільш повноцінно, що призводить до високої життєздатності організму.

Для перевірки можливого зв'язку спостережуваних ефектів зі змінами у регуляції генів, які асоціюються зі старінням та тривалістю життя, у цій роботі ми визначали рівень експресії генів *Hsp70* (під геном *Hsp70* тут і далі мається на увазі його варіант *Hsp70Aa*), *InR*, *Sirt1*, *mTor* та *foxo*. Ген *Hsp70* (*heat shock protein 70 Aa*) (FlyBase ID: FBgn0013275) кодує білок теплового шоку з молекулярною вагою 70 kD, що належить до надсімейства висококонсервативних молекулярних шаперонів. Ген *InR* (*insulin/IGF tyrosine kinase receptor*) (FlyBase ID: FBgn0283499) кодує тирозинкіназний рецептор, який є гомологом рецепторів інсуліну та *IGF-1* (*insulin-like growth factor 1 receptor*) у ссавців і регулює такі ознаки, як розвиток, ріст, метаболізм, розмноження, старіння, сон, поведінку та діапаузу у мух (Tatar, 2021). *Drosophila Sirt1* (FlyBase ID: FBgn0024291) кодує білки silent information regulator proteins. Вони є членами висококонсервативного сімейства білків, які діють як нікотинамід-аденіндинуклеотид (НАД⁺)-залежні протеїндацетилази або моно-АДФ-рибозилтрансферази. Сиртуїни в багатоклітинних організмах пов'язані з багатьма фізіологічними процесами: метаболізм, реакція на стрес, виживання клітин, реплікативне старіння, запалення, циркадні ритми, нейродегенерація та інші (Frankel, Ziafazeli, & Rogina, 2011). Ген мішені рапаміцину дрозофіли (*mTor*, *mechanistic target of rapamycin*) (FlyBase ID: FBgn0021796) кодує протеїнкіназу, яка регулює чутливість до поживних речовин, синтез білка, метаболізм для підтримки гомеостазу та контролює реакції на стрес і старіння. Шлях TOR тісно взаємодіє з сигнальним шляхом інсуліну/інсуліноподібного фактору росту (Igf) (Eleftherianos, & Castillo, 2012). Фактори транскрипції *Drosophila Forkhead Box O* (*foxo*) (FlyBase ID: FBgn0038197) контролюють численні ознаки (регуляцію клітинного циклу, загибель клітин, ріст і метаболізм) як на рівні організму, так і на клітинному рівні. Крім того, *foxo* беруть участь у модуляції сигнального шляху інсуліну. Вони проявляють чутливість до клітинних стресів і є важливими для старіння, даючи суттєвий внесок у цей процес в еволюційно консервативний спосіб (Alic et al., 2014). Ці гени були обрані, оскільки, як відомо з численних досліджень, вони пов'язані з тривалістю життя, старінням і реакцією на стрес у *D. melanogaster* та інших модельних організмів. Також, згідно з біоінформатичним онлайн-ресурсом FlyBase, всі ці гени залучені до такого важливого біологічного процесу, як "відповідь на стимулюючий вплив". У даному дослідженні було визначено та проаналізовано рівні експресії вищеписаних генів у дорослих мух, вирощених за різних температур на личинковій стадії розвитку, яка суттєво впливає на тривалість життя імаго (Sarup, Sorensen, & Loeschcke, 2014; Tatar et al., 2001; Frankel, Ziafazeli, & Rogina, 2011; Kapahi et al., 2004; Hwangbo et al., 2004).

Методи

Умови утримання мух та всі особливості постановки експерименту були детально описані в нашому попередньому дослідженні (Караман та ін. 2018).

Виділення РНК та синтез кДНК. Тотальну клітинну РНК виділяли зі зразків гомогенізованих мух (по чотири зразки на групу; п'ять мух на зразок), віком 10–14 діб після вилуплення, за допомогою набору для екстракції РНК "РИБО-Сорб" ("ІнтерЛабСервіс") згідно з протоколом виробника. Концентрацію РНК визначали на спектрофотометрі "NanoDrop ND-1000" ("NanoDrop Technologies Inc.", США). Співвідношення

A260/A280 у зразках РНК становило 1,8-2,0. Для проведення реакції зворотної транскрипції використовували набір "REVERTA-L" ("ІнтерЛабСервіс"). Одноланцюгову кДНК синтезували з 1 µg тотальної РНК, попередньо обробленої набором реактивів. Синтез відбувався при 37°C протягом 30 хв на термоциклері "Veriti" ("Applied Biosystems", США).

Кількісна ПЛР у реальному часі. Для ПЛР-аналізу були підібрані праймери, специфічні до послідовностей досліджуваних нами генів: *Hsp70*, *InR*, *Sirt1*, *mTor* та *foxo*. В якості гена ендogenous контролю та для

визначення відносного рівня експресії використовувався ген "домашнього господарства" *Gapdh2* (гліцеральдегід-3-фосфатдегідрогеназа). Послідовності праймерів *Gapdh2*, *Hsp70*, *InR* та *Sirt1* були сконструйовані з використанням "PrimerExpress Software v3.0" ("Applied Biosystems", США), а послідовності праймерів *foxo*, *mTor* були синтезовані українською компанією "Ukrainian Genetic Technologies", як описано в Chattopadhyay et al. 2017. Послідовності праймерів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Послідовності праймерів для кількісної ПЛР у реальному часі

Ген	Прямий праймер	Зворотний праймер
<i>Gapdh2</i>	CGT TCA TGC CAC CAC CGC TA	CAA CGT CCA TCA CGC CAC AA
<i>Hsp70</i>	CTG GGC ACC ACC TAC TCC T	GCG TTC CGA GTC TGT GAA A
<i>InR</i>	CGG AAA ACG AAA CCC AAC T	GGC AGA GTT TGC TGT TCC A
<i>Sirt1</i>	GTC GGA CAA CGA TGA TTG C	ACT GTC GCT CGC TCT CTG A
<i>foxo</i>	TTC GCT TGC GGT TAA AAG CC	GGG CCT CAA AAG ATC ACT GC
<i>mTor</i>	CAC CGA CTT CCA GAC GGA AA	CAC TGG CAG AGG TTC TCG TT

Аналіз рівня експресії генів проводився за допомогою ПЛР у реальному часі на приладі "7500 Real-Time PCR System" ("Applied Biosystems", США) з використанням "MasterMix з інтеркалюючим флуоресцентним барвником SYBR Green та референсним барвником ROX" ("Ukrainian Genetic Technologies", Україна). Кінцевий об'єм реакційної ПЛР-суміші складав 20 мкл, що містила 1U Taq полімерази із гарячим стартом, 1 мМ дНТФ, 0,5 мМ MgCl₂, по 0,5 мкМ зворотних і прямих праймерів та 100 нг кДНК. Кожну реакцію проводили у трьох повторах і кожний повтор в триплетах. Реакції ампліфікації проводили за наступних температурних режимів: ініціююча денатурація при 95°C – 5 хв, накопичення ампліфікаційного продукту протягом 50 циклів (денатурація: 94°C – 3 с, відпал праймерів: 58°C – 6 с і синтез: 72°C – 27 с) та фінальної полімеризації при 72°C протягом 3 хв. Як негативний контроль було використано зразки без додавання кДНК. Ефективність ампліфікації, яка складала 88-94 %, визначали за допомогою стандартного методу серійних розведень. Значення відносного рівня експресії розраховували за стандартним методом $\Delta\Delta Ct$.

Статистичний аналіз. Усі дані були підпорядковані нормальному розподілу, що було перевірено методом Шапіро-Уїлка. Отримані дані про відносну експресію генів були зведені до нормального розподілу за допомогою

логарифмічного перетворення і проаналізовані за допомогою односпрямованого дисперсійного аналізу (one-way ANOVA) із пост-тестом Тукея (Tukey's HSD) (Ganger, Dietz, & Ewing, 2017). Всі розрахунки були виконані в середовищі програмування "Python" з використанням статистичних бібліотек numpy версії 1.26.1, statsmodels версії 0.14.1 та scipy версії 1.11.1. Візуалізації (рис. 1) були створені за допомогою бібліотеки plotly версії 2.27.0. Відмінності вважалися значущими при $p < 0,05$.

Результати

Отримані результати аналізу відносного рівня експресії генів *Hsp70*, *InR*, *Sirt1*, *mTor* та *foxo*, асоційованих з тривалістю життя у *D. melanogaster*, показали різний ефект впливу аналізованого нами стимулу, а саме: температури личинкової стадії розвитку, на самців і самок. Дисперсійний аналіз (табл. 2) продемонстрував, що у самців взагалі не спостерігалось статистично достовірної зміни експресії генів у відповідь на зміну температури, в той час як для самок вона була ідентифікована. Той самий висновок можна зробити на підставі попарних порівнянь рівнів експресії з контролем (личинковий розвиток за 25°C, рис. 1): у самок, личинковий розвиток яких проходив за температури 20,0°C та 30,0°C, спостерігалось суттєве достовірне підвищення експресії генів *Hsp70*, *InR*, *Sirt1* та *mTor* порівняно з контролем.

Таблиця 2

Результат ANOVA-тесту* для оцінки впливу стимулу (температура личинкового розвитку) на рівень експресії генів, асоційованих з тривалістю життя у самців і самок *D. melanogaster*.

Назва гена	Самки		Самці	
	F-критерій	p-значення	F-критерій	p-значення
<i>Hsp70</i>	15,322285	0,000035	0,844794	0,51835
<i>InR</i>	35,356441	1,796375e-07	2,373333	0,098778
<i>Sirt1</i>	8,268449	0,000991	2,846386	0,061295
<i>foxo</i>	5,861191	0,004792	0,519448	0,722849
<i>mTor</i>	6,805302	0,002485	2,160969	0,123278

* – дисперсійний статистичний тест ANOVA базується на аналізі варіацій даних всередині груп та між групами, дозволяючи оцінити, наскільки групові середні відрізняються одна від одної, порівняно з варіацією всередині кожної групи. Результат тесту допомагає визначити, чи є різниця між групами випадковою або таку різницю можна пояснити впливом досліджуваного фактора.

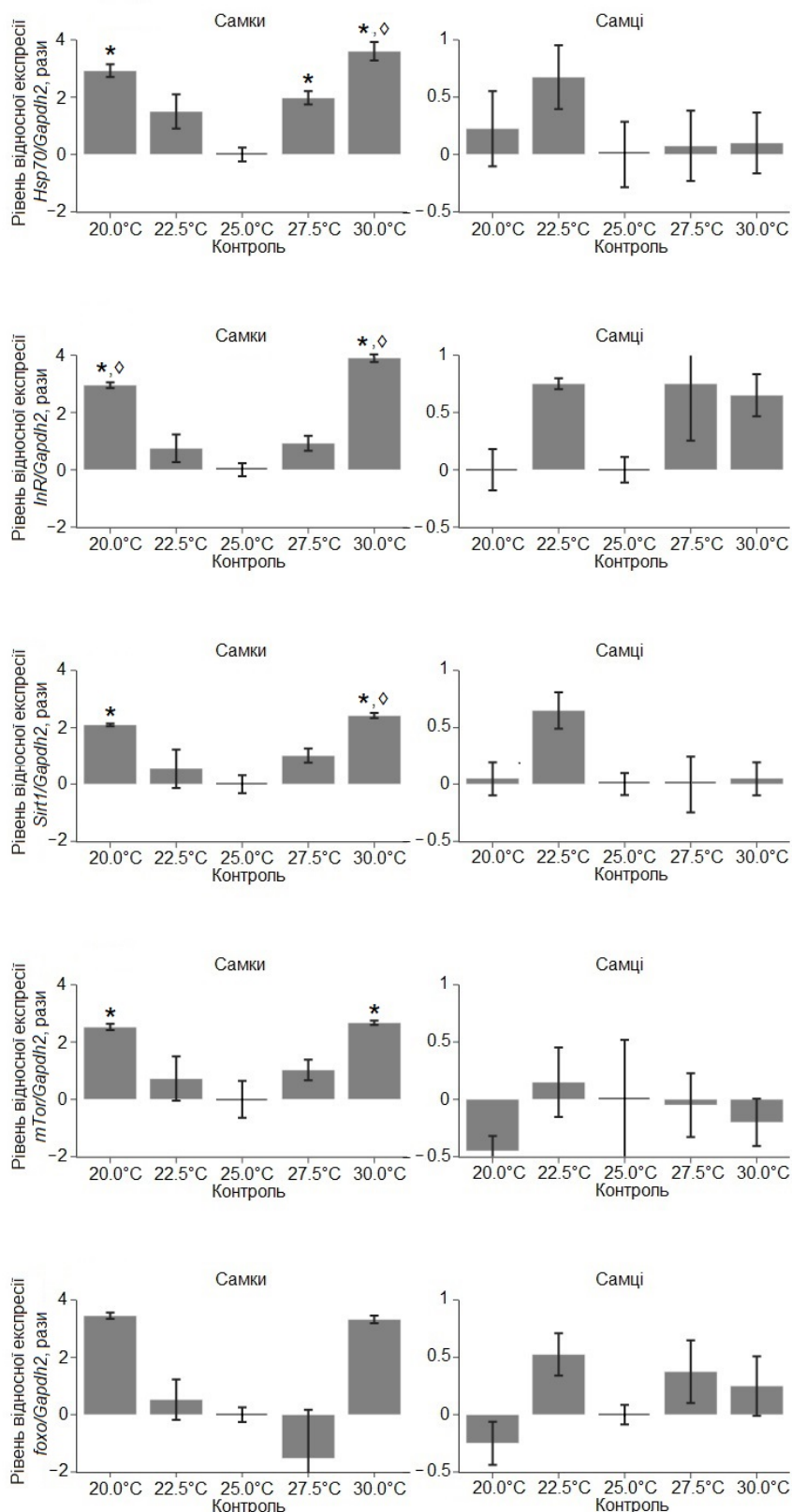


Рис. 1. Рівень відносної експресії генів *Hsp70*, *InR*, *Sirt1*, *mTor* та *foxo*, асоційованих з тривалістю життя у самців і самок *D. melanogaster*, личинки і лялечки яких на стадії розвитку утримували за різної температури: 20,0; 22,5; 25,0; 27,5 і 30,0°C. Всі дані зображено як середнє значення, нормалізоване шляхом логарифмічного перетворення. Погіршеність продемонстрована у вигляді стандартної похибки

Примітка: * – $p < 0,05$ порівняно з контрольною групою, розвиток якої проходив при 25,0°C (Tukey HSD апостеріорний тест); ◇ – $p < 0,05$ порівняно з групою 22,5°C (Tukey HSD апостеріорний тест).

Згідно з тестом TukeyHSD, у самок, личинковий розвиток яких проходив при 20°C, рівень експресії гена *Hsp70* підвищувався у 2,9 ($\pm 0,22$) рази ($p=0,0003$), гена *InR* у 2,95 ($\pm 0,1$) рази ($p<0,001$), гена *Sirt1* у 2,1 ($\pm 0,04$) рази ($p=0,0063$) та гена *mTor* у 2,5 ($\pm 0,11$) рази ($p=0,0154$). У випадку, коли личинкова стадія здійснювалась за 30°C, підвищення рівня експресії спостерігалось для гена *Hsp70* у 3,6 ($\pm 0,32$) рази ($p<0,001$), для *InR* у 3,9 ($\pm 0,14$) рази ($p<0,001$), для *Sirt1* у 2,4 ($\pm 0,09$) рази ($p=0,0018$) та *mTor* у 2,7 ($\pm 0,08$) рази ($p=0,0101$). Крім того, при порівнянні контролю та групи особин, личинковий розвиток яких проходив при 27,5°C, показано достовірне збільшення експресії для гена *Hsp70* у 1,98 ($\pm 0,23$) рази, $p=0,0096$). Порівняння групи особин, личинковий розвиток яких проходив при 22,5°C, з групою особин, личинковий розвиток яких проходив при 30°C, показало достовірне збільшення експресії для генів *Hsp70*, *InR* та *Sirt1*. Зміни рівня експресії гена *foxo* виявились статистично недостовірними.

Таким чином, у результаті нашого експерименту виявлено відмінну реакцію рівнів експресії досліджених генів на температуру, за якою утримувались личинки та лялечки, між самцями та самками. У самців не виявлено жодної зміни у експресії аналізованих генів порівняно з контрольною групою (25°C), тоді як у самок спостерігалася зміна експресії генів *Hsp70*, *InR*, *Sirt1* та *mTor* різного ступеня для більш низьких або більш високих температур. Для гена *foxo*, статистично значущі відмінності не спостерігались – статистичні показники мали межові значення (p на рівні 0,06 – 0,08). Подібні результати, але на самцях, були отримані в нашому попередньому дослідженні при личинковому розвитку за умов перенаселення (Lushchak et al., 2018), де ми продемонстрували підвищення рівня експресії генів *InR*, *mTor*, *Sirt1* та *foxo*, в той час як для гена *Hsp70* ми спостерігали межові статистичні показники.

Стресостійкість у плодових мушок досліджувалася широко, і загалом вважається, що самки виявляють вищий рівень стійкості до різних видів стресу порівняно із самцями (Pomatto, Tower, & Davies., 2017). Зокрема, кілька досліджень зафіксували кращу стійкість самок до голодування (Chandegra et al., 2017; Chauhan, Anis, & Chauhan, 2021). Однак щодо стійкості до окислювального стресу отримані дещо протирічні результати. Хоча деякі дослідження вказують на вищий рівень стійкості самок до окислювального стресу (Niveditha et al., 2017), інші, проведені на кількох штаммах, не виявили суттєвих розбіжностей (Lin et al., 2023).

Часткове підвищення стресостійкості у самок порівняно із самцями може бути пов'язане з їхнім більшим розміром (і більшою кількістю клітин), що потенційно забезпечує більші запаси поживних речовин. Крім того, ця різниця може бути, принаймні частково, пов'язана з більшою кількістю копій генів, розташованих на X-хромосомі, у самок порівняно із самцями (Pomatto, Tower, & Davies., 2017).

Гени, обрані нами для аналізу рівня експресії, є одними з ключових елементів у низці консервативних сигнальних каскадів, чутливих до стресу та нутрієнтів. Ці сигнальні шляхи тісно взаємопов'язані один з одним через безпосередні чи опосередковані взаємодії, тим самим формуючи складну мережу кооперацій, що відіграє ключову роль у регуляції клітинної відповіді на зовнішні та внутрішні впливи.

Біохімічні та протекторні властивості білка теплового шоку 70 вказують на його потенційну роль як критично важливого фактору, що модулює тривалість життя

організму. Накопичення *Hsp70*, що спостерігається в м'язах дрозофіли з віком і в скелетних м'язах старих щурів, вказує на тканинно-специфічний, селективний механізм накопичення, який потенційно сприяє подовженню тривалості життя (Wheeler, King, & Tower, 1999). Однак було виявлено, що гіперекспресія *Hsp70* негативно впливає на ріст і виживання за нормальних умов розвитку (Feder et al., 1992). Було показано кореляцію між генетичними змінами в гені *Hsp70* та зниженням виживання в умовах теплового стресу (Gong, & Golis, 2006), тоді як гіперекспресія *Hsp70* підвищує терmostійкість личинок дрозофіли (Welte et al., 1993). Більше того, було показано, що вплив нелетального теплового шоку збільшує тривалість життя дорослих мух, причому більш виражені ефекти спостерігаються у штамів з додатковими копіями гена *Hsp70* (Khazaeli et al. 1997; Tatar, Khazaeli, & Curtsinger, 1997). Ці дані підкреслюють значний вплив *Hsp70* на тривалість життя. Тим не менш, варто зазначити, що обробка тепловим шоком одночасно стимулює експресію інших білків теплового шоку, що дозволяє припустити, що спостережувані біологічні ефекти можуть бути пов'язані як з ізолюваною дією *Hsp70*, так і з його синергічною взаємодією з іншими білками теплового шоку (Xiao et al., 2019). У нашому дослідженні було зафіксовано значне зростання рівня експресії гена *Hsp70* у порівнянні з контрольною групою. Спостережувана залежність між інтенсивністю експресії гена *Hsp70* та відхиленням температури від фізіологічного оптимуму свідчить про протекторні функції цього білка. Однак, варто зазначити, що в зразку, розвиток якого відбувався при температурі 22,5°C, який у нашому попередньому експерименті демонстрував найвищу тривалість життя, збільшення експресії не було виявлено. Що свідчить про те, що збільшення тривалості життя дрозофіл не було асоційовано з підвищенням рівня експресії гена *Hsp70*.

Мутації інсулінового тирозинкіназного рецептора сповільнюють старіння у *Drosophila* та *C. elegans* (Altintas, Park, & Lee, 2016). Ці безхребетні мають по одному insulin/IGF tyrosine kinase рецептору, *InR* у дрозофіли та *Daf-2* у *C. elegans*. *Daf-2* та *InR* стимулюються інсуліноподібними пептидами для індукції внутрішньоклітинних сигналів через Akt (протеїнкіназа B), Ras (протоонкогенний білок P21) та TOR, які разом опосередковують фактори транскрипції та клітинний метаболізм і, таким чином, забезпечують виживання. Нокдаун *IR*, рецептора інсуліноподібного фактора росту 1 (*IGF1R*) та субстратів інсулінових рецепторів (*IRS1*, *IRS2*) асоціюється з уповільненим старінням у мишей. (Yamamoto et al., 2021). Показано, що Akt сприяє синтезу білка через TOR-опосередковане фосфорилування та інактивацію інгібітора трансляції 4E-BP (eukaryotic initiation factor 4E binding protein), який тісно взаємодіє з фактором ініціації eIF-4E (eukaryotic translation initiation factor 4E). Інший компонент, супресор пухлин TSC2, є мішенню фосфорилування Akt. TOR також фосфорилує кіназу S6 (*S6K*). Мутанти *S6K* демонструють затримку розвитку та зменшення розмірів тіла з меншими клітинами. Таким чином, шлях *InR/TOR* тонко налаштований, щоб бути особливо чутливим до поживних речовин та змін в оточуючому середовищі. (Dutriaux et al., 2013). Дефіцит функції *mTor* у дрозофіли призводить до зменшення розміру та кількості клітин у різних тканинах мухи (Oldham et al., 2000). Роль *mTor* у тривалості життя дрозофіли була продемонстрована тим, що інгібування сигналізації dTOR-шляхом масштабної надекспресії домінантно-негативного алеля *dTOR* призводить

до збільшення середньої тривалості життя на 24–26 % (Karahi et al., 2004; Eleftherianos, & Castillo, 2012).

Позаклітинні ліганди, гомологи інсуліну, регулюють активність InR під час розвитку. Було ідентифіковано сім генів *dilp1-7* для інсуліноподібних пептидів дрозофіли. Основний компонент інсулінового сигнального каскаду, транскрипційний фактор *foxo*, фосфорилується Akt, що призводить до його цитоплазматичної локалізації і, таким чином, до пригнічення його активності. Мутант *foxo*, позбавлений сайтів фосфорилування Akt, залишається в ядрі і є конститутивно активним. *Foxo* безпосередньо регулює трансляційний регулятор 4E-BP і сам InR, забезпечуючи таким чином механізм зворотного зв'язку. Це робить *foxo* ключовим транскрипційним регулятором інсулінового шляху регуляції росту (Dutriaux et al., 2013). *Drosophila melanogaster* має єдиний ортолог *foxo* (*dFOXO*), і збільшення його активності в мозку, жировому тілі та м'язах є достатнім для подовження тривалості життя мух (Giannakou et al., 2004; Hwangbo et al., 2004; Demontis, & Perrimon, 2010), тоді як інші дослідники показали, що індукція *dFOXO* виключно в кишечнику глибоко впливає на тривалість життя (Karpas, Biteau, & Jasper, 2013). Більше того, як *dFOXO*, так і ортолог *Caenorhabditis elegans*, *daf-16*, строго необхідні для подовження тривалості життя при зниженні сигналізації IIS (Insulin/insulin-like growth factor signaling) (Slack et al., 2011; Alic et al., 2014).

Хоча найбільш вивченим шляхом контролю сімейства FOXO є інсулінова сигналізація, тепер зрозуміло, що численні стресові фактори можуть активувати *foxo* (Eijkelenboom, & Burgering, 2013). В умовах клітинного стресу активація сімейства FOXO та протеотоксичність через неправильно згорнуті або агреговані білки є поширеним явищем. Для боротьби з протеотоксичністю та для підтримки протеостазу клітини індукують білки теплового шоку. Hsps поділяються на малі та великі родини, з різними функціями щодо запобігання агрегації білків та сприяння правильному згортанню білків відповідно. У *D. melanogaster* та *C. elegans* транскрипційний фактор FOXO відіграє вирішальну роль у стрес-реакції, регулюючи експресію Hsps. У той час як у *C. elegans* *daf-16* специфічно регулює малі Hsps, у дрозофіли *foxo* впливає на експресію як малих Hsps, так і великих Hsp, таких як Hsp70. Це вказує на ширшу мережу транскрипційних мішеней у дрозофіли, що посилює клітинний захист від стресу та протеотоксичності за допомогою більш комплексної системи шаперонів (Donovan, & Marr, 2016).

Ген *Sirt1*, локалізований на другій хромосомі *D. melanogaster*, кодує єдиний анований транскрипт та трансліується в один поліпептид. Детальні дослідження ефектів легкої надекспресії *Sirt1* у суворо контрольованому генетичному середовищі продемонстрували, що помірна активація *Sirt1* сприяє збільшенню тривалості життя, тоді як виражена надмірна експресія призводить до протилежних результатів (Rogina, & Helfand, 2004; Burnett et al., 2011). Цілеспрямоване нокаут *Sirt1* у жировому тілі порушує інсулінову сигналізацію та метаболічну рівновагу, що підкреслює ключову роль *Sirt1* у поєднанні вкладу харчування з загальною фізіологією організму та перспективами виживання (Banerjee et al., 2012). Крім того, *Sirt1* демонструє функціональний взаємозв'язок з транскрипційним фактором FOXO, який опосередковує апоптичну загибель клітин через активацію шляхів JNK та FOXO, що свідчить про невід'ємну участь гена в регуляції як довголіття, так і апоптозу (Griswold et al., 2008).

Дискусія і висновки

У рамках нашого дослідження було зафіксовано зростання рівня експресії генів *Hsp70*, *InR*, *mTor*, *Sirt1* та *foxo* у самок *Drosophila*, які розвивалися при температурах 20°C і 30°C. Встановлено, що підвищення експресії генів *Hsp70*, *InR*, *mTor* та *Sirt1* є статистично значущим при порівнянні з контрольною групою (розвиток за температури 25°C), в той час як для гена *foxo* статистично значущі відмінності не були зареєстровані, незважаючи на межові значення статистичних показників (значення *p* на рівні 0,06–0,08), що може свідчити про недостатній обсяг вибірки для адекватного статистичного аналізу. Підвищення експресії зазначених генів за критичних температур, які були задіяні в нашому експерименті, вказує на генералізовану неспецифічну реакцію на стрес, яка не була пов'язаною з підвищенням тривалості життя. Виявлена статистична відмінність у профілів експресії генів потребує подальшого ретельного дослідження для з'ясування молекулярних механізмів, що лежать в його основі.

Внесок авторів: Ганна Караман – проведення експериментів, статистичний аналіз, аналіз літератури, написання статті; Олександр Вайсерман – загальна концепція роботи; Катерина Афанасьєва – планування роботи, написання статті; Андрій Сиволоб – планування роботи, написання статті.

Список використаних джерел

- Караман, Г.С., Вайсерман, О.М., Писарук, А.В., Кошель, Н.М., Мехова, Л.В., & Козерецька І.А. (2018). Вплив температури на личинковій стадії розвитку на тривалість життя *Drosophila melanogaster*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 22, 51–55. <https://doi.org/10.7124/FEEC.v22.923>
- Alic, N., Giannakou, M.E., Papatheodorou, I., Hoddinott, M.P., Andrews, T.D., Bolukbasi, E., & Partridge, L. (2014). Interplay of dFOXO and Two ETS-Family Transcription Factors Determines Lifespan in *Drosophila melanogaster*. *PLoS Genetics*, 10(9), e1004619. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004619>
- Altintas, O., Park, S., & Lee, S.J. (2016). The role of insulin/IGF-1 signaling in the longevity of model invertebrates, *C. elegans* and *D. melanogaster*. *BMB reports*, 49(2), 81–92. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2016.49.2.261>
- Ayar, A., Uysal, H., Altun, D., & Aşkin, H. (2019). The Effects of Heat Shock on the Longevity in Some Strains of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Applied Biological Sciences*, 6(1), 45–49.
- Banerjee, K.K., Ayyub, C., Sengupta, S., & Kolthur-Seetharam, U. (2012). *dSir2* deficiency in the fatbody, but not muscles, affects systemic insulin signaling, fat mobilization and starvation survival in flies. *Aging (Albany NY)*, 4(3), 206–223. <https://doi.org/10.18632/aging.100435>
- Bateson, P. (2015). Why are individuals so different from each other? *Heredity (Edinburgh)*, 115(4), 285–292. <https://doi.org/10.1038/hdy.2014.103>
- Burnett, C., Valentini, S., Cabreiro, F., Goss, M., Somogyvári, M., Piper, M.D., Hoddinott, M., Sutphin, G.L., Leko, V., McElwee, J.J., Vazquez-Manrique, R.P., Orfila, A.M., Ackerman, D., Au, C., Vinti, G., Riesen, M., Howard, K., Neri, C., Bedalov, A., Kaerberlein, M., Soti, C., Partridge, L., & Gems, D. (2011). Absence of effects of *Sir2* overexpression on lifespan in *C. elegans* and *Drosophila*. *Nature*, 477(7365), 482–5. <https://doi.org/10.1038/nature10296>
- Chandegra, B., Tang, J.L.Y., Chi, H., & Alic, N. (2017). Sexually dimorphic effects of dietary sugar on lifespan, feeding and starvation resistance in *Drosophila*. *Aging (Albany NY)*, 9(12), 2521–2528. <https://doi.org/10.18632/aging.101335>
- Chattopadhyay, D., Chitnis, A., Talekar, A., Mulay, P., Makkar, M., James, J., & Thirumurugan, K. (2017). Hormetic efficacy of rutin to promote longevity in *Drosophila melanogaster*. *Biogerontology*, 18(3), 397–411. <https://doi.org/10.1007/s10522-017-9700-1>
- Chauhan, V., Anis, A., & Chauhan, A. (2021). Effects of starvation on the levels of triglycerides, diacylglycerol, and activity of lipase in male and female *Drosophila melanogaster*. *Journal of Lipids*, 2021, 5583114. <https://doi.org/10.1155/2021/5583114>
- de Magalhães, J.P. (2012). Programmatic features of aging originating in development: aging mechanisms beyond molecular damage? *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 26(12), 4821–4826. <https://doi.org/10.1096/fj.12-210872>
- Demontis, F., & Perrimon, N. (2010). FOXO/4E-BP signaling in *Drosophila* muscles regulates organism-wide proteostasis during aging. *Cell*, 143(5), 813–825. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.10.007>
- Donovan, M.R., & Marr, M.T. (2016). *dFOXO* Activates Large and Small Heat Shock Protein Genes in Response to Oxidative Stress to

- Maintain Proteostasis in *Drosophila*. *The Journal of biological chemistry*, 291(36), 19042–50. <https://doi.org/10.1074/jbc.M116.723049>
- Dutriaux, A., Godart, A., Brachet, A., & Silber, J. (2013). The Insulin Receptor Is Required for the Development of the *Drosophila* Peripheral Nervous System. *PLoS ONE*, 8(9), e71857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071857>
- Eijkelenboom, A., & Burgering, B.M. (2013). FOXOs: signalling integrators for homeostasis maintenance. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 14(2), 83–97. <https://doi.org/10.1038/nrm3507>
- Eleftherianos, I., & Castillo, J.C. (2012). Molecular Mechanisms of Aging and Immune System Regulation in *Drosophila*. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(8), 9826–9844. <https://doi.org/10.3390/ijms13089826>
- Feder, J. H., Rossi, J. M., Solomon, J., Solomon, N., & Lindquist, S. (1992). The Consequences of Expressing *Hsp70* in *Drosophila* Cells at Normal Temperatures. *Genes & Development*, 6, 1402–1413. <https://doi.org/10.1101/gad.6.8.1402>
- Frankel, S., Ziafazi, T., & Rogina, B. (2011). *dSir2* and longevity in *Drosophila*. *Experimental Gerontology*, 46(5), 391–396. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2010.08.007>
- Ganger, M.T., Dietz, G.D. & Ewing, S.J. (2017). A common base method for analysis of qPCR data and the application of simple blocking in qPCR experiments. *BMC Bioinformatics*, 18(1), 534. <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1949-5>
- Giannakou, M.E., Goss, M., Jünger, M.A., Hafen, E., Leivers, S.J., & Partridge, L. (2004). Long-lived *Drosophila* with overexpressed *dFOXO* in adult fat body. *Science*, 305(5682), 361. <https://doi.org/10.1126/science.1098219>
- Gong, W. J., & Golic, K. G. (2006) Loss of *Hsp70* in *Drosophila* is pleiotropic, with effects on thermotolerance, recovery from heat shock and neurodegeneration. *Genetics* 172: 275–286. <https://doi.org/10.1534/genetics.105.048793>
- Griswold, A.J., Chang, K.T., Runko, A.P., Knight, M.A., & Min, K.T. (2008). *Sir2* mediates apoptosis through JNK-dependent pathways in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(25), 8673–8. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803837105>
- Hochberg, Z., Feil, R., Constancia, M., Fraga, M., Junien, C., Carel, J.C., Boileau, P., Le Bouc, Y., Deal, C.L., Lillycrop, K., Scharfmann, R., Sheppard, A., Skinner, M., Szyf, M., Waterland, R.A., Waxman, D.J., Whitelaw, E., Ong, K., & Albertsson-Wikland, K. (2011). Child health, developmental plasticity, and epigenetic programming. *Endocrine reviews*, 32(2), 159–224. <https://doi.org/10.1210/er.2009-0039>
- Hwangbo, D.S., Gershman, B., Tu, M.P., Palmer, M., & Tatar, M. (2004). *Drosophila* dFOXO controls lifespan and regulates insulin signalling in brain and fat body. *Nature*, 429(6991), 562–566. <https://doi.org/10.1038/nature02549>
- Kapahi, P., Zid, B.M., Harper, T., Koslover, D., Sapin, V., & Benzer, S. (2004). Regulation of lifespan in *Drosophila* by modulation of genes in the TOR signaling pathway. *Current biology*, 14(10), 885–890. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.03.059>
- Karpac, J., Biteau, B., & Jasper, H. (2013). Misregulation of an adaptive metabolic response contributes to the age-related disruption of lipid homeostasis in *Drosophila*. *Cell reports*, 4(6), 1250–1261. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2013.08.004>
- Khazaeli, A. A., Tatar, M., Pletcher, S. D., & Curtsinger, J. W. (1997). Heatinduced longevity extension in *Drosophila*. I. Heat treatment, mortality, and thermotolerance. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 52, B48–B52. <https://doi.org/10.1093/gerona/52A.1.B48>
- Lin, Y.C., Zhang, M., Chang, Y.J., & Kuo, T.H. (2023). Comparisons of lifespan and stress resistance between sexes in *Drosophila melanogaster*. *Heliyon*, 9(8), 18178. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18178>
- Lucas, A. (1998). Programming by early nutrition: An experimental approach. *The Journal of nutrition*, 128(2), 401–406. <https://doi.org/10.1093/jn/128.2.401S>
- Lushchak, O.V., Karaman, H.S., Kozeretska, I.A., Koliada, A.K., Zabuga, O.G., Pisarik, A.V., Koshel, N.M., Mechova, L.V., Inomistova, M.V., Khranovska, N.M., & Vaiserman, A.M. (2018). Larval crowding results in hormesis-like effects on longevity in *Drosophila*: timing of eclosion as a model. *Biogerontology*, 20(2), 191–201. <https://doi.org/10.1007/s10522-018-9786-0>
- Moloń, M., Dampc, J., Kula-Maximenko, M., Zebrowski, J., Moloń, A., Dobler, R., Durak, R., & Skoczowski, A. (2020). Effects of temperature on lifespan of *Drosophila melanogaster* from different genetic backgrounds: Links between metabolic rate and longevity. *Insects*, 11(8), 470. <https://doi.org/10.3390/insects11080470>
- Monaghan, P., & Haussmann, M.F. (2015). The positive and negative consequences of stressors during early life. *Early human development*, 91(11), 643–647. <https://doi.org/10.1016/j.earhumdev.2015.08.008>
- Niveditha, S., Deepashree, S., Ramesh, S.R., & Shivanandappa, T. (2017). Sex differences in oxidative stress resistance in relation to longevity in *Drosophila melanogaster*. *Journal of comparative physiology*, 187(7), 899–909. <https://doi.org/10.1007/s00360-017-1061-1>
- Oldham, S., Montagne, J., Radimerski, T., Thomas, G., & Hafen, E. (2000). Genetic and biochemical characterization of dTOR, the *Drosophila* homolog of the target of rapamycin. *Genes & development*, 14(21), 2689–94. <https://doi.org/10.1101/gad.845700>
- Pomatto, L.C.D., Tower, J., & Davies, K.J.A. (2017). Sexual Dimorphism and Aging Differentially Regulate Adaptive Homeostasis. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 73(2), 141–149. <https://doi.org/10.1093/gerona/glx083>
- Projecto-Garcia, J., Biddle, J.F., & Ragsdale, E.J. (2017). Decoding the architecture and origins of mechanisms for developmental polyphenism. *Current opinion in genetics & development*, 47, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cde.2017.07.015>
- Rogina, B. (2011). For the special issue: aging studies in *Drosophila melanogaster*. *Experimental gerontology*, 46(5), 317–319. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2010.09.001>
- Rogina, B., & Helfand, S.L. (2004). *Sir2* mediates longevity in the fly through a pathway related to calorie restriction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(45), 15998–6003. <https://doi.org/10.1073/pnas.0404184101>
- Sarup, P., Sørensen, P., & Loeschcke, V. (2014). The long-term effects of a life-prolonging heat treatment on the *Drosophila melanogaster* transcriptome suggest that heat shock proteins extend lifespan. *Experimental gerontology*, 50, 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.11.017>
- Slack, C., Giannakou, M.E., Foley, A., Goss, M., & Partridge, L. (2011). dFOXO-independent effects of reduced insulin-like signaling in *Drosophila*. *Aging Cell*, 10(5), 735–748. <https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2011.00707.x>
- Tatar, M. (2021). Aging Regulated Through a Stability Model of Insulin/Insulin Growth Factor Receptor Function. *Frontiers in endocrinology*, 12, 649880. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.649880>
- Tatar, M., Khazaeli, A. A., & Curtsinger, J. W. (1997). Chaperoning extended life. *Nature*, 390(6655), 30. <https://doi.org/10.1038/36237>
- Tatar, M., Kopelman, A., Epstein, D., Tu, M.P., Yin, C.M., & Garofalo, R.S. (2001). A mutant *Drosophila* insulin receptor homolog that extends life-span and impairs neuroendocrine function. *Science*, 292(5514), 107–110. <https://doi.org/10.1126/science.1057987>
- Vaiserman, A. (2015). Epidemiologic evidence for association between adverse environmental exposures in early life and epigenetic variation: a potential link to disease susceptibility? *Clinical epigenetics*, 7(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s13148-015-0130-0>
- Vaiserman, A., Koliada, A., & Lushchak, O. (2018). Developmental programming of aging trajectory. *Ageing research reviews*, 47, 105–122. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.07.007>
- Vaiserman, A., Koliada, A., & Zabuga, O. (2014) Effect of dietary restriction during development on the level of expression of longevity-associated genes in *Drosophila melanogaster*. *Advances in Gerontology*, 4(3), 193–196. <https://doi.org/10.1134/S2079057014030096>
- Vaiserman, A.M. (2014). Early-life nutritional programming of longevity. *Journal of developmental origins of health and disease*, 5(5), 325–338. <https://doi.org/10.1017/S2040174414000294>
- Walker, R.F. (2011). Developmental theory of aging revisited: focus on causal and mechanistic links between development and senescence. *Rejuvenation research*, 14(4), 429–436. <https://doi.org/10.1089/rej.2011.1162>
- Welte, M. A., Tetrault, J. M., Dellavalle, R. P., & Lindquist, S. L. (1993). A New Method for Manipulating Transgenes – Engineering Heat Tolerance in a Complex, Multicellular Organism. *Current biology*, 3, 842–853. [https://doi.org/10.1016/0960-9822\(93\)90218-D](https://doi.org/10.1016/0960-9822(93)90218-D)
- Wheeler, J. C., V. King, & J. Tower, (1999). Sequence requirements for upregulated expression of *Drosophila hsp70* transgenes during aging. *Neurobiology of aging*, 20, 545–553. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(99\)00088-3](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(99)00088-3)
- Xiao, C., Hull, D., Qiu, S., Yeung, J., Zheng, J., Barwell, T., Robertson, R.M., & Seroude, L. (2019). Expression of Heat Shock Protein 70 Is Insufficient To Extend *Drosophila melanogaster* Longevity. *G3: genes – genomes – genetics*, 9(12), 4197–4207. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400782>
- Yamamoto, R., Palmer, M., Koski, H., Curtis-Joseph, N., & Tatar, M. (2021). Aging modulated by the *Drosophila* insulin receptor through distinct structure-defined mechanisms. *Genetics*, 217(2), iyaa037. <https://doi.org/10.1093/genetics/iyaa037>

References

- Alic, N., Giannakou, M.E., Papatheodorou, I., Hoddinott, M.P., Andrews, T.D., Bolukbasi, E., & Partridge, L. (2014). Interplay of dFOXO and Two ETS-Family Transcription Factors Determines Lifespan in *Drosophila melanogaster*. *PLoS Genetics*, 10(9), e1004619. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004619>
- Altintas, O., Park, S., & Lee, S.J. (2016). The role of insulin/IGF-1 signaling in the longevity of model invertebrates, *C. elegans* and *D. melanogaster*. *BMB reports*, 49(2), 81–92. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2016.49.2.261>
- Ayar, A., Uysal, H., Altun, D., & Aşkin, H. (2019). The Effects of Heat Shock on the Longevity in Some Strains of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Applied Biological Sciences*, 6(1), 45–49.
- Banerjee, K.K., Ayyub, C., Sengupta, S., & Kolthur-Seetharam, U. (2012). *dSir2* deficiency in the fatbody, but not muscles, affects systemic insulin signaling, fat mobilization and starvation survival in flies. *Aging (Albany NY)*, 4(3), 206–223. <https://doi.org/10.18632/aging.100435>

- Bateson, P. (2015). Why are individuals so different from each other? *Heredity (Edinburgh)*, 115(4), 285–292. <https://doi.org/10.1038/hdy.2014.103>
- Burnett, C., Valentini, S., Cabreiro, F., Goss, M., Somogyvári, M., Piper, M.D., Hoddinott, M., Sutphin, G.L., Leko, V., McElwee, J.J., Vazquez-Manrique, R.P., Orfila, A.M., Ackerman, D., Au, C., Vinti, G., Riesen, M., Howard, K., Neri, C., Bedalov, A., Kaeblerlein, M., Soti, C., Partridge, L., & Gems, D. (2011). Absence of effects of *Sir2* overexpression on lifespan in *C. elegans* and *Drosophila*. *Nature*, 477(7365), 482–5. <https://doi.org/10.1038/nature10296>
- Chandegra, B., Tang, J.L.Y., Chi, H., & Alic, N. (2017). Sexually dimorphic effects of dietary sugar on lifespan, feeding and starvation resistance in *Drosophila*. *Aging (Albany NY)*, 9(12), 2521–2528. <https://doi.org/10.18632/aging.101335>
- Chattopadhyay, D., Chitnis, A., Talekar, A., Mulay, P., Makkar, M., James, J., & Thirumurugan, K. (2017). Hormetic efficacy of rutin to promote longevity in *Drosophila melanogaster*. *Biogerontology*, 18(3), 397–411. <https://doi.org/10.1007/s10522-017-9700-1>
- Chauhan, V., Anis, A., & Chauhan, A. (2021). Effects of starvation on the levels of triglycerides, diacylglycerol, and activity of lipase in male and female *Drosophila melanogaster*. *Journal of Lipids*, 2021, 5583114. <https://doi.org/10.1155/2021/5583114>
- de Magalhães, J.P. (2012). Programmatic features of aging originating in development: aging mechanisms beyond molecular damage? *Federation of American Societies for Experimental Biology journal*, 26(12), 4821–4826. <https://doi.org/10.1096/fj.12-210872>
- Demontis, F., & Perrimon, N. (2010). FOXO/4E-BP signaling in *Drosophila* muscles regulates organism-wide proteostasis during aging. *Cell*, 143(5), 813–825. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.10.007>
- Donovan, M.R., & Marr, M.T. (2016). dFOXO Activates Large and Small Heat Shock Protein Genes in Response to Oxidative Stress to Maintain Proteostasis in *Drosophila*. *The Journal of biological chemistry*, 291(36), 19042–50. <https://doi.org/10.1074/jbc.M116.723049>
- Dutriaux, A., Godart, A., Brachet, A., & Silber, J. (2013). The Insulin Receptor Is Required for the Development of the *Drosophila* Peripheral Nervous System. *PLoS ONE*, 8(9), e71857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071857>
- Eijkelenboom, A., & Burgering, B.M. (2013). FOXOs: signalling integrators for homeostasis maintenance. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 14(2), 83–97. <https://doi.org/10.1038/nrm3507>
- Eleftherianos, I., & Castillo, J.C. (2012). Molecular Mechanisms of Aging and Immune System Regulation in *Drosophila*. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(8), 9826–9844. <https://doi.org/10.3390/ijms13089826>
- Feder, J. H., Rossi, J. M., Solomon, J., Solomon, N., & Lindquist, S. (1992). The Consequences of Expressing *Hsp70* in *Drosophila* Cells at Normal Temperatures. *Genes & Development*, 6, 1402–1413. <https://doi.org/10.1101/gad.6.8.1402>
- Frankel, S., Ziafazi, T., & Rogina, B. (2011). dSir2 and longevity in *Drosophila*. *Experimental Gerontology*, 46(5), 391–396. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2010.08.007>
- Ganger, M.T., Dietz, G.D. & Ewing, S.J. (2017). A common base method for analysis of qPCR data and the application of simple blocking in qPCR experiments. *BMC Bioinformatics*, 18(1), 534. <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1949-5>
- Giannakou, M.E., Goss, M., Jünger, M.A., Hafen, E., Leevers, S.J., & Partridge, L. (2004). Long-lived *Drosophila* with overexpressed dFOXO in adult fat body. *Science*, 305(5682), 361. <https://doi.org/10.1126/science.1098219>
- Gong, W. J., & Golic, K. G. (2006) Loss of Hsp70 in *Drosophila* is pleiotropic, with effects on thermotolerance, recovery from heat shock and neurodegeneration. *Genetics* 172: 275–286. <https://doi.org/10.1534/genetics.105.048793>
- Griswold, A.J., Chang, K.T., Runko, A.P., Knight, M.A., & Min, K.T. (2008). Sir2 mediates apoptosis through JNK-dependent pathways in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(25), 8673–8. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803837105>
- Hochberg, Z., Feil, R., Constancia, M., Fraga, M., Junien, C., Carel, J.C., Boileau, P., Le Bouc, Y., Deal, C.L., Lillycrop, K., Scharfmann, R., Sheppard, A., Skinner, M., Szyf, M., Waterland, R.A., Waxman, D.J., Whitelaw, E., Ong, K., & Albertsson-Wikland, K. (2011). Child health, developmental plasticity, and epigenetic programming. *Endocrine reviews*, 32(2), 159–224. <https://doi.org/10.1210/er.2009-0039>
- Hwangbo, D.S., Gershman, B., Tu, M.P., Palmer, M., & Tatar, M. (2004). *Drosophila* dFOXO controls lifespan and regulates insulin signalling in brain and fat body. *Nature*, 429(6991), 562–566. <https://doi.org/10.1038/nature02549>
- Kapahi, P., Zid, B.M., Harper, T., Koslover, D., Sapin, V., & Benzer, S. (2004). Regulation of lifespan in *Drosophila* by modulation of genes in the TOR signaling pathway. *Current biology*, 14(10), 885–890. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.03.059>
- Karaman H.S., Vaiserman A.M., Pisarik A.V., Koshel N.M., Mekhova L.V., & Kozeretska I.A. (2018) Influence of the temperature during the larval stage of development on lifespan in *Drosophila melanogaster*. Factors in experimental evolution of organisms, 22, 51–55 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v22.923>
- Karpac, J., Bateau, B., & Jasper, H. (2013). Misregulation of an adaptive metabolic response contributes to the age-related disruption of lipid homeostasis in *Drosophila*. *Cell reports*, 4(6), 1250–1261. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2013.08.004>
- Khazaeli, A. A., Tatar, M., Pletcher, S. D., & Curtsinger, J. W. (1997). Heat-induced longevity extension in *Drosophila*. I. Heat treatment, mortality, and thermotolerance. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 52, B48–B52. <https://doi.org/10.1093/gerona/52A.1.B48>
- Lin, Y.C., Zhang, M., Chang, Y.J., & Kuo, T.H. (2023). Comparisons of lifespan and stress resistance between sexes in *Drosophila melanogaster*. *Heliyon*, 9(8), 18178. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18178>
- Lucas, A. (1998). Programming by early nutrition: An experimental approach. *The Journal of nutrition*, 128(2), 401–406. <https://doi.org/10.1093/jn/128.2.401S>
- Lushchak, O.V., Karaman, H.S., Kozeretska, I.A., Koliada, A.K., Zabuga, O.G., Pisarik, A.V., Koshel, N.M., Mechova, L.V., Inomistova, M.V., Khranovska, N.M., & Vaiserman, A.M. (2018). Larval crowding results in hormesis-like effects on longevity in *Drosophila*: timing of eclosion as a model. *Biogerontology*, 20(2), 191–201. <https://doi.org/10.1007/s10522-018-9786-0>
- Molnár, M., Dampc, J., Kula-Maximenko, M., Zebrowski, J., Molnár, A., Dobler, R., Durak, R., & Skoczowski, A. (2020). Effects of temperature on lifespan of *Drosophila melanogaster* from different genetic backgrounds: Links between metabolic rate and longevity. *Insects*, 11(8), 470. <https://doi.org/10.3390/insects11080470>
- Monaghan, P., & Haussmann, M.F. (2015). The positive and negative consequences of stressors during early life. *Early human development*, 91(11), 643–647. <https://doi.org/10.1016/j.earhumdev.2015.08.008>
- Niveditha, S., Deepashree, S., Ramesh, S.R., & Shivanandappa, T. (2017). Sex differences in oxidative stress resistance in relation to longevity in *Drosophila melanogaster*. *Journal of comparative physiology*, 187(7), 899–909. <https://doi.org/10.1007/s00360-017-1061-1>
- Oldham, S., Montagne, J., Radimerski, T., Thomas, G., & Hafen, E. (2000). Genetic and biochemical characterization of dTOR, the *Drosophila* homolog of the target of rapamycin. *Genes & development*, 14(21), 2689–94. <https://doi.org/10.1101/gad.845700>
- Pomatto, L.C.D., Tower, J., & Davies, K.J.A. (2017). Sexual Dimorphism and Aging Differentially Regulate Adaptive Homeostasis. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 73(2), 141–149. <https://doi.org/10.1093/gerona/glx083>
- Projecto-Garcia, J., Biddle, J.F., & Ragsdale, E.J. (2017). Decoding the architecture and origins of mechanisms for developmental polyphenism. *Current opinion in genetics & development*, 47, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2017.07.015>
- Rogina, B. (2011). For the special issue: aging studies in *Drosophila melanogaster*. *Experimental gerontology*, 46(5), 317–319. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2010.09.001>
- Rogina, B., & Helfand, S.L. (2004). Sir2 mediates longevity in the fly through a pathway related to calorie restriction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(45), 15998–6003. <https://doi.org/10.1073/pnas.0404184101>
- Sarup, P., Sørensen, P., & Loeschcke, V. (2014). The long-term effects of a life-prolonging heat treatment on the *Drosophila melanogaster* transcriptome suggest that heat shock proteins extend lifespan. *Experimental gerontology*, 50, 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.11.017>
- Slack, C., Giannakou, M.E., Foley, A., Goss, M., & Partridge, L. (2011). dFOXO-independent effects of reduced insulin-like signaling in *Drosophila*. *Aging Cell*, 10(5), 735–748. <https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2011.00707.x>
- Tatar, M. (2021). Aging Regulated Through a Stability Model of Insulin/Insulin Growth Factor Receptor Function. *Frontiers in endocrinology*, 12, 649880. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.649880>
- Tatar, M., Khazaeli, A. A., & Curtsinger, J. W. (1997). Chaperoning extended life. *Nature*, 390(6655), 30. <https://doi.org/10.1038/36237>
- Tatar, M., Kopelman, A., Epstein, D., Tu, M.P., Yin, C.M., & Garofalo, R.S. (2001). A mutant *Drosophila* insulin receptor homolog that extends life-span and impairs neuroendocrine function. *Science*, 292(5514), 107–110. <https://doi.org/10.1126/science.1057987>
- Vaiserman, A. (2015). Epidemiologic evidence for association between adverse environmental exposures in early life and epigenetic variation: a potential link to disease susceptibility? *Clinical epigenetics*, 7(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s13148-015-0130-0>
- Vaiserman, A., Koliada, A., & Lushchak, O. (2018). Developmental programming of aging trajectory. *Ageing research reviews*, 47, 105–122. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.07.007>
- Vaiserman, A., Koliada, A., & Zabuga, O. (2014) Effect of dietary restriction during development on the level of expression of longevity-associated genes in *Drosophila melanogaster*. *Advances in Gerontology*, 4(3), 193–196. <https://doi.org/10.1134/S2079057014030096>

Vaiserman, A.M. (2014). Early-life nutritional programming of longevity. *Journal of developmental origins of health and disease*, 5(5), 325–338. <https://doi.org/10.1017/S2040174414000294>

Walker, R.F. (2011). Developmental theory of aging revisited: focus on causal and mechanistic links between development and senescence. *Rejuvenation research*, 14(4), 429–436. <https://doi.org/10.1089/rej.2011.1162>

Welte, M. A., Tetrault, J. M., Dellavalle, R. P., & Lindquist, S. L. (1993). A New Method for Manipulating Transgenes – Engineering Heat Tolerance in a Complex, Multicellular Organism. *Current biology*, 3, 842–853. [https://doi.org/10.1016/0960-9822\(93\)90218-D](https://doi.org/10.1016/0960-9822(93)90218-D)

Wheeler, J. C., V. King, & J. Tower, (1999). Sequence requirements for upregulated expression of *Drosophila hsp70* transgenes during aging. *Neurobiology of aging*, 20, 545–553. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(99\)00088-3](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(99)00088-3)

Hanna KARAMAN¹, PhD Student
ORCID ID: 0000-0002-3802-0512
e-mail: hanna.karaman90@gmail.com

Alexander VAISERMAN², DSc (Med.), Prof.
ORCID ID: 0000-0003-0597-0439
e-mail: vaiserman@geront.kiev.ua

Katerina AFANASIEVA¹, DSc (Biol.)
ORCID ID: 0000-0002-1349-2767
e-mail: aphon@ukr.net

Andrei SIVOLOB¹, DSc (Biol.), Prof.
ORCID ID: 0000-0002-7306-0763
e-mail: asivolob@gmail.com

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

IMPACT OF THE TEMPERATURE ON LARVAL STAGE OF DEVELOPMENT ON THE EXPRESSION LEVELS OF HSP70, INR, SIRT1, MTOR AND FOXO GENES IN MALES AND FEMALES OF DROSOPHILA MELANOGASTER

Background. Despite the progress in understanding the phenomenon of aging, the key factors that influence this process remain poorly understood. Aging is a genetically programmed set of events, leading to structural and functional changes that reduce the life expectancy of an organism. The relevance of the study is to expand the understanding of the impact of environmental factors, in particular temperature, on the early stages of development on the life expectancy of imago, using *Drosophila melanogaster* as a model. The aim was to determine and analyze the expression level of genes associated with lifespan in *D. melanogaster* – Hsp70, InR, Sirt1, mTor and foxo – in flies reared at different temperatures of the larval stage of development.

Methods. The larvae were kept at different temperatures, after which the gene expression level was determined by RT-qPCR in adult flies. The relative expression level was calculated by using the $2^{-\Delta\Delta Ct}$ method. The data were analyzed using ANOVA-test followed by a pairwise multiple comparison post-hoc Tukey HSD test. Differences were considered significant at $p < 0.05$.

Results. The temperature of the larval stage of development did not significantly affect the gene expression of male adults. At the same time in females imago a significant increase in the expression of Hsp70, InR, Sirt1 and mTor genes was observed in individuals with larval development took at 20°C and 30°C, compared to the control at 25°C.

Conclusions. The increased expression levels of the genes chosen for analysis under the critical temperature conditions indicates the induction of a generalized stress response that did not correlate with an increased life expectancy. The finding of sex differences in gene expression patterns requires further investigation to uncover the molecular mechanisms underlying it.

Keywords: life span, *Drosophila melanogaster*, larval stage of development, temperature, expression.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; у рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

Xiao, C., Hull, D., Qiu, S., Yeung, J., Zheng, J., Barwell, T., Robertson, R.M., & Seroude, L. (2019). Expression of Heat Shock Protein 70 Is Insufficient to Extend *Drosophila melanogaster* Longevity. *G3: genes – genomes – genetics*, 9(12), 4197–4207. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400782>

Yamamoto, R., Palmer, M., Koski, H., Curtis-Joseph, N., & Tatar, M. (2021). Aging modulated by the *Drosophila* insulin receptor through distinct structure-defined mechanisms. *Genetics*, 217(2), iyaa037. <https://doi.org/10.1093/genetics/iyaa037>

Отримано редакцією журналу / Received: 07.02.24

Прорецензовано / Revised: 07.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 07.03.24

УДК 582.35/99(477.41)

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.24-31>

Віталій КОЛОМІЙЧУК¹, д-р біол. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0001-5767-344X
e-mail: vkolomiychuk@ukr.net

Олександр ШИНДЕР², канд. біол. наук,
ORCID ID: 0000-0003-1146-0873

Олександр БАРАНСЬКИЙ², канд. біол. наук,
ORCID ID: 0000-0002-9808-1990

Мирослав ШЕВЕРА³, канд. біол. наук
ORCID ID: 0000-0002-1178-0458

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, Україна

³Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, Україна

ФЛОРА СУДИННИХ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ "ЗАЛІССЯ" (КИЇВСЬКА І ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТІ)

Вступ. Встановлення сучасного видового складу флори вищих судинних рослин Національного природного парку "Залісся", її аналіз та виявлення регіональних особливостей.

Методи. Методи досліджень – класичні, котрі застосовуються для польових флористичних і геоботанічних досліджень, та подальшої камеральної обробки фактичних отриманих даних і опрацювання наявних джерел, та фракційного і структурного флористичного аналізу.

Наукова новизна – вперше проведено комплексні флористичні та геоботанічні дослідження на території НПП "Залісся", котра довгий час була закритою для проведення подібних досліджень. Отримані відомості вперше проаналізовано та отримано цілісні дані про структуру дослідженої флори, котрі є важливими у науково-практичній діяльності Парку як природоохоронної установи, в рамках порівняння з даними інших природних рівновеликих територій і природоохоронних установ та для потреб подальшого моніторингу рослинного покриву Парку.

Результати. Встановлено повний таксономічний склад флори Національного природного парку "Залісся" (Київська і Чернігівська області) (778 видів та підвидів вищих судинних рослин), що складає понад половину (58,5 %) різноманіття всієї регіональної флори Східного Полісся. Наведено результати фракційного і структурного аналізу флори Парку. Серед досліджених таксонів рослин 612 – аборигенні, а 166 – адвентивні. Здійснено аналіз флори за систематичними, біоморфологічними, географічними ознаками, виявлені особливості. Проаналізовано аборигенну та адвентивну фракції флори Парку. Структурні особливості аборигенної фракції флори відображають її досить добре виражений лісовий характер. У її родинному спектрі найвищі позиції належать *Asteraceae*, *Rosaceae* і *Rosaceae*. Серед біоморф переважають гемікриптофіти (65,7 %), а загальна частка дерев'янистих рослин становить 11,6 %. Серед геоелементів переважають широкоарейальні таксони, але висока частка бореального, європейського та європейсько-субсередземноморського геоелементів.

Висновки. Результати фракційного аналізу вказують, що у синантропізації флори переважає процес адвентивізації. Серед адвентивних рослин найбільшу частку мають таксони субсередземноморського походження та, меншою мірою, американського та азійського походження.

Ключові слова: біорізноманіття, спонтанна флора, судинні рослини, аборигенна та адвентивна фракції, НПП "Залісся", Полісся.

Вступ

У сучасній структурі природно-заповідного фонду Київської області існують два великі поліфункціональні об'єкти охорони біоти Київського Полісся – Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник і Національний природний парк "Залісся" (далі – Парк, НПП), один із наймолодших в Україні. Парк був створений відповідно до Указу Президента України № 1049 від 11.12.2009 р. з метою вдосконалення управління збереженням, відтворенням і рекреаційним використанням типових та унікальних природних комплексів Центрального Полісся, що мають важливе природоохоронне, наукове, естетичне, рекреаційне та оздоровче значення.

Для з'ясування сучасного стану рослинного покриву об'єктів ПЗФ і розробки дієвих заходів з його збереження й раціонального відтворення ресурсів першочерговим завданням є проведення інвентаризаційних досліджень флори та рослинності. Це особливо важливо для новостворених великих природоохоронних територій в аспекті формування наукової бази даних для подальшого вивчення та моніторингу їх рослинного покриву. Територія новоствореного Парку довгий час була закрита

для природничих досліджень, тож у даній публікації вперше представлено результати комплексного флористичного вивчення та аналізу цієї маловідомої території. Звертає на себе увагу й збільшення впливу видів адвентивних рослин на природні комплекси об'єктів природно-заповідного фонду, що призводить до їхньої трансформації (Бурда та ін., 2015). Вивчення різноманітних процесів адвентивізації рослинного покриву на регіональному рівні є однією з умов виконання міжнародних зобов'язань України щодо чужорідних видів рослин (Globalstrategy, 2001; Genovesi, Shine, 2004), спрямоване на покращення екологічної ситуації.

Історія досліджень і заповідання. Спеціальних флористичних та геоботанічних досліджень на території сучасного Парку не проводилося. Фрагментарні відомості про види з частини цієї території зафіксовані у публікації лісівника І. Сележинського (Сележинський, 1905), що підтверджені гербарними зборами, які зберігаються у Гербаріях Інституту ботаніки НАН України (KW) і Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна КНУ імені Тараса Шевченка (KWHU). У радянський період ботанічні дослідження тут мали епізодичний характер у зв'язку з ре-

жимністю території. Так, у 1957 р. на базі Семиполківського та Літківського лісництв Київського механізованого лісгоспу було створено Заліське державне лісомисливське господарство. У 1965 р. з метою відновлення, охорони та раціонального використання мисливської фауни на території підприємства було встановлено режим, близький до заповідного, що зумовило його реорганізацію в Заліське державне заповідне лісомисливське господарство. Згодом на цій території формуються перші заповідні ділянки – заказники місцевого значення "Заліське болото" (1979) і "Великівське болото" (1994). У 1995 р. на базі господарства було створено Державне підприємство "Державна резиденція "Залісся", а у 2009 р. – підписано Указ Президента України № 1049 "Про створення національного природного парку (НПП) "Залісся". Остаточно оформлення юридичного статусу Парку відбулося у грудні 2021 р. Тоді ж була проведена інвентаризація біорізноманіття Парку в рамках підготовки Проекту організації його території (Проект, 2022). Різноманіття флори було попередньо оцінено у 470 видів судинних рослин, також обстежено рослинність, встановлено склад раритетної компоненти (Баранський, Коломійчук, 2021; Коломійчук, Баранський, 2021). У 2021–2023 рр. ці дослідження продовжено авторами статті, що дозволило суттєво розширити список флори. З другої половини 2022 р. проводиться й оцінка наслідків військового впливу на фіторізноманіття Парку (Зав'ялова та ін., 2022).

Отже, **метою дослідження** було встановити сучасний видовий склад флори судинних рослин Парку та виявити її особливості. Відповідно до мети були поставлені завдання: провести комплексні польові дослідження на території всіх відділень Парку в різні сезони для виявлення максимально повного флористичного

різноманіття; проаналізувати літературні, гербарні та інші джерела відомостей про рослинний покрив Парку; скласти конспект флори Парку відповідно до сучасних номенклатурних вимог, встановити систематичну, географічну, біоморфологічну структуру флори та ступінь її трансформованості.

Методи

Основним матеріалом для виконання роботи послужили результати оригінальних польових досліджень, проведених авторами маршрутним способом впродовж 2021–2023 рр. на території Парку. Окрім матеріалів власних флористичних досліджень були використані дані гербаріїв Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW), Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (KWHN), Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна КНУ імені Тараса Шевченка (KWHU). Також до аналізу залучено інформацію з електронної бази даних i Naturalist (<https://www.inaturalist.org>).

Структурний аналіз флори Парку проведено за загальноприйнятими методами порівняльної флористики (Клеопов, 1938; Raunkiaer, 1978; Барановський та ін, 2017), аналіз синантропної фракції – згідно з підходами J. Kornaš та В. Протопопової (Kornas, 1968; Протопопова, 1984). Назви видів рослин подано згідно з POWO (<https://powo.science.kew.org/>), акроніми гербаріїв – згідно з (Thiers, 2022).

Територіальні особливості Парку. Розташований на території Броварського району Київської області та Чернігівського району Чернігівської області. Площа Парку становить 14836 га. У природно-заповідному фонді Київщини він займає ключове місце, як єдиний НПП на Лівобережжі області (Васильюк та ін., 2012). Складається з трьох різновеликих ділянок (рис. 1).

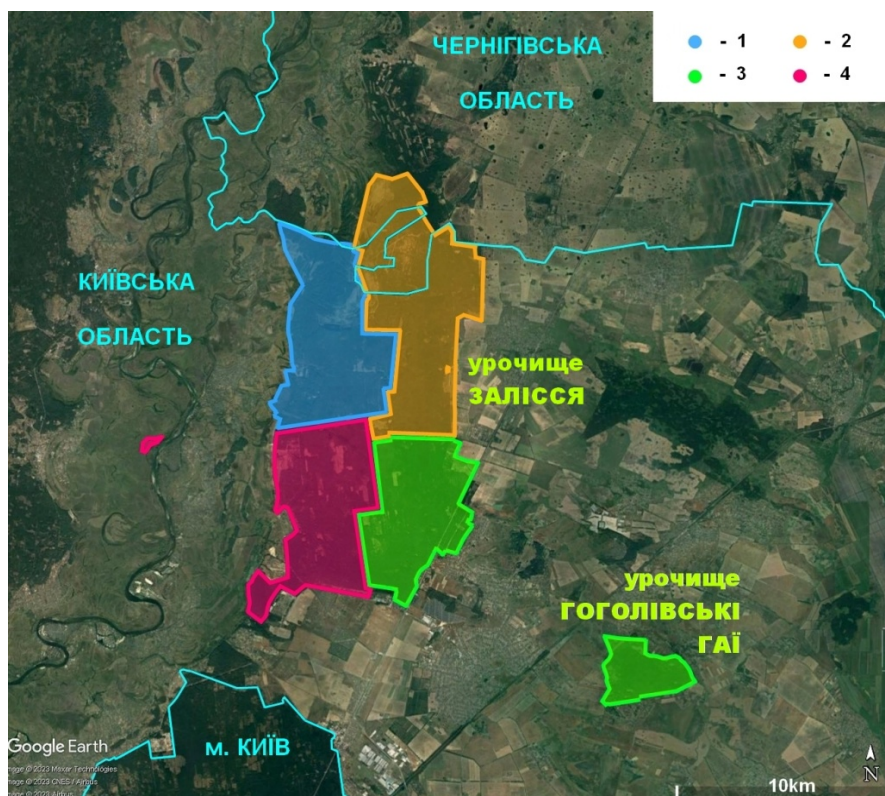


Рис. 1. Карта території Національного природного парку "Залісся"

Умовні позначення: 1 – Деснянське природоохоронне науково-дослідне відділення, 2 – Літківське відділення, 3 – Заліське відділення, 4 – Рожнянське відділення

Основний масив Парку – урочище "Залісся", включає лісові ділянки Деснянського, Заліського, Рожнянського та частково Літківського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) у межах Броварського району Київської області (91,3 %). Невелика частина Літківського ПНДВ зосереджена у Чернігівському районі Чернігівської області (8,7 %). Друга ділянка Парку – урочище "Гоголівські гаї", розташована поблизу сіл Підлісся, Вільне і Жердова Жердівської сільської ради та входить до складу Заліського ПНДВ. Один квартал колишнього Рожнянського лісництва (кв.30), що входить до території Парку, знаходиться на правому березі р. Десна поблизу с. Нижня Дубечня (Проект, 2022).

Природні умови. Згідно з фізико-географічним районуванням України територія НПП розташована в межах Дніпровсько-Нижньодеснянського району фізико-географічної області Чернігівського Полісся, зони мішаних лісів Східноєвропейської рівнини (Маринич та ін., 2003). Згідно з геоботанічним районуванням України, Парк знаходиться у Лівобережному окрузі дубово-соснових, дубових, соснових лісів, заплавних лук та евтрофних боліт Поліської підпровінції хвойно-широколистяних лісів Східноєвропейської провінції Європейської широколистянолісової області (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003).

Територія НПП цінна у зв'язку з поширенням тут осередків природних соснових, сосново-дубових, дубово-грабових, вільхових лісів, піщаних степів та заплавних лук і боліт. Основною особливістю лісів району, як і Українського Полісся в цілому, є їх едафічна обумовленість. Переважання піщаних ґрунтів у НПП, що пов'язане із впливом льодовика, призвело до панування у районі серед лісоутворюючих порід сосни звичайної. Інші лісові породи – листяні (насамперед – дуб, граб, береза і вільха) мають тут обмежене поширення і домінують на багатших ґрунтах, які формуються на лесах або карбонатній морені.

Наявність піщаних остепнених лук з рідкісними доміантами та почасті заплавних лук є особливістю території Парку (Фіторізноманіття, 2006; Дідух та ін., 2010).

Територія Парку лежить у межах першої та другої надзаплавних терас лівого схилу річкової долини Десни. В умовах незначних коливань абсолютних висот рельєф поверхні Парку характеризується значним різноманіттям мезоформ (Рельєф України, 2010). Тут поширені алювіальні і моренно-зандрові рівнини, переважно з малопотужними антропогенними відкладами. На більшій частині території поширені флювіогляціальні відклади, які виступають ґрунтоутвірними породами. Основною групою ґрунтів є дерново-підзолисті. У заболочених пониженнях рельєфу малими ділянками поширені гідроморфні ґрунти – лучно-болотні, болотні, торф'яні.

Гідрографічна мережа Парку розвинена слабо і представлена озерами антропогенного походження (на місці колишніх торфових розробок) – Верхнім Великим і Нижнім Малим, а також дренажними каналами. До території Парку прилягає р. Десна, але безпосередньо до складу Парку вона не входить. По території лісового урочища "Гоголівські гаї" протікає мала річка Рудка. Типові болота відсутні, але заболочені безлісі території займають площу 866 га. Перезволожені лісові землі займають площу 897,8 га (Проект, 2022).

Результати

В результаті проведеного дослідження на території НПП "Залісся" зафіксовано 778 таксонів (видів і підвидів) судинних рослин, із яких 612 – аборигенні та 166 – адвентивні. Традиційно для флор помірної смуги найбільшою чисельністю представлена група дводольних рослин (у сучасному розумінні клада *Eudicots* та представлена кількома видами група *Basal Angiosperms*), особливо у складі адвентивної фракції, а інші – значно меншою чисельністю (табл. 1).

Таблиця 1

Систематична структура флори НПП "Залісся"

Систематична група	Аборигенна фракція		Адвентивна фракція	
	Кількість таксонів	%	Кількість таксонів	%
<i>Lycophyte</i> (плауноподібні)	3	0,5	-	-
<i>Horsetails</i> (хвощі)	5	0,8	-	-
<i>Ferns</i> (папороті)	12	2,0	-	-
<i>Gymnosperms</i> (голонасінні)	2	0,3	2	1,2
<i>Angiosperms</i> (покритонасінні)	590	96,4	164	98,8
зокрема: <i>Monocots</i>	123	20,1	22	13,3
<i>Basal Angiosperms</i> та <i>Eudicots</i>	467	76,3	142	85,5
Усього:	612	100,0	166	100,0

Територія Парку повністю зосереджена в межах природного регіону Східного Полісся, тому його флора є повноцінною природною субрегіональною східнополіською флорою. У її складі репрезентовано більше половини (58,5 %) аборигенних таксонів від всієї регіональної флори – 1047 видів (Лукаш, 2008, 2009а).

У дослідженій флорі добре представлені нижчі групи судинних рослин, які є характерними у складі рослинного покриву бореальних регіонів, а в Україні – Полісся. Так, у флорі Парку представлені 3 види плауноподібних із 7, які наявні у флорі Східного Полісся, 5 видів хвощів із 7, 12 видів папоротей із 21 та 2 аборигенні види голонасінних із 3, що природно зростають у даному регіоні (Лукаш, 2008).

Частка видів адвентивних рослин у флорі Парку становить 21,3 % і є досить значною, порівняно з іншими великими за площею природоохоронними територіями рівнинної України (Бурда та ін., 2015) при цьому добре збережене ядро природної флори є перешкодою для активного вкорінення чужорідних видів рослин.

Головні пропорції обох фракцій флори Парку є досить типовими для континентальних локальних флор України: у аборигенній фракції (1 : 3,6 : 7,1) переважають роди із кількома видами та досить наповнені родини, а у адвентивній фракції (1 : 2,7 : 3,7) переважають моновидові роди і велика частка моновидових родин. Головні пропорції флори близькі до таких для аборигенної фракції флори Східного Полісся – 1 : 3,6 : 8,5 (Лукаш, 2009а), що вказує на їх подібність. Внаслідок адвентизації у досліджену флору проникли представники 74 нових родів і 7 нових родин.

Розподіл провідних родин цілком типовий для регіональних флор Палеарктики, в яких майже завжди перші позиції мають *Asteraceae* і *Poaceae*. Високі позиції має родина *Rosaceae*, яка високо стоїть і у флорах, наближених до Центральної Європи. Одночасно, низька позиція родини *Superaceae*, яка зазвичай характеризується великим різноманіттям у північних регіонах.

У розподілі провідних родин адвентивної фракції флори Парку проявляються тенденції, типові для адвентивної флори всієї України. Високі позиції родин

Asteraceae і *Rosaceae* спричинені важливою господарською роллю представників родин і наявністю багатьох натуралізованих інтродуцентів у їх складі – переважно північноамериканського та західно- і південноєвропейського походження відповідно. Високий ранг родин *Amaranthaceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae* і *Poaceae* зумо-

влений наявністю у їх складі великої кількості занесених малорічних видів субсередземноморського походження. Спектр провідних родин неповний, уже з п'ятого рангу й далі наступні місця займають по декілька родин, що загалом характерно для невеликих територій (табл. 2).

Таблиця 2

Родинні спектри флори НПП "Залісся"

Аборигенна фракція			Адвентивна фракція		
№	Родина	Кількість таксонів	№	Родина	Кількість таксонів
1	<i>Asteraceae</i>	64	1	<i>Asteraceae</i>	29
2	<i>Poaceae</i>	45	2	<i>Poaceae</i>	17
3	<i>Rosaceae</i>	37	3	<i>Fabaceae</i>	11
4	<i>Caryophyllaceae</i>	32	4	<i>Amaranthaceae</i>	13
5	<i>Fabaceae</i>	28	5	<i>Brassicaceae</i>	10
6	<i>Lamiaceae</i>	28	6	<i>Rosaceae</i>	10

Ще більш невизначений родовий спектр адвентивної фракції флори Парку. Перше місце займає рід *Bromus* L. (6 видів), друге – *Vicia* L. (4), а починаючи з третього рангу й далі наступні місця займають по декілька родів, наприклад, *Atriplex* L., *Erigeron* L., *Lamium* L., *Prunus* L., *Setaria* P. Beauv., *Veronica* L. (по 3), наступні – також по кілька родів, що мають у своєму складі по два і один види.

Природна біоморфологічна структура флори Парку сформувалася під впливом факторів, які визначили помірно-континентальний лісовий характер регіону (табл. 3). У біоморфологічній структурі флори всього Східного Полісся переважають однорічні та багаторічні

трави (Лукаш, 2009а, 2009b). Загальна частка дерев'янистих рослин у флорі Парку становить 11,6 % і цей показник дещо вищий або співмірний, порівняно із деякими географічно близькими флорами Лісостепу та Полісся. Так, у природній флорі Києва частка дерев'янистих рослин становить 9,51 % (Гречишкіна, 2010) у аборигенній флорі Ржищівської об'єднаної територіальної громади – 9,4 % (Шиндер та ін., 2021). У спектрі дослідженої флори Парку частка дерев і кущів співмірна, що характерно для лісової та лісостепової зон. Переважаюча частка багаторічних трав у загальній структурі дослідженої флори характерна для флор помірно-континентальних регіонів Голарктики.

Таблиця 3

Біоморфологічна структура флори НПП "Залісся"

Біоморфа	Аборигенна фракція		Адвентивна фракція	
	Кількість таксонів	%	Кількість таксонів	%
Фанерофіти	58	9,5	33	19,9
Хамефіти	24	3,9	1	0,6
Гемікриптофіти	402	65,7	50	30,1
Криптофіти	63	10,3	4	2,4
Терофіти	65	10,6	78	47,0
Всього	612	100,0	166	100,0

В адвентивній фракції флори Парку переважаючою біоморфологічною групою є терофіти (або ярі однорічні трави), що властиво для адвентивної фракції флори України. Внаслідок адвентизації до складу флори проникли два види дерев'янистих ліан (представники родини *Vitaceae*) та зайняли практично вільну еконішу ліаноподібних рослин, в якій були представлені лише трав'яні рослини та напівкущ *Solanum dulcamara* L.

Географічний спектр дослідженої флори, побудований за класичною для східноєвропейської ботанічної географії схемою досить різномірний (табл. 4.), але в ньому якісно переважають широкоареальні таксони (плюререгіональний, голарктичний, євразійський і палеоарктичний геоелементи – разом 291 таксон або 47,5 %) та порівняно висока частка таксонів "північного" характеру: бореального і європейсько-сибірського геоелементів.

Таблиця 4

Географічна структура аборигенної фракції флори

Геоелемент	Кількість таксонів	%
Бореальний	65	10,6
зокрема європейсько-бореальний	14	2,3
палеобореальний	28	4,6
панбореальний	23	3,8
Плюререгіональний	24	3,9
Голарктичний	47	7,7
Євразійський	151	24,7
Палеоарктичний	69	11,3
Європейський	130	21,2
зокрема східноєвропейський	14	2,3
центральні- і західноєвропейський	19	3,1
європейсько-кавказький	39	6,4
Європейсько-сибірський	20	3,3
Європейсько-субсередземноморський	80	13,1
Субсередземноморський	10	1,6
Євразійський північностеповий	11	1,8
Євразійський степовий	5	0,8
Усього	612	100,0

Отримані в результаті аналізу дані щодо географічної структури природної флори Парку відображають її розташування у південній смузі Східного Полісся, у зв'язку із чим у дослідженій флорі відсутні арктичні та аркто-бореальні види, які і в Східному Поліссі загалом трапляються рідко, перебуваючи тут на південних межах поширення (Лукаш, 2008, 2009а).

Порівняно велику частку у флорі Парку мають геоеlementи "південного" характеру – північностеповий (лісостеповий), степовий, субсередземноморський та європейсько-субсередземноморський (разом 17,3 %). Це виражає певні зв'язки і вплив на формування рослинного покриву даної території більш південних флор. Але оскільки в Заліссі практично відсутні умови для зростання степової рослинності, то і види рослин степового і північностепового геоеlementів, які тут відмічені, є не завжди типовими представниками степової флори, мають переважно широкі ареали та часто приурочені до піщаних субстратів: *Allium podolicum* Blockiex Racib. & Szafer, *Centaurea phrygia* L. subsp. *Pseudophrygia* (C.A.Mey.)

Gugler, *Cirsium canum* (L.) All., *Corispermum canescens* Kit. ex Schult., *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., *Hypericum elegans* Stephan ex Willd., *Linaria odora* (M.Bieb.) Fisch., *Linum flavum* L., *Polygonum novoascanicum* Klokov, *Prunus fruticosa* Pall., *Stipa borysthenica* Klokov ex Prokudin. Частка субсередземноморських видів у флорі досить невисока, вони переважно перебувають на північних межах поширення: *Anchusa procera* Besserex Link, *Melica transsylvanica* Schur, *Chondrilla juncea* L., *Pentanema ensifolium* (L.) D. Gut. Larr., Santos-Vicente. Anderb., E. Rico & M.M. Mart. Ort., *Ranunculus illyricus* L. Значно більше представлений у флорі європейсько-субсередземноморський геоеlement.

Серед видів адвентивних рослин переважають види "південного" походження – із регіонів Давнього Середземномор'я та Азії, разом – 65,1 % (табл. 5). Ця тенденція узагалі характерна для адвентивних видів (Протопопова, 1984), а нині значно інтенсифікувалася внаслідок глобального потепління.

Таблиця 5

Географічна структура адвентивної фракції флори

Походження	Кількість таксонів	%
Субсередземноморське (разом із ірано-туранським елементом)	74	44,6
Американське	38	22,9
Азійське	34	20,5
Європейське	10	6,0
Антропогенне	6	3,6
Євразійський	3	1,8
Африканське	1	0,6
Всього	166	100,0

Серед видів адвентивних рослин за часом занесення 59 (35,5 %) археофітів та 107 (64,5 %) неофітів, що складає понад 21,3 % від усієї флори Парку. Такий показник пов'язаний з добре збереженим природним рослинним покривом території, його площі, часу існування як об'єкта природно-заповідного фонду тощо. Одночасно чітко спостерігається прискорення процесу адвентивізації флори Парку, зокрема неофітизації, що пов'язано із збільшенням антропогенного впливу на рослинний покрив досліджуваної території та наявності антропогенно трансформованих типів біотопів.

Зазначимо, що приналежність деяких видів (наприклад, *Bromus inermis* Leyss., *Corispermum hyssopifolium* L., *Chenopodium album* L., *Holosteum umbellatum* L. та ін.) до природної або адвентивної фракції флори в регіоні дослідження й Україні загалом та їхній статус, зокрема щодо мігрохроноелементів (неофіт/археофіт) є дискусійним і потребує подальшого спеціального вивчення, як із залученням палеоботанічних й молекулярно-генетичних, так і сучасних фітогеографічних даних та переосмислення. Наприклад, згідно з В.В. Протопопової *Corispermum hyssopifolium* є неофітом середземноморського походження, хоча С.Л. Мосякін розглядає його, принаймні у Центральному Придніпров'ї, як природний (Мосякін, 1996). Не зазначений він як чужорідний і у конспекті адвентивної флори Чехії (Pyšeketal., 2022). Згідно з даними сайту iNaturalist (<https://www.inaturalist.org>) ареал виду – типовий східноєвропейський, приурочений до піщаних алювіальних нашарувань. Подібна ситуація і з *C.album*, який в Україні вважався еуапофітом або видом адвентивних рослин, гібридогенним агрегатом str., що виник, ймовірно, на Близькому Сході із зародженням землеробства (Мосякін, 2003).

За способом занесення видів даної фракції на території Парку суттєво переважають ксенофіти 102 (61,4 %) разом із ергазіо-ксенофітами; частка ергазіофітів 64 (38,6 %) також достатньо висока, що є переважно наслідком цілеспрямованої інтродукції чужорідних видів для потреб Парку у минулому.

За ступенем натуралізації у даній фракції флори Парку суттєво домінують епекофіти, тобто види рудеральних місцезростань; агріо-епекофітів, тобто видів, які поширені у рудеральних, але виявляють тенденцію до вкорінення у трансформовані природні угруповання суттєво менше.

За походженням у складі адвентивної фракції флори Парку найбільше видів північноамериканського, дещо менше середземноморських та середземноморсько-ірано-туранських, що загалом характерно й для адвентивної фракції флори України. Склад інших груп за походженням дуже різноманітний, але кількісно вони незначні.

Найбільшу загрозу для фіторізноманіття, як і біорізноманіття Парку загалом, становлять види адвентивних рослин із найвищими ступенями натуралізації, які, вкорінюючись у природний чи напівприродний фітоценози, починають відігравати в ньому роль едификатора та можуть змінювати деякі показники середовища, наприклад режими зволоженості, освітлення, вологості повітря, багатство ґрунту тощо. Прикладами інвазійних видів у Парку, зокрема у його лісовій частині, є *Amorphafruticosa* L. та *Amelanchierxspicata* (Lam.) K. Koch, які культивувалися на його території, згодом здичавіли та зараз спонтанно поширюються, вкорінюючись у природні рослинні угруповання та витісняючи аборигенні види рослин. Так, *A. fruticosa* здавна відома як декоративна культура та закріплювач пісків. Походить із Північної Америки. Точної дати культивування та

фіксації перших здичавілих рослин виду в Парку не встановлено. Негативний вплив виду виявляється у зміні ґрунтових умов (збагачуючи їх азотом), світлового режиму активній ценотичній ролі, особливо в прибережних ценозах, формуючи угруповання прируслової деревно-чагарникової рослинності, що розглядаються на рівні окремих синтаксонів, витримують коливання рівня води та підтоплення. Найбільші його осередки в Парку зосереджені у Рожнянському та Літківському відділеннях. Інший вид *A. spicata* – північноамериканського походження, але не виключено, що має і гібридну природу. Негативний його вплив відбувається внаслідок інтенсивного розростання та активного розмноження. Ірга-легковкорінюється у лісові та лучні рослинні угруповання, що призводить до випадання багатьох природних видів рослин. За сприятливих умов швидко утворює монодомінантні чагарникові угруповання у лісах – зімкнутий ярус підліску і навіть другий ярус деревостою, при цьому різко знижується різноманітність лісових фітоценозів. На території НПП (на той час мисливського господарства), ймовірно, набув поширення, із 60-х років XX століття, зараз активно розповсюджується у Рожнянському та Заліському відділеннях. Серед негативних прикладів інвазій на території Парку є прогресуюче розповсюдження субсередземноморського виду *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile у водно-болотних угіддях урочища оз. Велике, який витісняє природний вид *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud. На луках, особливо на території відділення "Гоголівські гаї" інтенсивно поширюється північноамериканський вид *Solidagocanadensis* L., який швидко захоплює трансформовані ділянки, формуючи щільні популяції. Він агресивний колонізатор напівприродних екотопів, на яких відновлюється рослинний покрив. Висока адаптаційна здатність виду до трофності ґрунтів, інтенсивне вегетативне розмноження, раннє плодоношення, тривале існування клонів призводять до повної трансформації ним видового складу і структури вихідних ценозів, які не поновлюються (Протопопова та ін., 2014). Ці інвазійні види (а також інші, потенційно-інвазійні) потребують постійного моніторингу, а за можливості – застосування заходів контролю для зменшення їх негативного впливу, наприклад, проведення санітарних рубок, викошування травостою з участю інвазійних рослин.

Поряд із процесами адвентизації флори Парку спостерігається і посилення процесу апофітизації. Апофіти – одна із цікавих і динамічних груп місцевої флори певного регіону чи певної території. Вона об'єднує у своєму складі у різній ступені антропоотолерантні види рослин природної фракції флори, які освоюють антропогенно трансформовані ділянки та самостійно відновлюють на них свої популяції. Види з високою антропоотолерантністю небезпечні передусім тим, що серед них є багато бур'янів, які вкорінюються у порушені рослинні угруповання, наприклад, *Bromus inermis*, *Elymus repens* (L.) Gould. та ін.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що група апофітів у флорі Парку представлена 122 видами судинних рослин, що складає близько 16 %. Суттєву перевагу мають геміапофіти, яких зафіксовано 49 видів, дещо менше інші групи, зокрема евапофіти та евентапофіти. Загалом, це складає близько 26 % від такої ж фракції флори України.

Згідно з ценотичної приуроченості видів апофітної фракції флори Парку, найбільше зафіксовано видів ксеротермних угруповань (30) та лучних (29), дещо

менше піщаних (18) та лісових (16), значно менше степових (8) та рудеральних (7), інші групи – нечисленні. Загалом на території Парку переважають види відкритих місцезростань, що відповідає такому розподілу у апофітній фракції флори України.

Важливою особливістю синантропної флори є співвідношення між видами аборигенної (апофітної) та адвентивної фракцій, що склалися в процесі історичного розвитку. У синантропній флорі України таке співвідношення складає 1 : 1,3 на користь чужорідних видів, у дослідженій флорі Парку цей показник складає 1 : 1,24, також на користь чужорідних видів, що для даної території є досить високим показником.

Найбільш цінною компонентою флори Парку є його раритетні таксони. Серед видів флори Парку виявлено 76 раритетних видів судинних рослин: 2 види занесено до Червоного списку МСОП, 2 види – до Європейського Червоного списку, 10 – до додатку II СІТЕС, 5 видів – до Додатку I Бернської конвенції, 18 видів – до Червоної книги України та 54 види судинних рослин – до Списку регіонально рідкісних, зникаючих видів рослин і грибів, які потребують охорони у Київській та Чернігівській областях (Лукаш, 2009а; Баранський, Коломійчук, 2021). На території Парку є одні з найпівнічніших місцезростань *Stipaborysthenica*. В урочищі "Курилів млинок" виявлено велику ценопопуляцію виду на площі понад 2 га, яка приурочена до припіднятої алювіальної частини заплави колишньої стариці Десни. Тут вид сформував рідкісні лучно-степові, псамофільні угруповання, занесені до "Зеленої книги України" (Зелена, 2009). У межах ценопопуляції вид утворив декілька локусів, у яких він домінує з проєктивним покриттям до 80-90 % (Коломійчук, Баранський, 2021).

Слід відзначити загальний негативний вплив глобального потепління на рослинний покрив Парку, що проявляється у значному зниженні фітоценотичних позицій мезо- тагірофітних видів, які ростуть на перезволожений і заболочених біотопах; втрати стійкості окремих лучних, лісових та болотних угруповань від вторгнення інвазійних видів рослин. Зокрема, нами зафіксовано зменшення популяцій рідкісних лучних видів, наприклад, *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *D. incarnata* (L.) Soó, *Gentiana pneumonanthe* L., *Polemonium caeruleum* L., внаслідок зміни гідрологічних і кліматичних умов. В умовах ксерофітизації кліматичних умов підвищується активність чужорідних видів "південного характеру", зокрема великі площі на водно-болотних угіддях Парку уже займає *Phragmites altissimus* та складає конкуренцію місцевому виду *P. australis*.

Дискусія і висновки

1. У результаті проведеного дослідження встановлено сучасний видовий склад флори судинних рослин Парку – 778 видів і підвидів, із яких 612 – аборигенні рослини, що репрезентує понад половину (58,5 %) різноманіття всієї регіональної флори.

2. Структурні особливості аборигенної фракції флори відображають її досить добре виражений лісовий характер, у зв'язку з розташуванням у південній смузі Полісся. Серед біоморф переважають гемікриптофіти (65,7 %), а частка фанерофітів становить 9,5 %, у географічній структурі – широкоареальні таксони (47,5 %), але досить високі частки європейського (21,2 %), європейсько-субсередземноморського (13,1 %) та бореального (10,6 %) геоелементів флори.

3. Серед видів адвентивної фракції флори найбільша частка має субсередземноморське походження (44,6 %), меншою мірою – північноамериканське (22,9 %)

та азійське (20,5 %). Результати фракційного аналізу вказують, що у синантропізації флори Парку переважає процес адвентивізації. Дані структурного аналізу свідчать, що у розподілі провідних родин, життєвих форм та ценологічної приуроченості видів як адвентивної, так і апофітної фракцій у флорі Парку загалом проявляються тенденції, типові для таких всієї України.

Внесок авторів: Віталій Коломійчук – загальна концепція роботи, планування роботи, збір польового матеріалу, перегляд і редагування роботи; Олександр Шиндер – аналіз даних, написання статті; Олександр Баранський – збір та опрацювання польового матеріалу; Мирослав Шевера – аналіз даних та літературних джерел, написання статті.

Подяки, джерела фінансування. Автори вдячні адміністрації НПП "Залісся" – його директору Т. Когуту та начальнику наукового відділу, канд. біол. наук В. Смаголь за допомогу під час проведення польових досліджень.

Список використаних джерел

- Андрієнко, Т.Л. (Ред.) (2006). *Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона*. Фітосоціоцентр.
- Барановський, Б.О., Манюк, В.В., Іванько, І.А., & Кармизова, Л.О. (2017). Аналіз флори національного природного парку "Орільський". Ліра.
- Баранський, О.Р., & Коломійчук, В.П. (2021). Нові місцезнаходження рідкісних видів флори національного природного парку "Залісся" (Київська обл.). *Вісті біосферного заповідника Асканія-Нова*, 23, 58–63. <https://doi.org/10.53904/1682-2374/2021-23/8>
- Бурда, Р.І., Пашкевич, Н.А., Бойко, Г.В., & Фіцайло, Т.В. (2015). Чужорідні види охоронних флор Лісостепу України. Наукова думка.
- Васильюк, О., Костюшин, В., Норенко, К., Плига, А., Прекрасна, С., Коломицев, Г., & Фатікова, М. (2012). Природно-заповідний фонд Київської області. НЕЦУ.
- Гречискіна, Ю.В. (2010). Природна флора судинних рослин м. Києва: дис... к.б.н. 03.00.05 – ботаніка. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного.
- Дідух, Я.П. (Ред.) *Зелена книга України*. (2009). Хімдзест.
- Дідух, Я.П., & Шеляг-Сосонко, Ю.Р. (2003). Геоботанічне районування України та суміжних територій Ю.Р. Шеляг-Сосонко. *Український ботанічний журнал*, 60(1), 6–17.
- Дідух, Я.П., Фіцайло, Т.В., Коротченко, І.А., Якушенко, Д.М., Пашкевич, Н.А., & Альошкіна, У.М. (2011). Біотопи лісової та лісостепової зон України. ТОВ "Макрос".
- Зав'ялова Л.В., Протопопова В.В., Панченко С.М., Смаголь В.О., Коломійчук В.П., Кучер О.О., & Шевера М.В. (2022). Синантропізація рослинного покриву України внаслідок воєнних дій. У кн.: Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій. М.С. Мальований, О.В. Степова (ред.). Середняк Т.К., 31–52.
- Клеопов, Ю.Д. (1938). Проект класифікації географічних елементів для аналізу флори УРСР. *Журнал Інституту ботаніки АНУРСР*, 17, 209–219.
- Коломійчук, В.П., & Баранський, О.Р. (2021). Рослинність НПП "Залісся": перше наближення. Сучасні фітосозологічні дослідження в Україні: зб. наук. праць з нагоди вшанування пам'яті видатного фітосозолога, д.б.н., проф. Т.Л. Андрієнко-Малюк (1938-2016 рр.). 5, 9–18. Талком.
- Маринич, О.М., Пархоменко, Г.О., Петренко, О.М., & Шищенко, П.Г. (2003). Удосконалена схема фізико-географічного районування України. *Український географічний журнал*, 2, 16–20.
- Лукаш, О.В. (2008). Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження, концепт. Фітосоціоцентр.
- Лукаш, О.В. (2009а). Систематична структура флори Східного Полісся. *Український ботанічний журнал*, 66(2), 162–170.
- Лукаш, О.В. (2009б). Біоморфологічна структура флори Східного Полісся у контексті соціологічної цінності. *Інтродукція рослин*. 1, 10–17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2556374>
- Лукаш, О.В. (2009с). Флора судинних рослин Східного Полісся: структура та динаміка. Фітосоціоцентр.
- Мосякін, С.Л. (1996). *Corispermum L. Flora Europae Orientalis*, 9, 60–69. Мир і семья-95.
- Мосякін, С.Л. (2003). Систематика, фітогеографія та генезис родини Chenopodiaceae Vent.: дис... д.б.н. 03.00.05 – ботаніка. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного.
- Проект організації території національного природного парку "Залісся", охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів (затверджений Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України (наказ №180 від 26 квітня 2022 р.). (2022). ПРАТ Науково-виробничий комплекс "Курс".
- Протопопова, В.В. (1984). Особливості розподілу синантропних рослин за окремими ботаніко-географічними районами України. *Український ботанічний журнал*, 41(1), 46–49.
- Протопопова, В.В., Шевера, М.В., Федорончук, М.М., & Шевчик, В.Л. (2014). Види трансформери Середнього Придніпров'я. *Український ботанічний журнал*, 71(5), 563–572.
- Сележінський, І. (1905). О некоторых растениях, собранных в южной части Остерского уезда Черниговской губернии. *Труды Ботанического сада императорского Юрьевского университета*, 7(1), 10–13.
- Стецюк, В.В. (Ред.) (2010). *Рельєф України*. Слово.
- Шиндер, О.І., Безсмертна, О.О., & Кучер, О.О. (2021). Флора Ржищівської МОТГ: структура, регіональні особливості, синантропна та раритетна фракції. Біорізноманіття Ржищівської міської об'єднаної територіальної громади. [Наукові праці Екологічної дослідницької станції "Глибочі Балики"]. 1, 15–100. Друкарт.
- Genovesi, P., & Shine, C. (2004). European strategy on invasive alien species European strategy on invasive alien species Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention) Nature and environment, No. 137. Council of Europe Publishing.
- Global Strategy on Invasive Alien Species (2001). Convention of Biological Diversity, SBSTTA Sixth Meeting. Montreal, 2001, IX.
- Kornas, J. (1968). Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych. *Mater. Zakł. Fitosoc. Stos. U. W.*, 25, 33–41.
- Pyšek, P., Sádlo, J., Chrtěk, J., Chytrý, M., Kaplan, Z., Pergl, J., Pokorná, A., Axmanová, I., Čuda, J., Doležal, J., Dřevojan, P., Hejda, M., Kočár, P., Krtz, A., Lososová, Z., Lustyk, P., Skálová, H., Štajerová, K., Večeřa, M., Vítková, M., Wild, J., & Danihelka, J. (2022). Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction path ways and impacts *Preslia*. 94, 447–577. <https://doi.org/10.23855/preslia.2022.447>
- Raunkiaer, C. (1978). The life forms of plants and statistical plant geography, being the collected papers of C. Raunkiaer. Translated by H. Gilbert-Carter, A. Fausboll, and A.G. Tansley. Oxford University Press, Oxford.
- Thiers, B. (2022). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, New York. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

References

- Andriyenko, T.L. (Ed.) (2006). Phytodiversity of the Ukrainian Polissia and its protection. *Fitosotsiotsentr* [in Ukrainian].
- Baranovskiy, B.O., Manyuk, V.V., Ivanko, I.A., & Karmyzova, L.O. (2017). *Analysis of the flora of the Orilskyi National Nature Park*. Lira [in Ukrainian].
- Baranskiy, O.R., & Kolomyichuk, V.P. (2021). New locations of rare species of flora of the Zalissya National Nature Park (Kyiv region). *News of the Askania-Nova Biosphere Reserve*, 23, 58–63 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.53904/1682-2374/2021-23/8>
- Burda, R.I., Pashkevych, N.A., Boyko, H.V., & Fitsaylo, T.V. (2015). Alien species of the protect floras of Forest-Steppe of Ukraine. *Naukova dumka* [in Ukrainian].
- Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Green Book of Ukraine*. Khimdzhest [in Ukrainian].
- Didukh, Ya.P., Shelyag-Sosonko, & Yu.R. (2003). Geobotanical zoning of Ukraine and adjusting territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1), 6–17 [in Ukrainian].
- Didukh, Ya.P., Fitsaylo, T.V., Kоротченко, I.A., Yakushenko, D.M., Pashkevich, N.A., & Aloskina, U.M. (2011). Biotopes of forest and forest-steppe zones of Ukraine. LLC Makros [in Ukrainian].
- Genovesi, P., & Shine, C. (2004). European strategy on invasive alien species European strategy on invasive alien species Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention) Nature and environment, No. 137. Council of Europe Publishing.
- Global Strategy on Invasive Alien Species. (2001). Convention of Biological Diversity, SBSTTA Sixth Meeting. Montreal, 2001, IX.
- Hrechyskyna, Yu.V. (2010). Natural flora of vascular plants of Kyiv: Diss. ... k.b.n. 03.00.05 – botany [in Ukrainian].
- Kleopov, Yu.D. (1938). The project of classification of geographical elements for the analysis of the flora Ukrainian SSR *Journal of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*. 17, 209–219 [in Ukrainian].
- Kolomyichuk, V.P., & Baranskiy, O.R. (2021). Vegetation of the "Zalissya" NPP: a first approximation / Modern phytosociological studies in Ukraine: coll. of science works on the occasion of honoring the memory of the outstanding phytosociologist, Doctor of Science, Prof. T.L. Andrienko-Malyuk (1938-2016). 5, 9–18. Talkom [in Ukrainian].
- Kornas, J. (1968). Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych. *Mater. Zakł. Fitosoc. Stos. U.W.*, 25, 33–41.
- Lukash, O.V. (2008). Flora of vascular plants of Eastern Polissia: research history, synopsis. *Fitosotsiotsentr* [in Ukrainian].
- Lukash, O.V. (2009a). Systematic structure of the flora of Eastern Polissia. *Ukrainian Botanical Journal*, 66(2), 162–170. [in Ukrainian].
- Lukash, O.V. (2009b). Biomorphological structure of the flora of Eastern Polissia in the context of sociological value. *Introduction of plants*. 1, 10–17. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2556374>
- Lukash, O.V. (2009c). Flora of vascular plants of Eastern Polissia: structure and dynamics. *Fitosotsiotsentr* [in Ukrainian].

Marynych, O.M., Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M., Shyshchenko, P.H. (2003). Improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 16–20 [in Ukrainian].

Mosyakin, S.L. (1996). *Corispermum* L. *Flora Europae Orientalis*, 9, 60–69. Mir i semya-95 [in Ukrainian].

Mosyakin, S.L. (2003). Systematics, phytogeography and genesis of the family Chenopodiaceae Vent.: diss... d.b.n. 03.00.05 – botany [in Ukrainian].

Project for the organization of the territory of the Zalissya National Nature Park, protection, reproduction and recreational use of its natural complexes and objects (approved by the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine (Order No. 180 of April 26, 2022). (2022). Scientific and Production PRAO "Kurs" complex [in Ukrainian].

Protopopova, V.V. (1984). Peculiarities of the distribution of synanthropic plants in different botanical and geographical regions of Ukraine. *Ukrainian botanical journal*, 41(1), 46–49 [in Ukrainian].

Protopopova, V.V., Shevera, M.V., Fedoronchuk, M.M., & Shevchik, V.L. (2014). Types of transformers of the Middle Dnieper. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(5), 563–572 [in Ukrainian].

Pyšek, P., Sádlo, J., Chrtěk, Jr. J., Chytrý, M., Kaplan, Z., Pergl, J., Pokorná, A., Axmanová, I., Čuda, J., Doležal, J., Dřevojan, P., Hejda, M., Kočár, P., Körtz, A., Lososová, Z., Lustyk, P., Skálová, H., Štajerová, K., Večeřa, M., Vitková, M., Wild, J., & Danihelka, J. (2022). Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia*, 94, 447–577. <https://doi.org/10.23855/preslia.2022.447>

Raunkiaer, C. (1978). The life forms of plants and statistical plant geography, being the collected papers of C. Raunkiaer. Translated by H. Gilbert-Carter, A. Fausboll, and A. G. Tansley. Oxford University Press, Oxford.

Selezhynskiy, Y. (1905). About some plants collected in the southern part of Ostersky uyezd, Chernihiv province. *Proceedings of the Botanical Garden of the Imperial Yuryev University*, 7(1), 10–13 [in Ukrainian].

Shynder, O.I., Bezsmertna, O.O., & Kucher, O.O. (2021). Flora of Rzhyschivska MOTG: structure, regional features, synanthropic and rare fractions. Biodiversity of Rzhyschiv city united territorial community. [Scientific works of the Ecological Research Station "Hlyboki Balyki"]. 1, 15–100. Druk Art [in Ukrainian].

Stetsyuk, V.V. (Ed.) Relief of Ukraine (2010). Slovo [in Ukrainian].

Thiers, B. (2022). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, New York.. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

Vasylyuk, O., Kostyushyn, V., Norenko, K., Plyha, A., Prekrasna, Ye., Kolomytsev, H., Fatikova, M. (2012). Nature reserve fund of Kyiv region. NETSU [in Ukrainian].

Zavyalova, L.V., Protopopova, V.V., Panchenko, S.M., Smahol, V.O., Kolomyichuk, V.P., Kucher, O.O., & Shevera, M.V. (2022). Synanthropization of vegetation cover of Ukraine as a result of military operations. In the book: Overcoming ecological risks and threats to the environment in emergency situations. M.S. Malyovano, O.V. Stepova (ed.). 31–52. Serednyak T.K. [in Ukrainian].

Отримано редакцією журналу / Received: 03.11.23

Прорецензовано / Revised: 07.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 07.03.24

Vitalii KOLOMIICHUK¹, DSc (Biol.)

ORCID ID: 0000-0001-5767-344X

e-mail: vkolomyichuk@ukr.net

Olexandr SHYNDER², PhD (Biol.)

ORCID ID: 0000-0003-1146-0873

Olexandr BARANSKYI², PhD (Biol.)

ORCID ID: 0000-0002-9808-1990

M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Myroslav SHEVERA³, PhD (Biol.)

ORCID ID: 0000-0002-1178-0458

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

FLORA OF VASCULAR PLANTS OF NATIONAL NATURE PARK "ZALISSIA" (KYIV AND CHERNIHIV REGIONS)

Background. The aim of our study is to establish the current species composition of the flora of vascular plants of the National Nature Park "Zalissia" (Kyiv and Chernihiv regions, Ukraine), its analysis and identification of regional peculiarity.

Methods. Research methods are classical comparative floristic, which are used for vegetation research during field trip, and its further camera processing as well as critical analysis of the literature and herbarium data. Scientific novelty is at first on the territory of the Park, which had been closed for a long time to such research, complexes floristic inventarization studies were conducted.

Results. The results of the study was analyzed and for the first time integral data on the structure of the flora were obtained. The taxonomic composition of the flora of the Park has been established (778 species and subspecies of vascular plants), which is more than half (58.5 %) of the diversity of the regional flora of Eastern Polissia. The results of the fractional and structural analysis of the flora of the Park are presented. The flora is consists of 612 native and 166 alien taxa. Systematic, life form and geographical analysis of the flora was carried out, and its peculiarities were identified. The native and alien fractions of the Park's flora were analyzed. The structural features of the native fraction of the flora reflect its rather well-defined forest character. In the family spectrum, the highest positions belong to Asteraceae, Poaceae and Rosaceae. The hemicryptophytes (65.7 %) predominate in life form spectra, and the total share of woody plants is 11.6 %. Widespread taxa are dominated, but a high share of Boreal, European, and European-sub-Mediterranean geoelements.

Conclusions. The results of the fractional analysis indicate that the adventitization process dominates the synanthropization of the flora. The taxa of sub-Mediterranean origin are dominated in alien fraction flora, and American and Asian origin species have the largest number.

Keywords: biodiversity, spontaneous flora, vascular plants, aboriginal and alien fractions, "Zalissia" National Nature Park, Polissia.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; у рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

УДК 612.35:616.36

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.32-37>

Вікторія КРАВЧЕНКО, канд. біол. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0001-5571-3479

e-mail: viktoriia.kravchenko@knu.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Марія БОНДАРЕНКО, канд. біол. наук

ORCID ID: 0000-0002-2755-9248

e-mail: bondarenko_maria@knu.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Анна ХОДАКІВСЬКА, магістр

ORCID ID: 0009-0001-8434-5430

e-mail: annakhodakivska@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВПЛИВ ФОНОВОЇ МУЗИКИ НА ПАРАМЕТРИ УВАГИ ТА ЕЛЕКТРИЧНУ АКТИВНІСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Вступ. Фонова музика часто використовується під час розумової роботи, проте чи дійсно вона допомагає у цих задачах, чи це просто звичка, яка може знижувати продуктивність роботи, питання, яке потребує досліджень. Дані літератури свідчать про різновекторний вплив музичного супроводу на когнітивні функції, що залежать від жанру, музичного досвіду, властивостей нервових процесів людини, що може бути наслідком індивідуальної мінливості нейронних реакцій на музику. Метою роботи було вивчення впливу фонові музики на виконання завдань, що потребують концентрації уваги, та з'ясування нейрофізіологічних механізмів, що лежать в основі цих процесів за допомогою аналізу електричної активності мозку.

Методи. В дослідженні взяло участь 20 студентів віком від 18 до 25 років. Оцінку уваги здійснювали за результатами тесту "коректурна проба". ЕЕГ реєстрували під час проходження тестів на увагу в тиші та під час фонові звуку класичної музики. Проводився груповий порівняльний аналіз спектральної потужності в наступних частотних діапазонах: тета (4–7,49 Гц), альфа-1 (7,5–9,9 Гц), альфа-2 (10–12,9 Гц), бета-1 (13–23,9 Гц), бета-2 (24–35 Гц).

Результати. Виявлено, що на фоні музики знижувалась швидкість, загальна кількість переглянутих та викреслених літер в коректурній пробі порівняно з виконанням без музики. Кількість помилок і показник концентрації уваги не відрізнялись без музики та за її присутності. Виконання завдань на фоні музики супроводжувалося зниженням спектральної потужності ЕЕГ в тета та бета-2 частотних діапазонах порівняно із аналогічним завданням без музики.

Висновки. Фонова музика погіршувала продуктивність виконання завдань, але не впливала на її точність, що свідчить про наявність інтерференції між обробкою слухових та зорових стимулів. Зниження спектральної потужності в тета- та бета-2 частотних діапазонах ЕЕГ при виконанні коректурної проби на фоні музики відображує зменшення навантаження на оперативну пам'ять та рівня напруженості. Такі зміни можуть бути наслідком зниження новизни завдання та заспокійливого впливу приємної музики. Використання музики у ролі фону для розумової праці залишається спірною ідеєю, з огляду на зниження темпу роботи, хоча музика може бути корисним інструментом для нормалізації психоемоційного стану.

Ключові слова: фонова музика, когнітивні функції, концентрація уваги, ЕЕГ, спектральна потужність, виконання завдань, навантаження на оперативну пам'ять.

Вступ

Багато людей використовує музичний супровід для виконання різних повсякденних завдань, у тому числі тих, що вимагають суттєвого розумового навантаження. Проте чи дійсно музика нам допомагає у цих задачах, чи це просто звичка, яка може знижувати продуктивність роботи, питання, що потребує наукового підходу. Бо окрім суто психологічного ефекту покращення емоційного стану при прослуховуванні приємної музики, в мозку можуть відбуватись конкуруючі процеси за ресурси робочої пам'яті при одночасному виконанні завдання та прослуховуванні музики, що може негативно позначитись на швидкості та/або якості роботи.

Метою нашої статті є вивчення впливу фонові музики на виконання завдань, що потребують концентрації уваги та з'ясування нейрофізіологічних механізмів, що лежать в основі цих процесів за допомогою аналізу електричної активності мозку.

Огляд літератури.

Питання впливу фонові музики на перебіг когнітивних процесів є предметом вивчення як психологів, так і психофізіологів. Зважаючи на повсюдний музичний супровід у громадських місцях, в офісах, поширення великої кількості списків аудіотреків "для продуктивної праці" на стрімінгових сервісах, важливо зрозуміти, яка

саме музика може покращувати виконання завдань, чи принаймні не відволікати від них, та з'ясувати, чи це підходить для всіх людей, чи для осіб з певними властивостями нервової системи. У роботі Cassidy G. та MacDonald R. (2007) показано, що за наявності музичного фону різного жанру (збуджуючого та заспокійливого) результати тестів на короткочасну пам'ять та Струп-тесту, за яким оцінюють увагу, погіршувались порівняно з групою, що виконувала ці завдання в тиші. При цьому ефект був більш виражений у інтровертів, які показали найвищі результати в завданнях у тиші, і мали найбільше погіршення на фоні різних типів музики та шуму, використаного в дослідженнях. В оглядовій роботі Küssner M. B (2017), проаналізовані наявні дослідження щодо впливу фонові музики на продуктивність когнітивних завдань, показано, що фонова музика може мати різноманітні ефекти на увагу та когнітивні функції, як корисні так і шкідливі. Причому автори вважають, що класична теорія Ганса Айзенка щодо низького рівня активації головного мозку в екстравертів, а отже доцільність застосування бадьорі музики для них, не пояснює різноманітних ефектів музики на людей з різним рівнем екстраверсії. Важливим є не тільки аналіз результатів тестів на увагу та пам'ять на фоні музики, а і

аналіз електричної активності мозку в цих станах, який допомагає прояснити, які саме зміни відбуваються у зв'язку з присутністю музичного фону під час діяльності. На основі аналізу наявних досліджень автор робить висновок, що більш ефективним є слухання стимулюючої музики перед початком розумової роботи, а не під час. Також є дані про позитивний ефект музики на увагу, наприклад, Woods K та ін. (2021) виявили, що стимулююча музика може підтримувати увагу у осіб із труднощами в концентрації уваги, впливаючи на численні взаємопов'язані нейромережі, які зазвичай об'єднані, щоб підтримувати виконання різноманітних когнітивних завдань. Крім того, дослідження Du M. та ін. (2020) показали, що фонова музика впливає на нейрональні реакції під час розуміння читання, підкреслюючи вплив музики на когнітивні процеси. А в роботі Que Y. та ін. (2023) вивчали вплив фонові музики на розуміння прочитаного тексту та аналізували рівень когнітивного навантаження за рухами очей. Було показано, що хоч результати тестування після читання тексту не відрізнялися в групі з фоновою музикою та без неї, за характером фіксацій очей група на фоні музики мала більше навантаження, втім рівень його залежав від звички учасників виконувати завдання під музику. Загалом, література підтверджує, що фонова музика може впливати на завдання, що потребують уваги, причому дані ЕЕГ надають цінні уявлення про нейрональні механізми цих ефектів.

Методи

Було проведено дослідження параметрів уваги та електричної активності головного мозку в стані спокою та під час виконання тесту "коректурна проба" 20 студентів КНУ імені Тараса Шевченка віком 17-25 років ($18,12 \pm 1,96$), з них 18 обстежуваних було жіночої статі. Усі обстежувані були здоровими та не хворіли на неврологічні та психічні захворювання. Згідно з протоколом дослідження, у обстежуваних реєстрували ЕЕГ в стані спокою та під час виконання тесту спочатку без фонові музики, потім у тій же послідовності, але наступні етапи супроводжувалися звучанням музики. У ролі музичного супроводу було використано аудіозаписи творів французького композитора Клода Дебюссі для фортепіано. Музика Клода Дебюссі відзначається ніжністю та ефемерністю звуків, які створюють атмосферу мрійливості та легкості, в якій мелодійні лінії переплітаються з дивовижною гармонією. Обрали саме цю музику, оскільки хоч вона й належить до класичної, та є менш відомою для пересічної людини, що не має музичної освіти, то ж ми уникали ефекту знайомості мелодій, так як знайома приємна музика має виражений вплив на емоції, які складно порівнювати при аналізі.

Оцінку довільної уваги здійснювали за допомогою бланкового варіанту методики "Коректурна проба" (Психологу для роботи, 2012, с. 22) двічі – без та на фоні музичної стимуляції. Після опрацювання результатів аналізували наступні показники: загальний час виконання проби (t , с); загальна кількість переглянутих символів до останнього вибраного символу (N , шт); Загальна кількість викреслених символів (M , шт); Пропущені символи (P , шт); помилково вибрані символи (O , шт). На основі цих показників розраховували показник швидкості уваги (продуктивність уваги) – $A=N/t$ (знаків за секунду); концентрація уваги (% пра-

вильно виділених символів від усіх, що потрібно було виділити) $K=((M-O)*100)/n$ (%).

Запис ЕЕГ проводили у спеціально обладнаному приміщенні за допомогою багатоканального електроенцефалографа "Нейрон-Спектр-4". ЕЕГ реєстрували монополярно, у ролі референтного використовувався іпсилатеральний вушний електрод. Електроди розміщувались за міжнародною системою 10–20 % у 16 симетричних точках поверхні голови: передлобових ($Fp1/Fp2$), середньолобових ($F3/F4$), бічнолобових ($F7/F8$), центральних ($C3/C4$), передніх ($T3/T4$) та задніх скроневих ($T5/T6$), тім'яних ($P3/P4$) та потиличних ($O1/O2$) та 3-х центральних (Fz , Cz та Pz) – всього 19 відведень. проведено аналіз первинних даних ЕЕГ від 20 учасників експерименту, всього – 140 проб. Отримані дані були оброблені в середовищі MATLAB 2020B (The MathWorks) за допомогою програмного пакету EEGLAB2020.1 (SCCN, <https://scn.ucsd.edu/eeqlab>). Було проведено попередню обробку сигналів електричної активності головного мозку.

На першому етапі в записах за допомогою режектучого фільтру були відсічені дані, які не знаходились у межах частот від 1 до 45 Гц, і за допомогою мережевого фільтру – дані, які знаходились на частоті 50 Гц. На наступному етапі встановлювали референтну точку системи монтажу. Для виявлення та видалення окорухових артефактів використали аналіз незалежних компонент (ICA). На основі оброблених даних проводився груповий аналіз та були розраховані топокарти спектральної потужності (СП) в наступних частотних діапазонах тета-ритм (4–7,49 Гц), альфа-1 (7,5–9,9 Гц), альфа-2 (10–12,9 Гц), бета-1 (13–23,9 Гц), бета-2 (24–35 Гц).

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою програмного пакету STATISTICA 12 (TIBCO, Пало-Альто, США). За допомогою критерію Шапіро-Вілکا було встановлено, що переважна більшість аналізованих ЕЕГ показників не характеризувались нормальним розподілом даних, тому для оцінки значущості отриманих змін використовували непараметричні статистичні критерії. Для порівняння залежних вибірок використовували критерій Вілкоксона. Для порівняння показників коректурної проби застосовували t -критерій Ст'юдента для перевірки рівності середніх значень у двох вибірках. Рівень значущості приймали за 0,05.

Результати

Перш за все ми опитували обстежуваних, чи сподобалась їм музика, яка використовувалась у ролі фонові в другій частині дослідження. За 5-бальною шкалою ця музика була оцінена обстежуваними на $4,88 \pm 0,33$. Із 20 обстежуваних двоє відповіли, що музика їм заважала зосередитись на виконанні завдань, решта учасників відзначили, що музика допомагала зосередитись (12) або не впливала (6). Точно визначити які саме музичні твори звучали під час експерименту не зміг жоден з обстежуваних, проте визначило музику як "трохи знайому" троє з двадцяти респондентів. Тож загалом застосована нами у ролі фону фортепіанна музика Клода Дебюссі була оцінена обстежуваними як приємна, мало-знайома, та така, що не заважає виконанню завдань.

Результати статистичного аналізу показників коректурної проби без музики та за умов фонові музичної стимуляції наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники коректурної проби за умов її виконання в тиші та на фоні музичного супроводу ($M \pm SD$), $n=20$.

Показник уваги	Без музичного супроводу	На фоні музичного супроводу	Рівень значущості, p
Концентрація, ум.од	94,40 $\pm$ 4,04	94,14 $\pm$ 4,74	0,736
Швидкість, знаків/с	1,64$\pm$0,39	1,32$\pm$0,41	0,014
Загальна к-сть знаків	490,75$\pm$118,38	396,40$\pm$125,11	0,013
К-сть викреслених літер	117,1$\pm$22,67	94,65$\pm$35,47	0,014
К-сть пропущених літер	6,85 $\pm$ 6,34	5,47 $\pm$ 5,87	0,524
Помилково викреслені літери	0,55 $\pm$ 1,00	0,47 $\pm$ 0,84	0,878

Як видно з наведених даних, під час звучання фонової музики продуктивність роботи з бланками знижувалась, що відображено в показниках швидкості, загальної кількості переглянутих знаків та кількості викреслених відповідно до завдання літер. Проте показники, які характеризують точність роботи і концентрацію уваги не відрізнялись без та на фоні музикального супроводу.

Порівняльний аналіз спектральної потужності (СП) основних частотних діапазонів ЕЕГ під час виконання коректурної проби в тиші та на фоні музики показав (див. рис. 1), що порівняно із музичним фоном виконання тесту на увагу в тиші супроводжувалося вищою СП в тета-діапазоні ЕЕГ в лівих передлобовому, задньоскронево, центральному та правому середньолобововому відведеннях. В діапазоні альфа-ритму відмінності між тишею і музичним фоном були дуже незначні – зафіксовано вищу СП в лівому тім'яному та правому задньоскронево відведеннях для альфа-1, та вищу СП альфа-2 у лівому передлобовому відведенні. Жодних значущих відмінностей не виявлено у бета-1 піддіапазоні. Натомість найбільш суттєва різниця в СП між виконанням завдання в тиші та на фоні музики відзначалась у високочастотному бета-2 діапазоні, як видно з рис. 1, амплітуда цих хвиль ЕЕГ значуще знижувалась по всьому скальпу під час наявності музичного фону.

Дискусія і висновки

Як видно з результатів, наявність фонової музики під час виконання завдання, що потребує певного рівня зосередженості позначилась на продуктивності обробки інформації, що виявилось у зниженні швидкості роботи, проте не позначилось на точності, оскільки кількість помилок та пропущених знаків не змінилась. Отримані дані перегукуються з дослідженням Cassidy G. and MacDonald R. (2007), в яких продуктивність виконання була знижена для всіх когнітивних завдань (тести на пам'ять та Струп-тест) за наявності фонового звуку (музики або шуму) порівняно з тишею. Щоб зрозуміти, що стоїть за цими результатами, звернемося до порівняння СП в різних частотних діапазонах ЕЕГ. Основні зміни стосувались тета- та бета-2 піддіапазонах, СП в яких була значно вища без музичного супроводу.

Функціональне значення тета-ритму за умов розумової праці полягає в забезпеченні процесів оперативної пам'яті, зростання СП в тета-діапазоні відображує збільшення когнітивного навантаження (Puta, 2018), а зростання в лівій лобовій корі пов'язують зі збільшенням кількості слухової і зорової інформації, яку потрібно запам'ятати (Demanele, 2013). Зменшення СП тета-ритму під час виконання коректурної проби на фоні музики можна пояснити тим, що це завдання обстежуваними виконувалось вдруге під час музики, відповідно вже міг виробитись певний алгоритм дії і навантаження на систему робочої пам'яті було меншим.

Проаналізуємо наявну в обох умовах виражену СП в бета-1 діапазоні ЕЕГ. Низькочастотний піддіапазон бета-ритму вважається згідно з даними літератури

(Abhang et al., 2016) маркером сфокусованої, зверненої всередину уваги. Вираженість бета-хвиль в ЕЕГ при виконанні завдань на увагу були описані в роботі (Riddle J. et al., 2019), де простежили причинно-наслідкові докази ролі коливань бета-діапазону в задачах, що вимагають тор-ддаун уваги. Крім того, Ko et al. (2017) продемонстрували, що потужність бета-діапазону, особливо в потиличній області, пов'язана із зоровою увагою, її збільшення фіксували перед правильними відповідями. Крім того, Kapsali et al. (2020) припустив, що зміни в низькочастотних бета-коливаннях свідчать про залучення нейронних ансамблів, які кодують важливу для завдання інформацію в когнітивних процесах, таких як увага. Ґрунтуючись на нещодавніх дослідженнях, Küssner M.B (2017) припускає, що бета-потужність може бути не лише індикатором пильності та уваги, але й предиктором виконання когнітивних завдань. Зазначимо, що в нашому дослідженні змін у низькочастотному діапазоні на фоні музики не відбулося – фокус спостерігався у тім'яно-потиличних ділянках, де знаходяться асоціативні зони, залучені в обробку зорових символів як в тиші, так і на фоні музики. То ж, можна припустити, що наявність музичного фону не порушувала процеси концентрації, що також видно з результатів коректурної проби.

Щодо бета-2 діапазону – в ЕЕГ літературі (Abhang et al., 2016) він описується як один із корелятивів занепокоєння, високого рівня збудження, енергійності, що може супроводжувати виконання завдань. Тут дуже прикметно, що саме СП бета-2 коливань знизилась на фоні музики. У роботі Ko L. з співавт. (2017) було показано, що подовженню часу відповіді передувало збільшення дельта- і тета-коливань ЕЕГ в потиличних ділянках та зниження бета-потужності в потиличній та скроневій областях, останнє перекликається з нашими результатами на фоні музики. То ж можемо припустити, що в нашому дослідженні при проходженні тестів на увагу на фоні музики знизився рівень напруги порівняно з першим проходженням коректурної проби, і тут може бути два пояснення – або це результат зменшення новизни при виконанні роботи, або це заспокійливий ефект фонової музики. З одного боку, тип задачі при виконанні на фоні музики дійсно вже був знайомим, але конкретне завдання, які саме літери викреслювати, а які підкреслювати в коректурній пробі відрізнялися від першого тестування, то ж певний елемент новизни все ж був присутній. Враховуючи зниження швидкості роботи все ж вважаємо, що зниження СП у високочастотному бета-діапазоні є проявом заспокійливого впливу музики, що звучала під час виконання завдань. В дослідженні Nadon É. з співавт. (2021) показано, що музика з низьким темпом, м'якими звуками або безліччю нюансів може мати заспокійливий ефект на мозкову активність, використаний нами музичний фон якраз підпадає під зазначені характеристики.

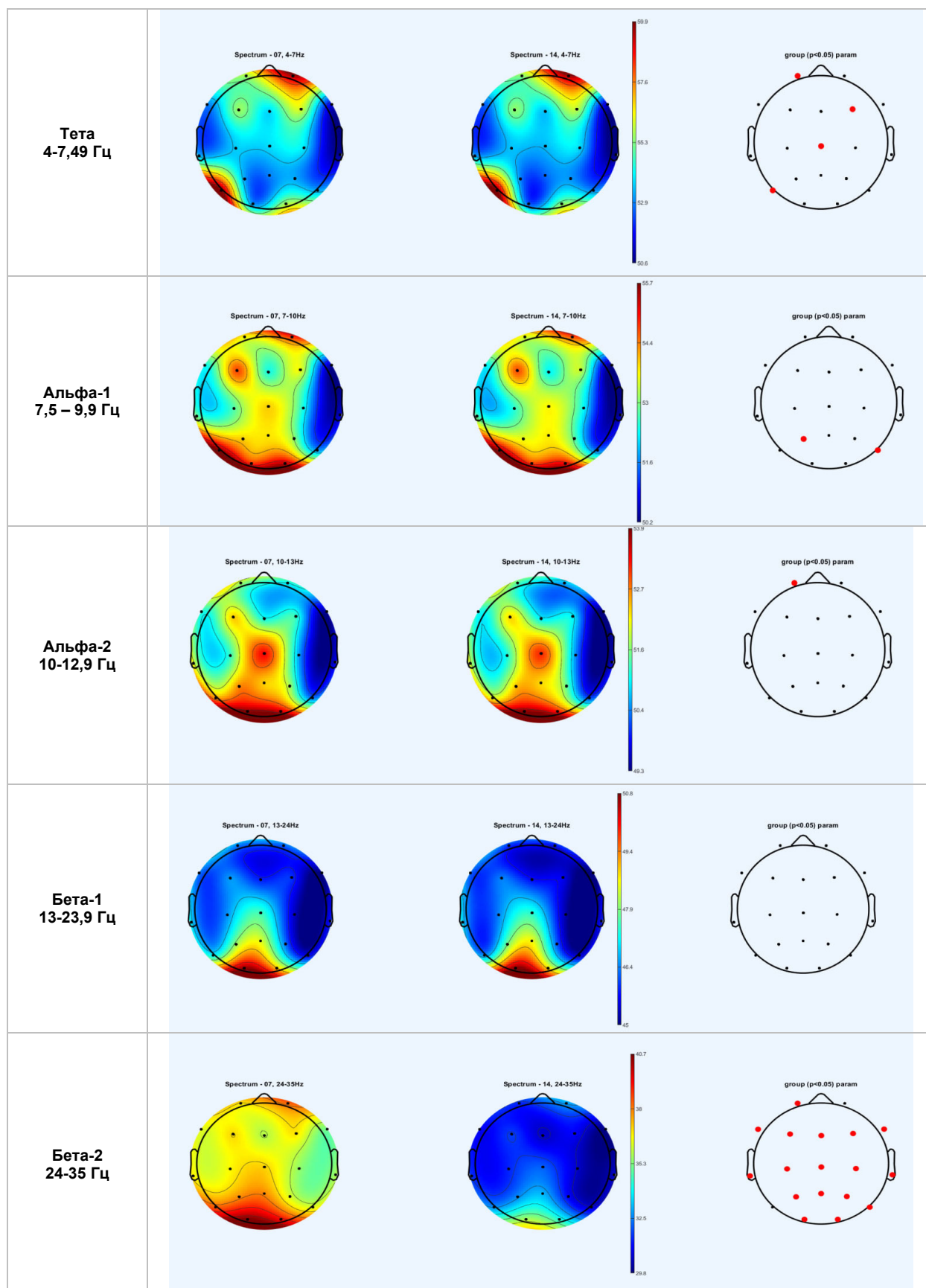


Рис. 1. Топографічні карти спектральної потужності в основних частотних діапазонах ЕЕГ під час виконання коректурної проби без музики (ліворуч) та на фоні музичного супроводу (по центру) (n=20). Праворуч чорними точками представлено відведення ЕЕГ, червоні точки позначають ті ділянки, де зафіксовані значущі відмінності ($p < 0,05$) порівняно з групою без фонові музичної стимуляції. Кольорова шкала ілюструє значення потужності (мкВ^2) в кожному частотному діапазоні

Те, що застосована нами заспокійлива музика Дебюссі сповільнила темп роботи, але не погіршувала концентрацію уваги, може бути відправною точкою для подальших досліджень з урахуванням вихідного рівня активності кори великих півкуль обстежуваних. У роботі Burkhard A та ін. (2018) не було виявлено змін швидкості реакції вибору та кількості пропущених у цьому тесті помилок на фоні як заспокійливої, так і стимулюючої музики. Так само автори не виявили значущих відмінностей у латентностях та амплітуді потенціалів, пов'язаних із подіями, які вони реєстрували під час проходження тесту реакції вибору. Ймовірно для завдань типу реакції вибору, яке є досить простим і не вимагає значних ресурсів уваги, музичний фон не конкурує із завданням, оскільки різні нейромережі залучені в їх обробку.

Варто відзначити, що суб'єктивно більшість обстежуваних звітували про позитивний вплив музики на їх зосередженість на завданнях, хоча об'єктивно ми виявили зниження темпу і відсутність змін у точності роботи. Цей результат перекликається з даними, описаними Kiss L. та ін. (2021), в їх дослідженні фонова музика ніяк не вплинула на показники часу реакції, проте результати опитування свідчили про покращення концентрації за рахунок зменшення "блукання думок" на фоні музики. Тут застосовували різні за жанрами музичні твори, відібрані за принципом вподобання самих обстежуваних. Схоже, що люди, не маючи об'єктивних критеріїв їх роботи, можуть мати хибні уявлення щодо впливу фонової музики, за рахунок покращення психоемоційного стану.

Загалом мозок людини часто стикається з ситуацією, коли потрібно обробляти мультимодальну інформацію, найчастіше якраз із зорового та слухового каналу. Слухові стимули можуть перешкоджати зоровій обробці, навіть якщо вони не містять слів, тобто нема прямої інтерференції між завданнями. У роботі Du M. зі співавт. (2020), проаналізували, як впливала фонова музика на амплітуду компоненту N400, що виникає при завданнях, де потрібно опрацювати лексичні стимули і виявити в них помилки. Вчені виявили, що хоча якість виконання завдання на фоні музики не змінилася, проте амплітуда N400 на фоні музики зростала, що відображає підвищену складність семантичної інтеграції. Такі зміни в літературі інтерпретують як потребу більших зусиль, щоб інтегрувати значення стимулу в попередні контексти. Тобто навіть якщо об'єктивні результати виконаного завдання на фоні музики не відрізняються від таких в умовах тиші, мозку доводиться докладати більших зусиль, щоб отримати цей результат, розподіляючи увагу між двома потоками. То ж знову виникає питання щодо доцільності будь-якого музичного супроводу під час виконання завдань, особливо пов'язаних із читанням.

Фонова музика під час виконання завдання, що потребує певного рівня зосередженості позначилась на продуктивності обробки інформації, що виявилось в падінні швидкості роботи, проте не позначилась на концентрації уваги. Виконання коректурної проби на фоні музики супроводжувалося зниженням СР тета і високочастотного піддіапазону бета-коливань в ЕЕГ порівняно з виконанням аналогічно завдання в тиші, що відображає зниження навантаження на робочу пам'ять та рівня напруженості. Такі зміни можуть бути наслідком зниження новизни завдання та заспокійливого впливу приємної музики.

Таким чином, хоча фонова музика часто використовується для підтримки уваги, але мало відомо про те,

які музичні властивості сприяють концентрації уваги. Це може бути наслідком міжіндивідуальної мінливості нейронних реакцій на музику. Тому надалі доцільним буде дослідити, які зміни в ЕЕГ людини корелюють з покращенням концентрації уваги на фоні музики, з'ясувати наявність зв'язку з індивідуально-типологічними характеристиками для того, щоб сформулювати індивідуальні рекомендації щодо доцільності використання музичного супроводу під час розумової праці.

Внесок авторів: Вікторія Кравченко – концептуалізація; методологія; аналіз джерел, підготування теоретичних засад дослідження, написання (оригінальна чернетка, перегляд, редагування); Марія Бондаренко – аналіз джерел та збір емпіричних даних; написання (перегляд і редагування); Анна Ходаківська – збір емпіричних даних, формальний аналіз, написання (оригінальна чернетка).

Подяки, джерела фінансування. Автори висловлюють щирі подяки аспірантці кафедри фізіології та анатомії ННЦ "Інститут біології та медицини" Марії Черних за поради та допомогу в обробці ЕЕГ даних у середовищі EEG-lab.

Список використаних джерел

- Психологу для роботи. Діагностичні методики : збірник (2012) [уклад.: М.В. Лемак, В.Ю. Петрище]. Вид. 2-ге, виправл. Видавництво Олександри Гаркуші. С. 22.
- Abhang, P. A., Gawali, B. W., & Mehrotra, S. C. (2016). Technical Aspects of Brain Rhythms and Speech Parameters. In *Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition* (pp. 51–79). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804490-2.00003-8>.
- Puma, S., Matton, N., Paubel, P.-V., Raufaste, É., & El-Yagoubi, R. (2018). Using theta and alpha band power to assess cognitive workload in multitasking environments. *International Journal of Psychophysiology*, 123, 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.10.004>
- Burkhard, A., Elmer, S., Kara, D., Brauchli, C., & Jäncke, L. (2018). The effect of background music on inhibitory functions: an erp study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00293>
- Cassidy, G. and MacDonald, R. (2007). The effect of background music and background noise on the task performance of introverts and extraverts. *Psychology of Music*, 35(3), 517–537. <https://doi.org/10.1177/0305735607076444>.
- Demanuele, C., Broyd, S. J., Sonuga-Barke, E. J. S., & James, C. (2013). Neuronal oscillations in the EEG under varying cognitive load: A comparative study between slow waves and faster oscillations. *Clinical Neurophysiology*, 124(2), 247–262. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.07.021>
- Du, M., Jiang, J., Li, Z., Man, D., & Jiang, C. (2020). The effects of background music on neural responses during reading comprehension. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75623-3>
- Kapsali, F., Zioga, I., Papageorgiou, P., Smyrnis, N., Chrousos, G. P., & Papageorgiou, C. (2020). Event-related eeg oscillations in body dysmorphic disorder. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(3). <https://doi.org/10.1111/eci.13208>.
- Kiss, L., Linnell, K.J. The effect of preferred background music on task-focus in sustained attention. *Psychological Research*, 85, 2313–2325 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01400-6>.
- Ko, L., Komarov, O., Hairston, W. D., Jung, T., & Lin, C. (2017). Sustained attention in real classroom settings: an eeg study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>
- Küssner, M. B. (2017). Eysenck's theory of personality and the role of background music in cognitive task performance: a mini-review of conflicting findings and a new perspective. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01991>
- Nadon, É., Tillmann, B., Saj, A., & Gosselin, N. (2021). The Emotional Effect of Background Music on Selective Attention of Adults. *Frontiers in Psychology*, [online] 12. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729037>
- Que, Y., Zheng, Y., Hsiao, J.H. et al. (2023). Studying the effect of self-selected background music on reading task with eye movements. *Sci Rep*, 13, 1704. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28426-1>
- Riddle, J., Hwang, K., Cellier, D., Dhanani, S., & D'Esposito, M. (2019). Causal evidence for the role of neuronal oscillations in top-down and bottom-up attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(5), 768–779. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01376
- Woods, K., Sampaio, G., James, T., Przyssinda, E., Hewett, A., Spencer, A. & Loui, P. (2021). Stimulating music supports attention in listeners with attentional difficulties. <https://doi.org/10.1101/2021.10.01.462777>

References

- Abhang, P. A., Gawali, B. W., & Mehrotra, S. C. (2016). Technical Aspects of Brain Rhythms and Speech Parameters. In *Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition* (pp. 51–79). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804490-2.00003-8>.
- Burkhard, A., Elmer, S., Kara, D., Brauchli, C., & Jäncke, L. (2018). The effect of background music on inhibitory functions: an erp study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00293>
- Cassidy, G. and MacDonald, R. (2007). The effect of background music and background noise on the task performance of introverts and extraverts. *Psychology of Music*, 35(3), 517–537. <https://doi.org/10.1177/0305735607076444>.
- Demanuele, C., Broyd, S. J., Sonuga-Barke, E. J. S., & James, C. (2013). Neuronal oscillations in the EEG under varying cognitive load: A comparative study between slow waves and faster oscillations. *Clinical Neurophysiology*, 124(2), 247–262. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.07.021>
- Du, M., Jiang, J., Li, Z., Man, D., & Jiang, C. (2020). The effects of background music on neural responses during reading comprehension. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75623-3>
- Kapsali, F., Zioga, I., Papageorgiou, P., Smyrnis, N., Chrousos, G. P., & Papageorgiou, C. (2020). Event-related eeg oscillations in body dysmorphic disorder. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(3). <https://doi.org/10.1111/eci.13208>.
- Kiss, L., Linnell, K.J. (2021). The effect of preferred background music on task-focus in sustained attention. *Psychological Research*, 85, 2313–2325. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01400-6>.
- Ko, L., Komarov, O., Hairston, W. D., Jung, T., & Lin, C. (2017). Sustained attention in real classroom settings: an eeg study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00388>

Küssner, M. B. (2017). Eysenck's theory of personality and the role of background music in cognitive task performance: a mini-review of conflicting findings and a new perspective. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01991>

Nadon, É., Tillmann, B., Saj, A. and Gosselin, N. (2021). The Emotional Effect of Background Music on Selective Attention of Adults. *Frontiers in Psychology*, [online] 12. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729037>

Psychologist for work. Diagnostic methods: collection (2012) [compiled by M.V. Lemak, V.Yu. Petryshche]. Kind. 2nd, corrected Oleksandra Harkusha Publishing House. 22 [in Ukrainian].

Puma, S., Matton, N., Paubel, P.-V., Raufaste, É., & El-Yagoubi, R. (2018). Using theta and alpha band power to assess cognitive workload in multitasking environments. *International Journal of Psychophysiology*, 123, 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.10.004>

Que, Y., Zheng, Y., Hsiao, J.H. *et al.* (2023). Studying the effect of self-selected background music on reading task with eye movements. *Sci Rep*, 13, 1704. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28426-1>

Riddle, J., Hwang, K., Cellier, D., Dhanani, S., & D'Esposito, M. (2019). Causal evidence for the role of neuronal oscillations in top-down and bottom-up attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(5), 768–779. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01376

Woods, K., Sampaio, G., James, T., Przysinda, E., Hewett, A., Spencer, A. & Loui, P. (2021). Stimulating music supports attention in listeners with attentional difficulties. <https://doi.org/10.1101/2021.10.01.462777>

Отримано редакцією журналу / Received: 06.02.24

Прорецензовано / Revised: 06.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 06.03.24

Viktoriia KRAVCHENKO, PhD (Biol.), Assoc. Prof.
ORCID ID: 0000-0001-5571-3479
e-mail: viktoriia.kravchenko@knu.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Maria BONDARENKO, PhD (Biol.)
ORCID ID: 0000-0002-2755-9248
e-mail: bondarenko_maria@knu.ua

Anna KHODAKIVSKA, Master's Student
ORCID ID: 0009-0001-8434-5430
e-mail: annakhodakivska@gmail.com
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

INFLUENCE OF BACKGROUND MUSIC ON ATTENTION PARAMETERS AND ELECTRICAL BRAIN ACTIVITY

Background. Background music is often used during mental work; however, whether it genuinely aids in these tasks or is simply a habit that may decrease work productivity is a question requiring investigation. Literature data indicate a multifaceted influence of musical accompaniment on cognitive functions, depending on genre, musical experience, properties of human nervous processes, which may result from individual variability of neural reactions to music. The aim of the study is to examine the influence of background music on tasks requiring attention concentration and to elucidate the neurophysiological mechanisms underlying these processes through the analysis of brain electrical activity.

Methods. The study involved 20 students aged 18 to 25 years. Attention assessment was carried out based on the results of the "correction test." EEG was recorded during attention tests in silence and during background classical music. Group comparative analysis of spectral power was conducted in the following frequency ranges: theta (4–7.49 Hz), alpha-1 (7.5–9.9 Hz), alpha-2 (10–12.9 Hz), beta-1 (13–23.9 Hz), beta-2 (24–35 Hz).

Results. It was found that background music led to a decrease in speed, the overall number of letters viewed and crossed out in the correction test compared to performance without music. The number of errors and attention concentration indicators did not differ with and without music. Task performance with background music was accompanied by a decrease in EEG spectral power in theta and beta-2 frequency ranges compared to a similar task without music.

Conclusions. Background music worsened task performance but did not affect its accuracy, indicating interference between auditory and visual stimulus processing. The reduction in EEG spectral power in theta and beta-2 frequency ranges during the correction test with background music reflects a decrease in working memory load and stress levels. Such changes may be a consequence of reduced task novelty and the calming influence of pleasant music. The use of music as a background for mental work remains a controversial idea due to the decrease in work.

Keywords: Background music, Cognitive function, Attention concentration, EEG, spectral power, Task performance, Working memory load.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

УДК 591.521

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.38-43>

Наталія БРУСЕНЦОВА, канд. біол. наук

ORCID ID: 0000-0002-1428-4855

e-mail: n_brusentsova@ukr.net

Національний природний парк "Тузлівські лимани", Татарбунари, Україна

Національний природний парк "Слобожанський", Краснокутськ, Україна

Анатолій ПОДОБАЙЛО, канд. біол. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0003-2958-8445

e-mail: podobaylo@knu.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АКТИВНІСТЬ ТВАРИН БІЛЯ НОРИ БОРСУКА (*MELES MELES*) У НПП "ПИРЯТИНСЬКИЙ" (ПОЛТАВСЬКА ОБЛ., УКРАЇНА)

Вступ. Нори є важливим ресурсом, тому вони приваблюють багатьох тварин. Борсуки створюють складні підземні сховища, якими можуть користуватися інші види. Метою дослідження було оцінити активність тварин біля нори борсука у НПП "Пирятинський". Такі довгострокові спостереження біля підземних сховищ найкраще здійснювати за допомогою фотопасток.

Методи. Дослідження проводили у 2021–2023 роках на території НПП "Пирятинський" (Полтавська обл., Лубенський район). Фотопастка Boly BG310-MFP була встановлена біля однієї головної нори борсука. Перегляд, визначення видів тварин та класифікацію знімків фотопастки проводили з використанням програми *diGiKat*.

Результати. Фотопастка у НПП "Пирятинський" відпрацювала 295 пасткодіб та зареєструвала 545 подій. На головній норі борсука зафіксовано 19 видів тварин: 13 ссавців та 6 птахів. За активністю домінували борсук, лисиця, сарна, вівця та мишоподібні гризуни. За отриманими результатами спостережень усіх зареєстрованих тварин розділили за двома класифікаціями: за типом зв'язку з норою (мешканці, потенційні мешканці, шукачі здобичі, відвідувачі та незацікавлені норою) та за частотою відвідування (постійні мешканці, регулярні відвідувачі, нерегулярні відвідувачі та випадкові відвідувачі). Шукачі здобичі біля нори борсука представлені найбільшим видовим різноманіттям (8 видів). Половина видів птахів були випадковими відвідувачами нори, лише сойка регулярно відвідувала та обстежувала викид ґрунту біля входу.

Висновки. Головна нора борсуків у НПП "Пирятинський" є привабливим об'єктом як для тварин, які можуть її безпосередньо використовувати як сховище, так і для тих, які отримують супутню користь, наприклад, полюють поряд. Частота траплення може бути показником важливості нори для тварин, однак велика кількість подій з сарнами та вівцями потребує окремого вивчення цього питання.

Ключові слова: тварина, нора борсука, фотопастка, моніторинг, НПП "Пирятинський".

Вступ

Активність тварин на різних ділянках території проживання не однакова. Біля місць водопою, сховищ, кормових стацій вона значно більша, що відповідає значенню таких об'єктів. Спостереження у привабливих місцях дають багатий матеріал стосовно видового різноманіття, поведінки та екології тварин (Bouroş, Ionescu, & Hodor, 2019; Andersen, Bennett, & Holbrook, 2021; Delgado-Martínez et al., 2023).

Нори є важливим ресурсом, як місця розмноження, зимового сну, укриття від несприятливих умов навколишнього середовища (Reichman, & Smith, 1990; Brøseth, Bevinger, & Knutsen, 1997; Bravo, Belliure, & Rebollo, 2009). Тому вони приваблюють велику кількість тварин, формують та підтримують мережу екологічних зв'язків (Mukherjee et al., 2019; Andersen, Bennett, & Holbrook, 2021). Борсук звичайний або європейський (*Meles meles* Linnaeus, 1758) у країнах Європи є одним з видів, який створює складні підземні сховища. Окремі дослідження описують використання борсучих нір лисицями (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758), єнотоподібними собаками (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834), дикобразами (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) та їхнє співіснування з борсуком (Kowalczyk et al., 2008; Sorpola et al., 2020; Nowakowski et al., 2020). Питання зв'язку інших тварин (особливо тих, яким не притаманна риюча діяльність) із підземними сховищами європейського борсука висвітлені не достатньо і фрагментарно.

Заповідні установи України, заповідники та національні природні парки, активно впроваджують у свою ро-

боту використання фотопасток у дослідженнях тварин: оцінки біорізноманіття, добової активності, виявлення окремих видів та їхнього поширення (Брусенцова, 2021; Вишневський, 2021; Gashchak et al., 2022; Lyubinska et al., 2022). Довгостроковий моніторинг нір також найкраще проводити з використанням фотопасток, на чому наголошують у сучасних дослідженнях (Kluever et al., 2013; Брусенцова, & Яроцький, 2021). У Національному природному парку (НПП) "Пирятинський" фотомоніторинг тварин раніше не проводився.

Метою нашого дослідження було оцінити активність тварин біля нори борсука у НПП "Пирятинський". Основні завдання полягали у виявленні видів тварин, які найчастіше відвідували поселення борсука, визначенні різного функціонального використання нори тваринами та ідентифікації ненорових видів, які виявляли зацікавленість сховищем.

Методи

Дослідження проводили у 2021–2023 роках на території НПП "Пирятинський" (Полтавська обл., Лубенський район). Загальна площа парку складає 12028,48 га. Він охоплює долину річки Удай та її приток у межах Пирятинської міської територіальної громади (Абдулова та ін., 2017).

Для здійснення спостережень за активністю тварин біля головної нори борсука була встановлена фотопастка Boly BG310-MFP. Нора, де проводили дослідження, розташована на схилі заплавної тераси однієї зі стариць р. Удай з північною експозицією. Рослинність представляє собою прирічкові ясенєво-вільхові ліси (оселище

© Брусенцова Наталія, Подобайло Анатолій, 2024

G1.2135 за класифікацією EUNIS), які вузькою смугою відділяють орні землі, поза межами НПП, від осокового купинного болота. Загалом, у підземному сховищі виявлено 7 вхідних отворів, 4-ма з яких користувалися борсуки з різною інтенсивністю протягом періоду досліджень. Нора була визначена як головна під час інвентаризації підземних сховищ норових хижих ссавців у НПП "Пирятинський" у 2020–2021 рр. До цього типу належать нори, які регулярно використовують борсуки впродовж всього року (зазвичай кілька років поспіль), у тому числі для розмноження та зимової сплячки (Roper, 1992).

Фотопастку встановлювали таким чином, щоб у робочу зону пристрою потрапляв головний вхід, яким найчастіше користуються борсуки (вхідний отвір, що має найбільші ознаки розчищення, поряд наявні сліди різної давності, свіжі викиди землі). У 2021 та 2022 роках вона працювала на одному вхідному отворі, а у 2023 році – на іншому, але захоплювала і підхід до сусіднього входу. Пристрій розміщували на дереві на висоті 0,5 м (2023 р.) та 3 м (2021–2022 рр.), що обумовлено пошуком оптимального ракурсу для зйомки. Режим знімання встановлювали серією у 3 кадри з максимальною чутливістю. Встановити фотопастку так, щоб охопити спостереженнями усі вхідні отвори, було неможливо. Під час періодичної заміни картки пам'яті нору перевіряли, оглядали, чи не змінили борсуки головний вхід.

За одну подію приймали появу тварини перед камерою. Різними подіями вважали появу різних тварин пе-

ред камерою, або появу тварини із проміжком у 30 хвилин і більше. Появу тварин, які тримались групою (наприклад, сарни), вважали однією подією. Мишоподібних гризунів враховували однією групою через складність визначення за знімками фотопастки. Складність у підрахунку кількості подій виникала через неможливість індивідуального розпізнавання борсуків, які восени багато часу знаходились біля нори, періодично виходили та заходили у сховище. Серед зібраного матеріалу впродовж всього періоду спостереження присутні і кадри без тварин. Помилкові спрацьовування виникали через перегрівання об'єктів навколишнього середовища (особливо влітку у середині дня), сильний вітер тощо. Також можуть бути випадки, що фотопастка не встигає зафіксувати тварин, коли вони дуже швидко проходять або пролітають ділянку робочої зони пристрою.

Перегляд, визначення видів тварин та класифікацію знімків фотопастки проводили з використанням програми digiKam (www.digikam.org).

Результати

Загалом фотопастка у НПП "Пирятинський" відпрацювала 295 пасткодіб та зареєструвала 545 подій. Значно менша кількість зареєстрованих видів та частота траплення тварин у 2022 році пов'язані із коротким періодом спостережень та сезоном року (зимовий період) (табл. 1). У середині зими активність багатьох тварин знижена, борсуки здебільшого сплять.

Таблиця 1

Ефективність роботи фотопастки

Рік	Період роботи	Кількість відпрацьованих пасткодіб	Кількість подій, шт	Частота траплення тварин, подій/добу	Кількість видів, шт
2021	04.09.2021–11.09.2021 26.09.2021–31.12.2021	104	213	2,0	11
2022	31.12.2021–06.02.2022	37	24	0,6	4
2023	30.07.2023–31.12.2023	154	308	2,0	15

Фотопасткою на головній норі борсука зафіксовано 19 видів тварин: 13 ссавців та 6 птахів (табл. 2). Для 4,0 % подій вид тварин на знімках встановити не вдалося. З рідкісних видів біля нори відмічений горностай, що занесений до Червоної книги України (Про затвердження..., 2021) (рис. 1).

За реєстраціями фотопастки кількість подій із ссавцями значно переважала кількість подій із птахами. Частка ссавців, які відвідували ділянку з норою, складала 96,1 % від усіх подій. Серед них за активністю домінували борсук, лисиця, сарна, вивірка та мишоподібні гризуни.

Борсуки активно використовували підземне сховище упродовж всього періоду спостережень. На кількох знімках у 2021 році одночасно були сфотографовані чотири особини (рис. 1), у 2023 – три особини. Наприкінці літа та восени борсуки готувати підземне сховище до зимової сплячки: чистили нору та замінювали підстилку. Вони періодично виходили зі сховища і впродовж першого місяця зими.

Лисиці виявляли значний інтерес до нори борсука. Частота їхнього траплення склала 1,3 та 1,2 подій/10 пасткодіб за час спостережень у 2021 та 2023 роках (табл. 2), 5,1 подій/10 пасткодіб – у 2022 році. У січні та лютому лисиці шукають сховище для розмноження, тому оглядають та перевіряють нори, які могли б використати.

Регулярно нору борсука відвідують сарни європейські (0,5 та 1,3 подій/10 пасткодіб). Вони як проходять у просторі охоплення фотопастки, так і оглядають саму нору та викид ґрунту біля входу. У 2021 році досить активно поводити себе мишоподібні гризуни біля сховища, але у 2023 році на іншому вхідному отворі не відмічались (табл. 2). Вивірки також постійно реєструвались фотопасткою (0,5 та 1,0 подій/10 пасткодіб), окрім зимового періоду 2022 року.

Частка птахів, які відвідували ділянку з норою, складала 3,9 % від усіх подій. Союку реєструвала фотопастка, увесь період спостережень (0,2–0,3 подій/10 пасткодіб) (табл. 2). Вона найбільше цікавилася викидом ґрунту біля вхідного отвору, сідала та оглядала його.



Рис. 1. Тварини біля борсучої нори: А – горностай, Б – борсуки, В – енотоподібний собака, Г – сойка.

Таблиця 2

Реєстрація різних видів тварин біля нори борсука європейського у НПП "Пирятинський"

№	Вид	Частота трапляння, подій/10 пасткодіб		
		2021	2022	2023
	Ссавці (Mammalia)			
1	Борсук європейський (<i>Meles meles</i>)	14,7	0,3	13,2
2	Куниця лісова (<i>Martes martes</i> + <i>Martes sp.</i>)	-	-	0,3
3	Норка американська (<i>Mustela vison</i>)	-	-	0,1
4	Горностай (<i>Mustela erminea</i>)	0,2	-	-
5	Лисиця звичайна (<i>Vulpes vulpes</i>)	1,3	5,1	1,2
6	Пес свійський(<i>Canis lupus familiaris</i>)	0,5	-	-
7	Єнотоподібний собака (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)	-	-	0,8
8	Кіт свійський (<i>Felis catus</i>)	0,2	-	0,1
9	Заяць сирій (<i>Lepus europaeus</i>)	0,1	-	-
10	Вивірка звичайна (<i>Sciurus vulgaris</i>)	0,5	-	1,0
11	Мишоподібні гризуни (Muroidea)	1,1	0,3	-
12	Сарна європейська (<i>Capreolus capreolus</i>)	0,5	-	1,3
13	Свиня дика (<i>Sus scrofa</i>)	0,1	-	0,1
	Птахи (Aves)			
14	Слуква (<i>Scolopax rusticola</i>)	-	-	0,3
15	Сойка (<i>Garrulus glandarius</i>)	0,3	0,3	0,2
16	Вільшанка (<i>Erithacus rubecula</i>)	-	-	0,1
17	Синиця блакитна (<i>Cyanistes caeruleus</i>)	-	-	0,1
18	Дрізд співочий (<i>Turdus philomelos</i>)	-	-	0,1
19	Дрізд чорний (<i>Turdus merula</i>)	-	-	0,3
	Вид невизначений	0,9	0,5	0,8

За отриманими результатами спостережень усіх зареєстрованих тварин ми розділили за двома класифікаціями: за типом зв'язку з норою та за частотою відвідування (рис. 2). За типом зв'язку із норою ми розглядали мешканців нори, потенційних мешканців нори, шукачів здобичі, відвідувачів та незацікавлених

норою. За частотою відвідування виділяли постійних мешканців, регулярних відвідувачів, нерегулярних відвідувачів та випадкових відвідувачів підземного сховища. У цьому аналізі ми не враховували події, де вид не було визначено (22 події).

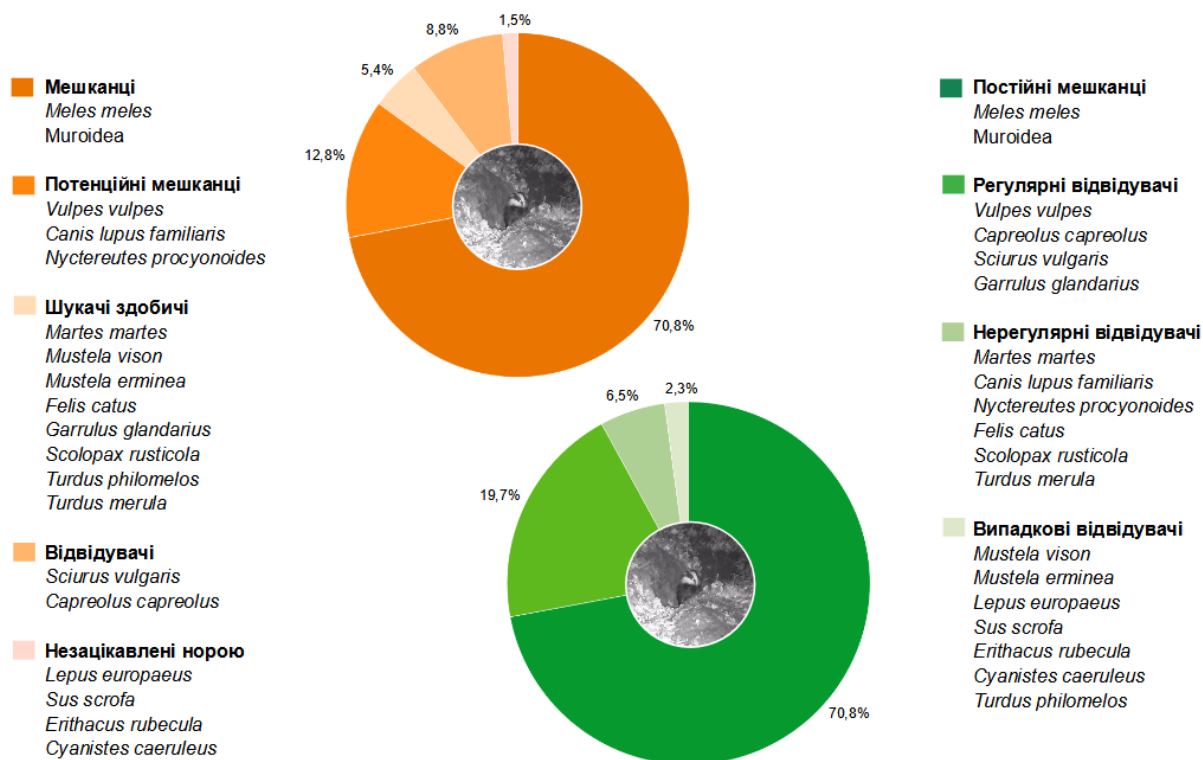


Рис. 2. Розподіл тварин (% від всіх подій), зареєстрованих фотопасткою, за типом зв'язку з норою та частотою відвідування

Найбільшу частку подій (70,8 %) біля нори склали постійні мешканці. Це очікуваний результат, бо ці тварини постійно виходять та повертаються, проводять багато часу біля підземного сховища. Мишоподібні гризуни можуть мешкати, як у самій норі (створювати свої нори у тунелях), так і у безпосередній близькості до вхідного отвору та викиду ґрунту. Потенційні мешканці склали 12,8 % від усіх подій. Однак, серед них лише лисиця була віднесена до регулярних відвідувачів (рис. 2). Серед регулярних відвідувачів багато подій було пов'язано із сарною європейською, вивіркою та сойкою (табл. 2).

Шукачі здобичі біля нори борсука представлені найбільшим видовим різноманіттям (8 видів). Серед них були як регулярні відвідувачі (сойка), нерегулярні відвідувачі (куниця лісова, кіт свійський, слуква, дрізд чорний), так і випадкові відвідувачі (норка, горностай, дрізд співочий). Цю категорію ми виділили за елементами поведінки, які були пов'язані у хижих ссавців та птахів із пошуком здобичі (огляд викиду ґрунту, огляд вхідного отвору, підкрадання тощо), враховуючи схоже дослідження активності тварин біля нир американського борсука (Andersen, Bennett, & Holbrook, 2021). Хижі ссавці шукають та полюють на мишоподібних гризунів, птахи – переважно на безхребетних.

Усі види, які не цікавились норою, очікувано були випадковими відвідувачами.

Дискусія і висновки

Головні нори у багатьох випадках є центрами активності борсуків у межах сімейних ділянок (Roper, 1992; Kowalczyk, Zalewski, & Jędrzejewska, 2004; Davison et al., 2008), хоча в окремих дослідженнях описується невіражена роль різних сховищ (Brøseth, Bevanger, & Knutsen, 1997; Revilla, Palomares, & Fernandez, 2001). За нашими спостереженнями, борсуки біля головної нори у НПП "Пирятинський" проводили багато часу,

особливо в осінній період. Більшість інших тварин відвідували сховище вдень, коли борсуки спали під землею. Лисиці часто відвідували головну нору взимку, коли борсуки були малоактивні. Другорядні та покинуті нори, можливо, зможуть дати більше матеріалу стосовно активності інших видів під час фотомоніторингу у НПП "Пирятинський". Вплив присутності борсуків там буде меншим, нори зможуть займати інші тварини.

Тварини, що риють нори, часто є інженерами екосистем (Jones, Lawton, & Shachak, 1994; Bravo, Belliure, & Rebollo, 2009), які забезпечують доступ до підземного середовища існування для видів, яким не притаманна риюча діяльність. Ця група видів може взаємодіяти з норами різними способами, включаючи вхід/вихід з нори, пошук їжі, огляд (Andersen, Bennett, & Holbrook, 2021).

У нашому дослідженні половина видів зареєстрованих птахів була випадковими відвідувачами нори. Лише сойка регулярно відвідувала та обстежувала викид ґрунту біля входу. Однак, для нир американського борсука спостерігали набагато більше видів птахів, порівняно із ссавцями, які взаємодіють з норами. Дослідники припускають, що викопані викиди ґрунту є гарним місцем для пошуку їжі. Також відкритий ґрунт і мікрорельєф іноді створювали ідеальне місце для збору води для пиття, а також для купання (Andersen, Bennett, & Holbrook, 2021). Можливо, більша кількість птахів реєструватиметься біля нори борсука у НПП "Пирятинський" навесні та на початку літа. Цей період року нами не був охоплений.

Сарни та вивірки були регулярними відвідувачами нори борсука, але важко зрозуміти, що їх приваблювало до сховища. Можливо, поблизу знаходилось гніздо вивірок і коли вони пересувались своєю ділянкою, то потрапляли у простір огляду фотопастки. Сарни часто навмисне підходили та оглядали викид ґрунту

та вхідний отвір нори. Така поведінка потребує додаткових досліджень.

У підсумку можна сказати, що головна нора борсуків у НПП "Пирятинський" є привабливим об'єктом як для тварин, які можуть її безпосередньо використовувати як сховище, так і для тих, які отримують супутню користь, наприклад, полюють поряд. Частота трапляння може бути показником важливості нори для тварин, однак велика кількість подій із сарнами та вівками потребує окремого вивчення цього питання.

Внесок авторів: Наталія Брусенцова – концептуалізація, управління даними, формальний аналіз, візуалізація, написання (оригінальна чернетка); Анатолій Подобайло – концептуалізація, збір польових даних та їх перевірка, написання (перегляд і редагування).

Список використаних джерел

- Абдулова, О. С., Дanyko, К. Ю., Проценко, Ю. В., & Подобайло, А. В. (2017). *Природа національного природного парку "Пирятинський"*. Талком.
- Брусенцова, Н. О. (2021). Досвід визначення біорізноманіття ссавців за допомогою фотопасток у основному лісі НПП "Слобожанський" (Харківська область). In *Chornobyl: open air lab. Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції, 24 квітня 2021, м. Київ* (с. 127–130). Крок.
- Брусенцова, Н., & Яроцький, В. (2021). Організація спостережень біля підземних сховищ норових хижих ссавців: порівняння різних методик. *Therologia Ukrainica*, 22, 100–110. <http://doi.org/10.15407/TU2211>
- Вишневецький, Д. (2021). Досвід малоресурсного дослідження фауни за допомогою фотопасток. *Therologia Ukrainica*, 21, 114–124. <http://doi.org/10.15407/TU2110>
- Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ). (2021). Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 29 від 19.01.2021. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z20260-21#Text>
- Andersen, M. L., Bennett, D. E., & Holbrook, J. D. (2021). Burrow webs: Clawing the surface of interactions with burrows excavated by American badgers. *Ecology and Evolution*, 17, 11559–11568. <https://doi.org/10.1002/ece3.7962>
- Bourou, G., Ionescu, D. T. & Hodor, C. (2019). Observation of Eurasian Otter's diel activity using camera trapping in Central-Eastern Romania. *Vestnik Zoologii*, 53(1), 47–56. <http://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0005>
- Bravo, L. G., Belliure, J., & Rebollo, S. (2009). European rabbits as ecosystem engineers: warrens increase lizard density and diversity. *Biodiversity and Conservation*, 18, 869–885. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9438-9>
- Brøseth, H., Bevanger, K., & Knutsen, B. (1997). Function of multiple badger *Meles meles* setts: distribution and utilization. *Wildlife Biology*, 3(2), 89–96. <https://doi.org/10.2981/wlb.1997.011>
- Coppola, F., Dari, C., Vecchio, G., Scarselli, D., & Felicioli, A. (2020). Cohabitation of Settlements among Crested Porcupine (*Hystrix cristata*), Red Fox (*Vulpes vulpes*) and European Badger (*Meles meles*). *Current Science*, 119(5), 817–822. <http://doi.org/10.18520/cs/v119/i5/817-822>
- Davison, J., Huck, M., Delahay, R. J., & Roper, T. J. (2008). Urban badger setts: characteristics, patterns of use and management implications. *Journal of Zoology*, 275, 190–200. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00424.x>
- Delgado-Martínez, C. M., Kolb, M., Pascual-Ramírez, F., & Mendoza, E. (2023). Differential utilization of surface and arboreal water bodies by birds and mammals in a seasonally dry Neotropical forest in southern Mexico. *Ecology and Evolution*, 13(11), e10781. <https://doi.org/10.1002/ece3.10781>
- Gashchak, S., Barnett, C. L., Beresford, N. A., Paskevych, S., & Wood, M. D. (2022). Estimating the population density of Eurasian lynx in the Ukrainian part of the Chornobyl exclusion zone using camera trap footage. *Therologia Ukrainica*, 23, 47–65. <http://doi.org/10.15407/TU2307>
- Jones, C. G., Lawton, J. H., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69(3), 373–386. <https://doi.org/10.2307/3545850>
- Lyubinska, L., Matvieiev, M., Optasyuk, O., Drebet, M., & Ragulina, M. (2022). Biodiversity of the Satanivska Dacha tract, a UNESCO World Heritage site (Ukraine). *GEO&BIO*, 23, 107–130. <https://doi.org/10.15407/gb2310>
- Kluever, B. M., Gese, E. M., Dempsey, S. J., & Knight, R. N. (2013). A comparison of methods for monitoring kit foxes at den sites. *Wildlife Society Bulletin*, 37(2), 439–443. <https://doi.org/10.1002/wsb.261>
- Kowalczyk, R., Zalewski, A., & Jędrzejewska, B. (2004). Seasonal and spatial pattern of shelter use by badgers *Meles meles* in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Acta Theriologica*, 49(1), 75–92. <https://doi.org/10.1007/BF03192510>
- Kowalczyk, R., Jędrzejewska, B., Zalewski, A., & Jędrzejewski, W. (2008). Facilitative interactions between the Eurasian badger (*Meles meles*),

the red fox (*Vulpes vulpes*), and the invasive raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology*, 86(12), 1389–1396. <https://doi.org/10.1139/Z08-127>

Mukherjee, A., Pal, A., Velankar, A. D., Kumara, H. N., & Bhupathy, S. (2019). Stay awhile in my burrow! Interspecific associations of vertebrates to Indian crested porcupine burrows. *Ethology Ecology & Evolution*, 31, 313–328. <https://doi.org/10.1080/03949370.2019.1594392>

Nowakowski, K., Ważna, A., Kurek, P., Cichocki, J., & Gabrys, G. (2020). Reproduction success in European badgers, red foxes and raccoon dogs in relation to sett cohabitation. *PLoS ONE*, 15(8), e0237642. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237642>

Reichman, O. J., & Smith, S. C. (1990). Burrows and burrowing behaviour by mammals. In *Current Mammalogy* (pp. 197–244). Plenum Press, New York and London.

Revilla, E., Palomares, F., & Fernandez, N. (2001). Characteristics, location and selection of diurnal resting dens by Eurasian badgers (*Meles meles*) in a low density area. *Journal of Zoology*, 255, 291–299. <https://doi.org/10.1017/S0952836901001388>

Roper, T. J. (1992). The structure and function of badger setts. *Journal of Zoology*, 227, 691–694. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1992.tb04425.x>

References

- Abduloeva, O. S., Danko, K. Yu., Protsenko, Yu. V., & Podobailo, A. V. (2017). *The nature of the Piryatynskyi National Nature Park*. Talkom [in Ukrainian]
- Andersen, M. L., Bennett, D. E., & Holbrook, J. D. (2021). Burrow webs: Clawing the surface of interactions with burrows excavated by American badgers. *Ecology and Evolution*, 17, 11559–11568. <https://doi.org/10.1002/ece3.7962>
- Bourou, G., Ionescu, D. T. & Hodor, C. (2019). Observation of Eurasian Otter's diel activity using camera trapping in Central-Eastern Romania. *Vestnik Zoologii*, 53(1), 47–56. <http://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0005>
- Bravo, L. G., Belliure, J., & Rebollo, S. (2009). European rabbits as ecosystem engineers: warrens increase lizard density and diversity. *Biodiversity and Conservation*, 18, 869–885. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9438-9>
- Brøseth, H., Bevanger, K., & Knutsen, B. (1997). Function of multiple badger *Meles meles* setts: distribution and utilization. *Wildlife Biology*, 3(2), 89–96. <https://doi.org/10.2981/wlb.1997.011>
- Brusentsova, N. O. (2021). Experience of estimation the mammal biodiversity by camera traps in pine forest of Slobozhanskyi NNP (Kharkiv region). In *Chornobyl: open air lab. Materials handbook I International Science and Applied Conference, April 24, 2021, Kyiv* (pp. 127–130). Krok [in Ukrainian]
- Brusentsova, N., & Yarotskui, V. (2021). Organization of observations near underground shelters of burrowing carnivores: a comparison of different methods. *Therologia Ukrainica*, 22, 100–110 [in Ukrainian]. <http://doi.org/10.15407/TU2211>
- Coppola, F., Dari, C., Vecchio, G., Scarselli, D., & Felicioli, A. (2020). Cohabitation of Settlements among Crested Porcupine (*Hystrix cristata*), Red Fox (*Vulpes vulpes*) and European Badger (*Meles meles*). *Current Science*, 119(5), 817–822. <http://doi.org/10.18520/cs/v119/i5/817-822>
- Davison, J., Huck, M., Delahay, R. J., & Roper, T. J. (2008). Urban badger setts: characteristics, patterns of use and management implications. *Journal of Zoology*, 275, 190–200. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2008.00424.x>
- Delgado-Martínez, C. M., Kolb, M., Pascual-Ramírez, F., & Mendoza, E. (2023). Differential utilization of surface and arboreal water bodies by birds and mammals in a seasonally dry Neotropical forest in southern Mexico. *Ecology and Evolution*, 13(11), e10781. <https://doi.org/10.1002/ece3.10781>
- Gashchak, S., Barnett, C. L., Beresford, N. A., Paskevych, S., & Wood, M. D. (2022). Estimating the population density of Eurasian lynx in the Ukrainian part of the Chornobyl exclusion zone using camera trap footage. *Therologia Ukrainica*, 23, 47–65. <http://doi.org/10.15407/TU2307>
- Jones, C. G., Lawton, J. H., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69(3), 373–386. <https://doi.org/10.2307/3545850>
- Lyubinska, L., Matvieiev, M., Optasyuk, O., Drebet, M., & Ragulina, M. (2022). Biodiversity of the Satanivska Dacha tract, a UNESCO World Heritage site (Ukraine). *GEO&BIO*, 23, 107–130. <https://doi.org/10.15407/gb2310>
- Kluever, B. M., Gese, E. M., Dempsey, S. J., & Knight, R. N. (2013). A comparison of methods for monitoring kit foxes at den sites. *Wildlife Society Bulletin*, 37(2), 439–443. <https://doi.org/10.1002/wsb.261>
- Kowalczyk, R., Zalewski, A., & Jędrzejewska, B. (2004). Seasonal and spatial pattern of shelter use by badgers *Meles meles* in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Acta Theriologica*, 49(1), 75–92. <https://doi.org/10.1007/BF03192510>
- Kowalczyk, R., Jędrzejewska, B., Zalewski, A., & Jędrzejewski, W. (2008). Facilitative interactions between the Eurasian badger (*Meles meles*), the red fox (*Vulpes vulpes*), and the invasive raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology*, 86(12), 1389–1396. <https://doi.org/10.1139/Z08-127>
- Mukherjee, A., Pal, A., Velankar, A. D., Kumara, H. N., & Bhupathy, S. (2019). Stay awhile in my burrow! Interspecific associations of vertebrates to Indian crested porcupine burrows. *Ethology Ecology & Evolution*, 31, 313–328. <https://doi.org/10.1080/03949370.2019.1594392>

Nowakowski, K., Ważna, A., Kurek, P., Cichocki, J., & Gabryś, G. (2020). Reproduction success in European badgers, red foxes and raccoon dogs in relation to sett cohabitation. *PLoS ONE*, 15(8), e0237642. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237642>

On approval of the lists of animal species included in the Red Book of Ukraine (animal world) and animal species excluded from the Red Book of Ukraine (animal world). (2021). Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine № 29 dated January 19, 2021 [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#Text>

Reichman, O. J., & Smith, S. C. (1990). Burrows and burrowing behaviour be mammals. In *Current Mammalogy* (pp. 197–244). Plenum Press, New York and London.

Revilla, E., Palomares, F., & Fernandez, N. (2001). Characteristics, location and selection of diurnal resting dens by Eurasian badgers (*Meles meles*) in a low density area. *Journal of Zoology*, 255, 291–299. <https://doi.org/10.1017/S0952836901001388>

Roper, T. J. (1992). The structure and function of badger setts. *Journal of Zoology*, 227, 691–694. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1992.tb04425.x>

Vyshnevsky, D. (2021). The experience of low-resource fauna research by using camera traps. *Theriologia Ukrainica*, 21, 114–124 [in Ukrainian]. <http://doi.org/10.15407/TU2110>

Отримано редакцією журналу / Received: 05.02.24

Прорецензовано / Revised: 06.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 06.03.24

Nataliia BRUSENTOVA, PhD (Biol.)

ORCID ID: 0000-0002-1428-4855

e-mail: n_brusentova@ukr.net

Tuzlivski Lymany National Nature Park, Tatarbunary, Ukraine
Slobzhanskyi National Nature Park, Krasnokutsk, Ukraine

Anatolii PODOBAYLO, PhD (Biol.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0003-2958-8445

e-mail: podobaylo@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ACTIVITY OF ANIMALS NEAR THE BADGER (*MELES MELES*) SETT IN THE PYRIATYNSKYI NNP (POLTAVA REGION, UKRAINE)

Background. Burrows are an important resource and attract many animals. Badgers create complicated underground shelters that other species can use. The aim of our study was to estimate the activity of animals near the badger sett in the Pyriatynskyi National Nature Park. Such long-term observations near underground shelters are best carried out with the use of camera traps.

Methods. The research was conducted in 2021–2023 on the territory of the Pyriatynskyi NNP (Poltava region, Lubny district). A BOLY BG310-MFP camera trap was installed near one main badger sett. Viewing, identification of animal species and classification of camera trap images was carried out using the digiKam program.

Results. The camera trap at the Pyriatynskyi NNP worked for 295 trap-days and registered 545 events. At the main badger sett 19 species of animals were recorded: 13 mammals and 6 birds. The dominant activity was in badger, fox, roe deer, red squirrel and mouse-like rodents. According to the results of observations, all registered animals were divided into two classifications: by the type of connection with sett (residents, potential residents, foragers, visitors and not interested animals) and by the frequency of visits (permanent residents, regular visitors, irregular visitors and random visitors). Foragers near the badger sett are represented by the greatest species diversity (8 species). Half of the bird species were sett random visitors, only Eurasian jay regularly visited and examined the soil mound near the entrance.

Conclusions. The main badger sett in the Pyriatynskyi NNP is an attractive object both for animals that can directly use it as a shelter, and for those that receive additional benefits, for example, preying nearby. The frequency of occurrence may be an indicator of the importance of the sett for animals, but the large number of events with roe deers and squirrels requires a separate study of this issue.

Keywords: animal, badger sett, camera trap, monitoring, Pyriatynskyi NNP

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

УДК 712.4:378.4(477.63)

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.44-49>

Наталія ТАРАН, д-р біол. наук, проф.

ORCID ID: 0000-0002-8669-5899

e-mail: ny_taran@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Людмила БАЦМАНОВА, канд. біол. наук, ст. наук. співроб.

ORCID ID: 0000-0002-7995-8187

e-mail: l.batsmanova@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Віктор ШПАГІН, канд. фіз.-мат. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0002-4394-9465

e-mail: victor.shpagin@knu.ua

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ НА ТЕРИТОРІЇ КАМПУСУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА (ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР)

Вступ. Заклади вищої освіти (ЗВО) здебільшого є містоутворюючими об'єктами і оформлення прилеглої території впливає на їхній імідж, естетизацію довкілля, виконує декоративну функцію. Виклики сьогодення потребують удосконалення ландшафтів та архітектури ЗВО і ця проблема є актуальною, оскільки в університетах збирається велика кількість молодих людей з різних регіонів і країн світу, які мають жити і навчатись у відповідних комфортних умовах. Переважно проблему організації території розглядають з погляду озеленення, а не комплексного ландшафтного проекту. Отже, надзвичайно актуальним видається формування цілісного простору кампусу університету з урахуванням сучасних наукових підходів до проєктування об'єктів ландшафтно-архітектурної інфраструктури в умовах глобальних змін клімату.

Мета – проведення аналізу особливостей організації зеленої зони кампусу Київського національного університету імені Тараса Шевченка (кампус Виставковий центр) з урахуванням вимог, які висуваються до ЗВО.

Методи. Об'єктом досліджень була територія кампусу Київського національного університету імені Тараса Шевченка (кампус Виставковий центр). Використовувалися методи пошуку інформації в друкованих та електронних виданнях, пошукових наукових базах даних, а також методи аналізу, порівняння та узагальнення даних, натурні обстеження, заміри по геодезичним картам у векторному форматі AutoCAD.

Результати. Проаналізовано стандарти щодо озеленення території ЗВО. Стан зелених насаджень вищих навчальних закладів залежить від підбору рослин, адаптованих до кліматичних і ґрунтових умов, а також рекреаційних навантажень. Більшість українських закладів вищої освіти не відповідають стандартам "зелених університетів". Функціональне зонування кампусу КНУ (Виставковий центр) відповідає будівельним нормам, проте зелена зона на території розподілена нерівномірно. Необхідно звернути увагу і на використання фітоорганічного фону зелених паркових насаджень як варіант аерофітотерапії, враховуючи сучасні дані про позитивний вплив біогенних летких органічних речовин на організм людини.

Висновки. Зелена зона є невід'ємним елементом структури навчальних кампусів, розробляючи кожний із проєктних варіантів вирішення території, потрібно запропонувати новий образ, який відповідає сучасним тенденціям у проєктуванні та дасть змогу створити функціонально достатнє та неповторне середовище.

Ключові слова: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, заклади вищої освіти, Green Metric World University Ranking, ландшафтний дизайн, озеленення, "зелені університети", кампус.

Вступ

Заклади вищої освіти часто є містоутворюючими об'єктами. Оформлення прилеглої території може визначати імідж самого ЗВО, виконувати декоративну функцію, естетизацію довкілля, забезпечувати оптимальні умови для плідної навчально-наукової діяльності та різноманітного відпочинку студентів, викладачів та населення даних мікрорайонів (Oleksiiuchenko, Gatalska, & Mavko, 2018).

Сьогодні термін "кампус" (англ. campus) стосується університетського кампусу, який включає навчальні корпуси, науково-дослідні інститути, студентські будинки, бібліотеки, аудиторії, їдальні тощо. Іноді кампус – це окремий простір, що належить великій компанії (з внутрішньою інфраструктурою, наприклад, корпоративний університет). Слово "Campus" латинського походження (означає "поле", "відкритий простір"). Територія Принстонського університету вперше була названа кампусом у 18 столітті (Campus; Кампус).

Університет існує як кампус, об'єднує спільноту студентів і викладачів, їхні спільні простори. Етимологічно "кампус" перекладається з латини як "газон", і сучасні

університети часто намагаються підлаштуватися під це визначення. Ідилічна природа додатково створює свій образ, намагаючись персоніфікувати частину природного середовища, тоді як насправді це одна з форм захищеного огороженого співтовариства, що особливо яскраво проявляється на прикладі елітних заміських університетів (Кампус).

Зелена зона кампусу є важливим напрямком у розвитку університетської діяльності, оскільки її територія займає чільне місце у всій структурі. Вона створює середовище, яке оточує людину і має задовольняти потреби у функціональному та естетичному комфорті, забезпечувати громадсько-економічні, освітні та рекреаційні процеси для підтримки життєдіяльності студентського містечка (Сафронова, Гарник, & Кравченко, 2022).

Зелені насадження різних розмірів і типів є багатофункціональними і кожен елемент ландшафту відіграє свою роль у ландшафтній системі, як то: створювати оптимальні умови мікроклімату, регулювати температуру і вологість, радіаційний та вітровий режими всередині об'єкта та прилеглих територій; захист від транспортного та іншого шуму, вихлопних газів і пилу; організація

© Таран Наталія, Бацманова Людмила, Шпагин Віктор, 2024

території та формування архітектурно-художніх образів (Osmond, Dave, Prasad, & Li, 2013; Крачковська, 2014).

Отже, надзвичайно актуальним видається формування цілісного простору кампусу університету з урахуванням сучасних наукових підходів до проектування об'єктів ландшафтно-архітектури та викликів сьогодення, пов'язаних зі змінами клімату.

Мета – проведення аналізу особливостей організації зеленої зони кампусу Київського національного університету імені Тараса Шевченка (кампус Виставковий центр) з урахуванням вимог, які висуваються до ЗВО.

Методи

Об'єктом досліджень була територія кампусу Київського національного університету імені Тараса Шевченка (кампус Виставковий центр). Використовувалися методи пошуку інформації в друкованих та електронних виданнях, пошукових наукових базах даних, а також методи аналізу, порівняння та узагальнення даних, натурні обстеження, заміри по геодезичних картах у векторному форматі AutoCAD.

Виклад основного матеріалу. Рух до "озеленення" закладів освіти став глобальною тенденцією за останнє десятиліття, поширюючись на університети багатьох країн світу. З 2010 року за ініціативою Університету Індонезії організовується щорічний UI GreenMetric World. Він відображає результати онлайн-опитування щодо поточного стану та політики, пов'язаної з екологічним станом студмістечка і сталим розвитком закладів вищої освіти у всьому світі. Оцінка проводиться за 6 основними критеріями: 1) облаштування та інфраструктура; 2) енергія і зміна клімату; 3) відходи; 4) вода; 5) транспорт; 6) освіта та дослідження (UI, 2020).

У 2022 році до рейтингу увійшли 1050 університетів із 85 країн. До топ-10 "зелених" університетів світу увійшли: 1 місце – Вагенингенський дослідницький університет (Wageningen University & Research, Нідерланди); 2 місце – Університет Ноттінгем Трент (University Trent University, Великобританія); 3 місце – Ноттінгемський університет (University of Nottingham, Великобританія); 4 місце – Гронінгемський університет (University of Groningen, Нідерланди); 5 місце – Каліфорнійський університет, Девіс (University of California, Davis, США); 6 місце – Екологічний кампус Біркенфельда Університету прикладних наук Тріпа (Umwelt-Campus Birkenfeld Trier University of Applied Sciences, Німеччина); 7 місце – Університетський коледж Корк (University College Cork, Ірландія); 8 місце – Університет Коннектикуту (University of Connecticut, США); 9 місце – Університет Бремена (Universitat Bremen, Німеччина); 10 місце – Університет Сан-Паулу (Universidade de Sao Paulo, Бразилія).

Серед українських університетів до списку увійшли такі: 224 місце – Український національний лісотехнічний університет (Ukrainian National Forestry University); 284 місце – Національний університет "Острозька академія" (The National University of Ostroh Academy); 338 місце – Сумський державний університет (Sumy State University); 399 місце – НУ "Львівська політехніка" (Lviv Polytechnic National University); 718 місце – Західноукраїнський національний університет м. Тернопіль (West Ukrainian National University); 763 місце – Сумський національний аграрний університет (Sumy National Agrarian University); 776 місце – Київський національний університет технологій та дизайну (Kyiv National University of Technologies and Design); 821 місце – Ужгородський національний університет (Uzhhorod National University); 833 місце – Національний універси-

тет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" (National University "Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic"); 876 місце – Національний авіаційний університет (National Aviation University); 886 місце – Національний фармацевтичний університет м. Харків (National University of Pharmacy); 899 місце – Харківський національний університет радіоелектроніки (Kharkiv National University of Radio Electronics); 901 місце – Львівський національний університет імені Івана Франка (Ivan Franko National University of Lviv); 939 місце – Херсонська державна морська академія (Kherson State Maritime Academy); 949 місце – ун-т ДФС України (University of The State Fiscal Service of Ukraine) (UI, 2022).

Необхідно зазначити, що четвертий рік поспіль переможцем UI GreenMetric World University Ranking 2022 є Вагенингенський дослідницький університет, який фокусується на розробці та впровадженні відновлюваної енергетики в межах університету. Університет є прикладом дотримання жорстких стандартів будівництва, обслуговування та реконструкції університетських будівель. Крім того, університет використовує вітрові турбіни для отримання "зеленої" енергії (80 %), біоТЕЦ (спільне виробництво, тепло та енергія) (7 %), теплові насоси кампусів (11 %) та сонячні батареї (1 %). На території університету встановлено 24 станції для зарядки електромобілів, 60 станцій для зарядки електровелосипедів та 11 тис. стоянок для велосипедів. У той же час 55 % співробітників університету використовують велосипеди, щоб дістатися з роботи (Вагенинген, 2020).

Як видно з переліку "зелених університетів", тільки 4 українських університетів (Український національний лісотехнічний університет, Національний університет "Острозька академія", Сумський державний університет, НУ "Львівська політехніка") увійшли до першої половини світового рейтингу, усі інші характеризуються показниками нижче середніх. Тому українським закладам вищої освіти ще потрібно багато зробити для подальшого озеленення своєї території.

Результати

Стан зелених насаджень вищих навчальних закладів залежить від підбору рослин, адаптованих до кліматичних і ґрунтових умов, а також рекреаційних навантажень. Озеленення території ЗВО має становити близько 40 %, але часто такий рівень озеленення університетів не відповідає стандартам (ДБН, 1997).

Кампус Київського національного університету імені Тараса Шевченка – це модерністський комплекс, який практично в незмінному вигляді існує до сьогодні, що робить його ще більш цінним. Комплекс розташований навпроти території ВДНГ, неподалік від станції метро "Виставковий центр" і є сукупністю будівель різних факультетів, гуртожитків та інших будівель, перемешованих територіями вільного простору (Вечерський, 2011).

У результаті проведення натурного обстеження та здійснення замірів встановлено, що комплекс об'єктів університету розташований на ділянці площею 635 200 м²: вісім навчальних корпусів, 23 гуртожитки для студентів, університетська клініка, фізкультурно-спортивний комплекс, спортивні майданчики, студентські їдальні та кафе, автостоянки. Територія огорожена парканом і закрита від вільного в'їзду транспорту.

Що стосується функціонального зонування, то відповідно до будівельних норм необхідно включати навчальні, навчально-виробничі, освітньо-наукові, фізкультурно-спортивні, розважальні, господарсько-побутові зони, тоді територія кампусу КНУ охоплює всі зазначені зони (ДБН, 1997).



Рис. 1. Межі і план кампусу Київського національного університету:

- 1 – механіко-математичний факультет; 2 – факультет кібернетики; 3. Радіофізичний факультет; 4 – фізичний факультет;
5 – географічний факультет; 6 – ННЦ "Інститут біології та медицини"; 7 – фізкультурно-спортивний комплекс;
8 – комплекс гуртожитків; 9 – економічний факультет

На плані кампусу вигідно вирізняється комплекс корпусів факультетів радіофізичного, механіко-математичного, кібернетики, побудовані в єдиному стилі у середині 80-х років минулого століття. Просторова організація добре проглядається зовні: кожна будівля складається з 3 симетричних терас, що поступово збільшуються у висоту – вхідна група з барельєфами, 2 лекційні аудиторії та аудиторний блок (Колесник та ін., 2004).

Кожна будівля факультету має свій барельєф, який показує напрямок науки, що досліджується. Три корпуси факультетів з'єднані переходом з будівлею фізичного факультету, який був побудований 1973 року.

Зелена зона на території кампусу розподілена нерівномірно. Найбільше озеленення відмічено навколо будівлі механіко-математичного факультету, де займає площу 123 000 м²; фізичного – 61 800 м², ННЦ "Інститут біології та медицини" – 52 800 м² (вхідна частина – 7 300 м², зона за корпусом – 11 200 м², лабораторний корпус – 33 800 м²); фізкультурно-спортивного комплексу – 47 000 м² (футбольне поле – 10 100 м²); географічного – 37 200 м²; економічного – 10 700 м².

Сучасний стан озеленоного простору, що прилягає до будівлі ННЦ "Інститут біології та медицини", контрастує з новою забудовою навколо нього. Будівля Інституту виконана в стилі модернізму і характеризується монументальністю форми та функціональністю споруди, урбаністичним виглядом, сміливими та продуманими композиційними рішеннями, та є невід'ємною частиною кампусу КНУ (Виставковий комплекс студміс-

течка КНУ). Ландшафтний дизайн ННЦ "Інститут біології та медицини" розроблено відповідно до будівельних норм і кліматичних умов 1980-х років.

Нині відбуваються суттєві зміни в архітектурно-просторовому оформленні прилеглих територій та мікрокліматичних характеристиках ландшафтних просторів. Територія Виставкового кампусу потребує відповідних зелених насаджень з урахуванням вимог класичних архітектурних стилів та сучасних ландшафтно-архітектурних тенденцій у територіальному ландшафті закладів вищої освіти, стандартизованих індикативним маркуванням Green Metric Word University Ranking.

Новітні рішення озеленення історичних архітектурних будівель відповідно до сучасних кліматичних ризиків та озеленення урболандшафтів активно розробляються студентами кафедри Біології рослин у творчій співдружності з практиками ландшафтного дизайну та архітектури для облаштування просторів КНУ гідних високому званню провідного закладу освіти України.

Впродовж навчання за Освітніми програмами "Ландшафтний дизайн та озеленення" (ОР "Бакалавр") та "Ландшафтний дизайн урбанізованого середовища" (ОР "Магістр") студенти різних курсів кафедри Біології рослин розробляли проекти озеленення просторів за участі деревних та трав'янистих декоративних рослин. Це дало змогу сформувати обширну базу проектних пропозицій, з яких були відібрані найбільш вдалі, оригінальні та науково обґрунтовані з ландшафтного погляду для озеленення прифасадних ділянок головного ко-

рпусу ННЦ "Інститут біології та медицини". З'ясовано специфіку змін ландшафтного простору біля кампусу ННЦ "Інститут біології та медицини", яка полягає у підвищенні вітрової (протягової) кліматичної компоненти, висушуванню поверхні ґрунту (посуха) та збільшенню запиленості повітря особливо у приґрунтовому прошарку. Відповідно до змін мікроклімату створено новий декоративно-композиційний простір трансформованої території біля кампусу ННЦ "Інститут біології та медицини" з використанням декоративних злакових рослин, що об'єктивно, відповідно до сучасних трендів ландшафтно-індустрії, підкреслює стиль модернізму, у яко-

му виконаний корпус, характеризується гармонізацією старих та нововведених рослинних об'єктів (рис. 2). Завдяки партнерській допомозі компаній інвесторів, проєктні пропозиції студентів поступово втілюються у життя, і територія біля Інституту оживає і заграє новими барвами (Офіційний сайт ННЦ "Інститут біології та медицини"). Динаміка декоративності злакових рослин у новоствореному мікропросторі простежується протягом трьох сезонів року (літо, осінь, зима), окремі складові декоративності, зокрема парусність листової частини та пагонів суцвіть особливо проявляються за підвищеного вітрового навантаження на мікроландшафт.



Рис. 2. Вид на ділянку через рік після закладення проєктного рішення

Необхідно звернути увагу і на використання фітоорганічного фону зелених паркових насаджень як варіант аерофітотерапії, враховуючи сучасні дані про позитивний вплив біогенних летких органічних речовин на організм людини (Чернова, 2014). Біогенні леткі органічні речовини зменшують бактеріальну забрудненість повітря, збагачують його комплексом біологічно активних органічних речовин, які виділяються рослинами в процесі життєдіяльності. Так, 1 га ялівцевих насаджень може за добу виділяти до 30 кг летких фітонцидів, що у 6 разів більше, ніж їх виділяє сосна та у 15 разів більше, ніж окремі листяні породи (Кучерявий, 2003).

Необхідно зазначити, що вхідна частина ННЦ "Інститут біології та медицини" оформлена куртиною ялівця козацького (*Juniperus sabina* L.), ділянка якого займає площу 1200 м² і за оптимальних умов продукує біогенних летких органічних речовин до 4 кг на добу. Враховуючи високі фітонцидні властивості кущових ялівців, рекомендуємо їх частіше використовувати у системі міського зеленого будівництва та кампусового простору, зокрема, для оздоровлення атмосферного басейну.

Важливою є й екологічна сталість ландшафту в сучасних умовах кризових кліматичних ситуацій яка б за-

безпечувала пом'якшення стресового навантаження, комфортне проживання та відновлення студентів на території кампусу. Одним з таких проявів комфортності є охолодження повітря. Дерева забезпечують охолодження повітря кількома способами, а саме: випаровуванням (процеси транспірації), створенням затінок завдяки відбиття падаючого сонячного опромінювання. Дерева особливо важливі не тільки для затінення, а й для перехоплення опадів. Серед різних форм рослинних об'єктів зелених просторів кампусу дерева найбільш ефективні для охолодження в літні посушливі періоди вегетації, оскільки вони знижують вологість листя повільніше, ніж трава, отже, можуть забезпечити ефект охолодження протягом більш тривалого періоду не потребуючи додаткового штучного поливу. Використовуючи фізіологічну складову при створенні оптимально комфортних умов зелених насаджень кампусу потрібно обов'язково враховувати, що глобальні кліматичні кризи пов'язані зі збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері. Дерева відомі як "поглиначі вуглецю" через їх здатність накопичувати вуглець. Це відбувається завдяки фотосинтезу. Листя дерев поглинають вуглекислий газ і синтезують вуглеводи, необхідні для їх росту. У період зростання дерево

накопичує вуглець у своїх гілках, коренях і стовбурі, відіграючи ключову роль у боротьбі з наслідками глобального потепління. Завдяки деревам, їх здатності поглинати вуглець і виробляти кисень, створення нових деревних насаджень та впорядкування старих, ймовірно, є найкращим способом зупинити це глобальне явище як в межах ландшафтного простору кампусу, та, без сумніву, й у планетарному масштабі.

Нещодавно з'явилася область досліджень під назвою "Екосистемні послуги", вони, зокрема демонструють що на житловій ділянці з низькою та середньою щільністю населення понад 50 % вуглецю вловлюється міськими зеленими насадженнями, від 81 до 90 % вуглецю, захопленого ландшафтом, поглинається газонами (Carbon Sequestration). Екосистемні послуги зелених насаджень кампусу представлені деревами з розлогою кроною, що створюють затінення та охолодження простору, й газонним покриттям спортивного комплексу, визначають мікроклімат кампусу завдяки процесам евапотранспірації та декарбонізації, – знижують температуру поверхні на 12°C, поглинають до 140 кг CO₂ на рік та підвищуючи вологість повітря у спекотні літні місяці створюють м'якший кліматичний режим кампусу, визначають цінність зелених насаджень для комфортного навчання і проживання студентів в умовах трансформованих просторів закладів вищої освіти.

Дискусія і висновки

Отже, проведений аналіз стану зеленої зони кампусу КНУ (Виставковий центр) вказує на необхідність інвентаризації зелених насаджень, проведення оцінки ландшафтно-екологічного, санітарно-гігієнічного стану. Визначити дендрологічний склад насаджень та композиційне рішення територій відкритого простору, оцінити життєвий стан і декоративність деревних рослин, що ростуть на території, визначити рівень квіткового оформлення; встановити асортимент гарно квітучих рослин; визначити структуру насаджень за висотою та ступенем товщини; надати пропозиції щодо реконструкції деревних та квіткових насаджень з урахуванням виконуваних ними екологічних послуг за змінюваних кліматичних умов трансформованих просторів.

Зелена зона є невід'ємним елементом структури навчальних кампусів. При створенні нового образу університетського містечка засобами ландшафту необхідно досягти за допомогою зелених об'єктів якнайбільшого психологічного комфорту відвідувачів та гармонії усіх компонентів благоустрою – природних і штучних. Зелена зона кампусу – це можливість оволодіти практичними навичками створення об'єктів ландшафтно-архітектури та догляду за ними для студентів спеціальності "Садово-паркове господарство". Отже, розробляючи кожний із проектних варіантів вирішення території, потрібно запропонувати новий образ, який відповідає сучасним тенденціям у проектуванні та дасть змогу створити функціонально достатнє та неповторне середовище конкурентоспроможне у Green Metric World University Ranking.

Внесок авторів: Наталія Таран – концептуалізація; Людмила Бацманова – написання, оригінальна чернетка; Віктор Шапін – здійснення замірів площ кампусу і його складових.

Список використаних джерел

Вечерський, В.В. (2011). *Історико-містобудівні дослідження Києва*. Вид-во "Слулом".

Державні будівельні норми України. (1997). *Будинки та споруди навчальних закладів: ДБН В.2.2-3-97*. Вид-во Держкоммістобудування України.

Кампус. *Електронний ресурс* <http://osvita.ua/abroad/glossary>

Колесник, В.Ф., Верба, І.В., & Патріляк І.К. (2004). *Київський національний університет ім. Тараса Шевченка: фотозальбом (українською, російською та англійською мовами)*. Вид-во ЗАТ "Книга".

Крочковська, М.В. (2014). Просторова організація національних університетів м. Києва. *Наукові основи підвищення продуктивності і біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: тези доп. наук.-техн. конф. проф.-викп. складу, наук. працівників, докторантів та аспірантів*. 69–71.

Кучерявий, В. П. (2003). *Фітомеліорація*. "Світ".

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства (2014). *Інструкція з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України* (Наказ №134 (з0544-14) від 12.05.2014). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text>

Офіційний сайт ННЦ "Інститут біології та медицини": загальна інформація. <https://biomed.knu.ua/>

Сафронова, Ю.В., Гарник, Т.П., & Кравченко, А.В. (2022). Сучасні світові проблеми молоді в епоху глобалізації. Забезпечення здорового способу життя. Шлях до подолання чинників ризику здоров'ю молоді. Пріоритетні напрямки у здоров'язберігаючій діяльності шкіл сприяння здоров'ю. Т.П. Гарник, Л.В. Андріюка, Н.А. Добровольської, С.В. Абрамова (ред.), *Синтез теорії і практики у навчально-методичному і клінічному забезпеченні здорового способу життя: Матеріали наукового конгресу з міжнародною участю, залученням молодих вчених, студентів* (с. 183-188). Наукове видання.

Чернова О. Г. (2014). Роль фітонцидів зелених насаджень у здоровому способі життя. *Здоровий спосіб життя – здорова людина – здорове суспільство: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* КНТУ, 288-291.

Campus. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D1%83%D1%81>

Carbon Sequestration 2024. <https://www.thelawninstitute.org/environmental-benefits/carbon-sequestration>.

Oleksichenko, N. O., Gatalska, N. V., & Mavko, M. S. (2018). Theoretical and methodological principles of memorial parksthree-dimensional composition and ideological lines expressingmeans complex assessment. *Scientific Journal of Latvia University of Life Sciences and Technologies*, 12(12), 22–32.

Osmond, P., Dave, M., Prasad, D., & Li, F. (2013). *Greening Universities Toolkit. Transforming Universities into Green and Sustainable Campuses. United Nations Environment Programme*. 54.

UI Green Metric World University Ranking. (2019). <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2019>

UI Green Metric. (2020). <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2020>

UI Green Metric World University Ranking. (2022). <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2022>

Wageningen University & Research. Sustainability, 2020. <https://www.wur.nl/en/About-Wageningen/Sustainability.htm>

References

Buildings and structures (1997). *Buildings and buildings of educational institutions: DBN V.2.2-3-97*. Publishing House of the State Construction Committee of Ukraine [in Ukrainian].

Campus [in Ukrainian]. <http://osvita.ua/abroad/glossary>

Campus. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D1%83%D1%81>

Carbon Sequestration 2024 <https://www.thelawninstitute.org/environmental-benefits>

Chernova, O. H. (2014). The role of phytoncides of greenery in a healthy lifestyle. A healthy lifestyle – a healthy person – a healthy society: materials of the International science and practice conf. 288-291. KNTU [in Ukrainian].

Kolesnyk, V.F., Verba, I.V., & Patryliak, I.K. (2004). Kyiv National University named after Taras Shevchenko: photo album (in Ukrainian, Russian and English). Knyha [in Ukrainian].

Kratchkovska, M.V. (2014). Spatial organization of national universities of Kyiv. Scientific basis of increasing the productivity and biological stability of forest and urban ecosystems: theses of add. science and technology conf. prof.-lecturer composition, sciences employees, doctoral and postgraduate students. 69–71 [in Ukrainian].

Kucheriavyy, V. P. (2003). *Phytomelioration*. Svit [in Ukrainian].

Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services (2014). Instructions on the inventory of green spaces in populated areas of Ukraine (Order No. 134 (z0544-14) dated May 12, 2014) [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text>

Oleksichenko, N. O., Gatalska, N. V., & Mavko, M. S. (2018). Theoretical and methodological principles of memorial parksthree-dimensional composition and ideological lines expressingmeans complex assessment. *Scientific Journal of Latvia University of Life Sciences and Technologies*, 12(12), 22–32.

Osmond, P., Dave, M., Prasad, D., & Li, F. (2013). *Greening Universities Toolkit. Transforming Universities into Green and Sustainable Campuses. United Nations Environment Programme*. 54.

Safronova, Yu.V., Harnyk, T.P., & Kravchenko, A.V. (2022). Contemporary world problems of youth in the era of globalization. Ensuring a healthy lifestyle. The way to overcome risk factors for the health of young

people. Priority directions in health-preserving activities of health promotion schools. T.P. Garnyk, L.V. Andriyuka, N.A. Dobrovolska, S.V. Abramova (ed.), Synthesis of theory and practice in educational, methodological and clinical provision of a healthy lifestyle: Materials of a scientific congress with international participation, involving young scientists, students (pp. 183-188). Scientific edition [in Ukrainian].

The official website of the Institute of Biology and Medicine National Research Center: general information. [in Ukrainian]. <https://biomed.knu.ua/>
UI GreenMetric World University Ranking 2019. <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2019>

UI GreenMetricWorld University Ranking, 2020. <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2020>

UI GreenMetric World University Ranking 2022. <https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2022>.

Vecherskyi, V.V. (2011). Historical and urban planning studies of Kyiv. Spulom [in Ukrainian].

Wageningen University & Research. Sustainability, 2020. <https://www.wur.nl/en/About-Wageningen/Sustainability.htm>.

Carbon Sequestration 2024 <https://www.thelawninstitute.org/environmental-benefits/carbon-sequestration>.

Отримано редакцією журналу / Received: 07.02.24

Прорецензовано / Revised: 08.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 08.03.24

Nataliia TARAN, DSc (Biol.), Prof.

ORCID ID: 0000-0002-8669-5899

e-mail: ny_taran@ukr.net

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Liudmila BATSMANOVA, PhD (Biol.), Senior Researcher

ORCID ID: 0000-0002-7995-8187

e-mail: l.batsmanova@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Viktor SHPAGIN, PhD (Phys. & Math.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0002-4394-9465

e-mail: victor.shpagin@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

THE ORGANIZATION FEATURES OF THE GREEN ZONE ON THE CAMPUS OF THE TARAS SHEVCHENKA NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV (EXHIBITION CENTER)

Background. *The relevance and purpose of the research. Institutions of higher education (HEIs) are mostly city-forming objects, and the design of the surrounding territory affects their image, the aestheticization of the environment, and performs a decorative function. Today's challenges require the improvement of landscapes and architecture of higher education institutions, and this problem is urgent, because universities gather a large number of young people from different regions and countries of the world, who have to live and study in appropriate comfortable conditions. Mostly, the problem of organizing the territory is considered from the point of view of greening, rather than a comprehensive landscape project. Therefore, the formation of a holistic space of the university campus, taking into account modern scientific approaches to the design of landscape architecture objects in the conditions of global climate change, seems to be extremely relevant. The goal is to conduct an analysis of the features of the organization of the green zone of the Taras Shevchenko Kyiv National University campus (Exhibition Center campus) taking into account the requirements that are put forward to the higher educational institution. Research materials and methods. The object of research was the territory of the Taras Shevchenko Kyiv National University campus (Exhibition Center campus).*

Methods. *Methods of searching for information in printed and electronic publications, searchable scientific databases, as well as methods of data analysis, comparison and generalization, field surveys, measurements on geodetic maps using the AutoCAD in vector format.*

Results. *The standards for greening the territory of the ZVO were analyzed. The state of green spaces of higher educational institutions depends on the selection of plants adapted to climatic and soil conditions, as well as recreational loads. Most Ukrainian institutions of higher education do not meet the standards of "green universities". The functional zoning of the KNU campus (Exhibition Center) complies with building regulations, but the green area on the territory is distributed unevenly. It is necessary to pay attention to the use of phytoorganic background of green park plantings as an option of aerofitotherapy, taking into account modern data on the positive effect of biogenic volatile organic substances on the human body.*

Conclusions. *The green zone is an integral element of the structure of educational campuses, when developing each of the design options for the solution of the territory, it is necessary to offer a new image that corresponds to modern trends in design and will make it possible to create a functionally sufficient and unique environment.*

Keywords: *Taras Shevchenko Kyiv National University, higher education institutions, Green Metric Word University Ranking, landscape design, greening, "green universities", campus.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; або в рішенні про публікацію результатів.

The author declares no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

УДК 595.44(477)

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.50-56>

Євген СІНГАЄВСЬКИЙ, канд. біол. наук, асист.

ORCID ID: 0000-0001-8278-4977

e-mail: filantus@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Назар КОЛОМІЄЦЬ, студ.

e-mail: nazkolom@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Павло БАЛАН, канд. біол. наук, доц.

e-mail: balanpaulgeorge@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ПАВУКИ (ARACHNIDA, ARANEI) ПСАМОФІТНИХ ОСЕЛИЩ УРОЧИЩА ЗМІІНІ ОСТРОВИ КАНІВСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Вступ. Досліджено угруповання павуків герпетобію ділянок псамофільної рослинності піщаного узбережжя Канівського водосховища на території урочища Зміїні острови, що входить до складу Канівського природного заповідника. Різноманіття природних умов заповідника сприяли формуванню високого видового різноманіття флори та відповідних комплексів живих організмів, нерозривно пов'язаних із даними умовами існування. Все це дає підстави очікувати, що потенційне видове багатство локальної фауни павуків Канівського природного заповідника, може бути одним із найвищих серед інших природоохоронних територій України.

Методи. У ролі основного методу збору застосовано ґрунтові пастки Барбера, встановлених у два періоди: 05.06–01.07.2011 та 03–07.07.2017 років. Дослідний стаціонар розташовувався неподалік від піщаного узбережжя Канівського водосховища. Ділянка являє собою заростаючі псамофільною трав'янистою рослинністю піщані дюни поблизу сосново-дубового лісу. Географічні координати дослідного стаціонару: 49°50'28" Пн; 31°32'26" Сх. Відпрацьовано близько 160 пастко-днів, виявлено 25 видів павуків, які входять до складу 10 родин.

Результати. Переважна більшість виявлених видів є типовими ксерофілами, які надають перевагу термофільним, посушливим або сухим, відкритим умовам існування із високим рівнем інсоляції. Наведено анований список видів, де зазначено фауністичний матеріал, географічне поширення, екологічні особливості, місця знахідок на території лівобережної частини Лісостепової зони України та для Канівського природного заповідника. Серед дорослих особин переважають самці, їх частка становила 63,5 %, частка самок – 36,5 %. Частка ювенільних особин серед загальної кількості оброблених екземплярів становила 38,3 %. Значний відсоток ювенільних особин обумовлений часом проведення польових досліджень (протягом червня), коли фенологічна група весняно-літніх видів поступово знижує свою кількісну і якісну присутність в угрупованнях після періоду розмноження.

Висновки. Із урахуванням результатів наших досліджень та даних літературних джерел, список павуків урочища Зміїні острови нараховує 63 види із 20 родин. Уперше для фауни Канівського заповідника вказується 15 видів павуків із 8 родин: *Atypus muralis* (Atypidae), *Berlandina cinerea*, *Callilepis nocturna*, *Drassyllus praeficus*, *Haplodrassus kulczynskii*, *Zelotes electus*, *Zelotes longipes*, *Zelotes petrensis* (Gnaphosidae), *Alopecosa aculeata*, *Mustellicosa dimidiata* (Lycosidae), *Pholcus opilionoides* (Pholcidae), *Phlegra fasciata* (Salticidae), *Euryopis quinqueguttata* (Theridiidae), *Psammittis ninnii* (Thomisidae) і *Titanoeca spominima* (Titanoeidae). Ще 5 видів павуків, що належать до 3 родин, виявились новими для території урочища Зміїні острови: *Pardosa lugubris*, *Pirata piraticus*, *Xerolycosa miniata* (Lycosidae), *Thanatus formicinus* (Philodromidae) та *Steatoda albomaculata* (Theridiidae). Наведено значення індексу Шеннона для угруповання павуків герпетобію ділянок псамофільної рослинності – 3,219 біт. Для угруповань павуків підстилки дубового лісу (свіжої судіброви) цей показник складає 3,738 біт. Значення індексу Жаккара для видових комплексів павуків порівнюваних біотопів складає лише 0,063. Низький рівень спорідненості видових комплексів досліджених ділянок пояснюється суттєвою різницею в структурі рослинного складу та відповідними мікрокліматичними умовами. Спільними для павуків герпетобію обох біотопів є 4 види павуків: *Arctosa lutetiana*, *Crustulina guttata*, *Drassodes lapidosus* і *Titanoeca schineri*.

Ключові слова: павуки, фауна, видове різноманіття, екологія, види-ксерофіли, Канівський природний заповідник, павуки, урочище Зміїні острови, пастки Барбера.

Вступ

Канівський заповідник один із найстаріших в Україні. Незважаючи на свою столітню історію стан вивченості видового складу павуків заповідника та прилеглих територій все ще далекий від завершення. Перша згадка про павуків Канівщини міститься в публікації Н. Лук'янова (Лукьянов, 1897). Автор вказує лише 2 види: (*Tetragnatha extensa* та *Nuctenea umbratica*) для міста Канева та його околиць. Перші ґрунтовні дослідження видового складу павуків Канівського природного заповідника проведено в середині 70-х років минулого століття В.Є. Гур'яноюю. В опублікованих результатах (Пичка, 1974) наводяться дані про 124 види павуків. У роботі автором застосовано методи ручного збору та косіння та наведено розподіл видів у досліджених рослинних оселищах лугової, надлугової та лесової терас плато. У подальших дослідженнях, присвячених павукам родини Linyphiidae, В.А. Гнелиця наводить відомос-

ті про знахідку 69 видів даної родини (Гнелиця, 1993, 1998, 2000, 2002). При зборі фауністичного матеріалу автором застосовано переважно ручний метод збору та просіювання підстилки лісових та лучних біотопів. Відомі публікації, присвячені видовим комплексам павуків, що населяють крони та стовбури дерев (дендробіонти), а також видовому складу павуків родини Salticidae з території Канівського природного заповідника та його околиць, в яких вказується 33 види павуків, що належать до даних екологічної та таксономічної груп (Сінгаєвський, 2008, 2009). Дослідження угруповань павуків лісових біотопів, а саме підстилкового ярусу грабової діброви (лесова правобережна тераса Дніпра) та свіжої судіброви (борова тераса) урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника дозволило виявити 68 видів з 20 родин (Сінгаєвський, 2010). Лучні ділянки на території урочища, зокрема псамофільні, не обстежувались.

© Сінгаєвський Євген, Коломієць Назар, Балан Павло, 2024

Різноманіття природних умов, ландшафтів та біотопів заповідника сприяли формуванню високого видового різноманіття флори та відповідних комплексів живих організмів, нерозривно пов'язаних з даними умовами існування (Джаган, Пруденко, Гелюта, 2008; Кульша, 2023; Шевчик, 2008). Це дає підстави вважати, що потенційне видове багатство локальної фауни павуків Канівського природного заповідника, може бути одним із найвищих серед інших природоохоронних територій України.

Метою роботи є дослідження видового складу угруповань герпетобіотних павуків ділянок псамофітної рослинності узбережжя Канівського водосховища, в межах борової тераси урочища Зміїні острови, що входить до складу лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Методи

Канівський природний заповідник і прилеглі до нього території належать до фізико-географічної області Київського плато Західно-Української провінції Лісостепової зони. Урочище Зміїні острови розташовується у межах акваторії Канівського водосховища. Тут сформувалися природні комплекси першої надзаплавної (борової) тераси Дніпра із переважанням лісової рослинності. На місці зведених лісів панує трав'яниста рослинність та дерево-чагарникові угруповання перших етапів деградації лісової рослинності (Шевчик, Соломаха, Войтюк, 1996). Територія урочища увійшла до складу Канівського природного заповідника у 1986 році.

У даній роботі представлено результати обробки фауністичного матеріалу, зібраного із застосуванням ґрунтових пасток Барбера, встановлених у два періоди: 05.06–01.07.2011 та 03–07.07.2017 років. Дослідний стаціонар розташовувався неподалік від піщаного узбережжя Канівського водосховища. Ділянка становить собою заростаючі псамофільною трав'янистою рослинністю піщані дюни поблизу сосново-дубового лісу. Географічні координати дослідного стаціонару: 49°50'28" Пн; 31°32'26" Сх. У ролі пасток використано пластикові ємності (одноразовий пластиковий стакан) з діаметром отвору 8,7 см та об'ємом 0,5 дм³, заповнені на 1/3 2–4 % розчином формаліну з додаванням детергенту. Пастки (у кількості 5 штук у 2011 та 10 штук у 2017 році), встановлювали у один, або у два ряди по 5 з інтервалами 10 м. Загалом на дослідному стаціонарі відпрацьовано біля 160 пастко-діб. Вилучений з пасток Барбера вміст розбирали в лабораторних умовах у кюветі, заповненій водою. Павуків фіксували у 70 %-му розчині етилового спирту. Фауністичний матеріал зберігається на кафедрі екології та зоології Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Усього зібрано та камерально оброблено 117 екземплярів павуків на різних стадіях розвитку. Номенклатуру та географічне поширення видів наведено за "Каталогом павуків світу", родини, роди та види подано в алфавітному порядку (World Spider Catalog, 2024).

Результати

У результаті досліджень ділянки псамофітної рослинності на території урочища Зміїні острови виявлено 25 видів павуків із 10 родини. Загалом, з урахуванням результатів наших досліджень та раніше опублікованих даних, список павуків урочища Зміїні острови нараховує щонайменше 63 видів із 20 родин. Нижче наводимо анотований список видів із зазначенням фауністичного матеріалу, географічного поширення, екологічних особливостей і знахідок цих видів в умовах Лісостепової зони лівобережної України та на території Канівського приро-

дного заповідника і околиць. Кількісні дані по ювенільним особинам павуків у даному переліку не наводяться.

Родина **Araneidae**: *Larinioides patagiatus* (Clerck, 1757). **Матеріал**: ♂, 03–07.07.2017. **Поширення**: Північна Америка, Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Центральна Азія, Китай, Монголія, Японія (World Spider Catalog, 2024). Тенета розташовує на кущах та на нижньому ярусі гілок дерев на узліссях (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України населяє соснові, мішані та широколистяні ліси, лісосмуги, узлісся, галявини, заплавні та остепнені луки (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника виявлений раніше на низькій деревній рослинності та в травостой лугової тераси та на кущах і в травостой по схилах лесової тераси та плато правого берега Дніпра (Пичка, 1974); у кронах домінуючих порід соснового та мішаного лісів та на деревній прибережній рослинності (Сінгаєвський, 2008).

Родина **Atypidae**: *Atypus muralis* Bertkau, 1890. **Матеріал**: 2♂♂, 05–17.06.2011; 6♂♂, 17.06–01.07.2011; 3♂♂, 03–07.07.2017. **Поширення**: від Центральної Європи до Туркменістану (World Spider Catalog, 2024). Оселяються на ксеротермних сухих схилах і степових ділянках, вересовищах, мешкають колоніями, чисельність яких налічує до 100 екземплярів (Nentwig et al., 2024); типовий мешканець ксеротермних біотопів (Grbic, Hanggi, Gajic, Vaselek, Ivkovic, 2019). В умовах лівобережного Лісостепу України відмічений для степових схилів, ділянок крейдяних оголень, схилів балок (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Родина **Gnaphosidae**: *Berlandina cinerea* (Menge, 1878). **Матеріал**: ♀, 05–17.06.2011; ♀, 17.06–01.07.2011. **Поширення**: Європа, на схід до південного Сибіру, Іран, Казахстан (World Spider Catalog, 2024). Зустрічається у ксеротермних піщаних оселищах, серед лишайників, під куртинами вереску (Nentwig et al., 2024); ксеротермних світлих лісах, схилах, виходах крейди, гравійних кар'єрах, піщаних дюнах; на території Польщі вважається вразливим видом (VU) (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019; Szymański D., Szymański D.M., Szymański E., Klonowski, Szymański H., 2021). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Callilepis nocturna (Linnaeus, 1758). **Матеріал**: ♀, 17.06–01.07.2011. **Поширення**: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Казахстан, Іран, Китай, Японія (World Spider Catalog, 2024). Мешкають у сухих і сонячних із розрідженою рослинністю оселищах, часто у вільних від рослинності оселищах. Спеціалізовані мірмекофаги, активні протягом світлої частини доби з максимальною активністю вранці, рухами імітують мурах; плетуть мішкоподібні схованки під камінням, деревами тощо (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України заселяє дубові ліси, узлісся, парки, орні землі, прибережну рослинність, степову балкову рослинність, зустрічається по дну балок (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Drassodes lapidosus (Walckenaer, 1802). **Матеріал**: ♀, 05–17.06.2011. **Поширення**: Азорські острови, Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Ізраїль, Іран, Центральна Азія, Китай, Корея, Японія (World Spider Catalog, 2024). Вид із широким діапазоном місцезнаходжень: від ксеротермних оселищ до болотистих територій, від низин до рівнин-

них областей, на пляжах і дюнах, на луках, галявинах, вересовищах, відкритих світлих лісах і в будівлях; протягом дня переховується під камінням, мохом чи листяним опадом (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України виявлений у дібровах, узліссях, лісосмугах, на ріллі (Polchaninova, Prokopenko, 2013). З території Канівського природного заповідника вказується для грабових і мішаних лісів на лесових правобережних терасах і плато Пичка, 1974; та в складі населення підстилкового ярусу свіжої судіброви на території урочища Зміїні острови (Сингаевский, 2010).

Drassyllus praeficus (L. Koch, 1866). Матеріал: 3♀♀, 05–17.06.2011; ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Європа, Центральна Азія (World Spider Catalog, 2024). Зустрічається в сухих і відкритих місцевостях, таких як схили, кам'янисті степи, сухі луки та виноградники (Nentwig et al., 2024); в умовах лівобережного Лісостепу України відмічається у відкритих та лісових біотопах, на узліссях, заплавах луках, пасовищах на степових балках, крейдяних відсолах (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника вказується вперше.

Haplodrassus kulczynskii Lohmander, 1942. Матеріал: ♀, 03–07.07.2017. Поширення: Європа, Туреччина, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Китай, Корея (World Spider Catalog, 2024). Оселяється на ксеротермних схилах, кам'янистих степах, терасах старих виноградників (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України вказується для ботанічного саду в місті Харкові та степових схилів, степової рослинності на балках, зустрічається по дну балок (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Zelotes electus (C.L. Koch, 1839). Матеріал: ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина до Далекого Сходу), Казахстан, Іран, Туркменістан (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу ксеротермним умовам існування, таким як, степи, сухі луки та дюни, оселяється під камінням і в шарі підстилки (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України вказується для відкритих світлих дібров, байрачних лісів, узлісь широколистяних лісів, вирубок, парків, степових схилів, ділянок крейдяних оголень, балках та схилах зі степовою рослинністю, крейдяних відсолах (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Zelotes longipes (L. Koch, 1866). Матеріал: ♀, 05–17.06.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Іран, Центральна Азія, Монголія, Китай (World Spider Catalog, 2024). Найтипівіші місця перебування виду: піщані дюни, вересовища, степові ландшафти, відкриті хвойні ліси, у світлий період доби перебуває під камінням, у підстилці (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України досить поширений вид, відмічається у лісосмугах, лісопосадках, лучних та степових оселищах, крейдяних відсолах, агроценозах, степових схилів, ділянок крейдяних оголень (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Zelotes petrensis (C.L. Koch, 1839). Матеріал: ♀, 05–17.06.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Південного Сибіру), Центральна Азія (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу місцям перебування, які добре прогрівуються, зустрічається у степових біотопах, на вересови-

щах, суходільних луках, кам'янистих оселищах, річковому гравію та відкритих лісах, переховується під камінням і в шарі підстилки (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України відмічався у біотопах соснового лісу, лісосмугах, схилах із степовою рослинністю, берегах сфагнового болота (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Родина *Lycosidae*: *Alopecosa aculeata* (Clerck, 1757). Матеріал: ♂, ♀, 03–07.07.2017. Поширення: Північна Америка, Європа, Туреччина, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Іран, Центральна Азія, Китай, Японія (World Spider Catalog, 2024). Мешкає у моховому та підстилковому шарі вологих, але світлих лісів, у низинних ландшафтах на території Північній Європі та в гористих ландшафтах до межі лісів (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України відмічається у біотопах соснового лісу та дібров, узліссях, лісосмугах, суходільних та заплавах луках, поблизу сфагнових боліт (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Arctosa luteiana (Simon, 1876). Матеріал: ♂, ♀, 05–17.06.2011; 2♂♂, 17.06–01.07.2011. Поширення: Європа, Росія (вся Європейська частина і до Південного Сибіру) (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу місцям існування, що добре прогриваються (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України зустрічається у дібровах, байрачних та соснових лісах, узліссях, вирубках, лучних біотопах, галявинах, помічені поблизу сфагнових боліт (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника відмічався у складі населення підстилкового ярусу свіжої судіброви на території урочища Зміїні острови (Сингаевский, 2010).

Mustellicosa dimidiata (Thorell, 1875). Матеріал: 6♂♂, 05–17.06.2011; 5♂♂, 2♀♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Україна, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Туркменістан, Монголія, Китай (World Spider Catalog, 2024). Територією України проходить західна межа ареалу виду, який поширений тут нерівномірно і прив'язаний до луків та світлих соснових лісів на піщаних ґрунтах, відмічений для Рівненської та Миколаївської областей (Гірна, Канарський, Яворницький, 2020; Polchaninova, Gnelitsa, Evtushenko, Singaevsky, 2017), та правобережної частини Київської області (Yanul, Terekhova, Polchaninova, 2022). На території лівобережної України відомий з Дніпропетровської, Донецької, Луганської Харківської та Херсонської областей, де теж тяжіє до відкритих біотопів із піщаним ґрунтовим покривом (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Pardosa lugubris (Walckenaer, 1802). Матеріал: ♂, 05–17.06.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Казахстан, Іран (World Spider Catalog, 2024). Один із найпоширеніших видів роду *Pardosa* C.L. Koch, 1847; є одним із масових компонентів в уривкованих павуків підстилки лісових та відкритих біотопів (Nentwig et al., 2024; Polchaninova, & Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника відмічався раніше на низькій деревній рослинності та в травостой лугової терас, у мішаних лісах і грабовій діброві та в травостой по схилам лесової терас та плато правого берега Дніпра (Пичка, 1974; Сингаевский, 2010). Вперше вказується для борової тераси урочища Зміїні

острови – лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Pirata piraticus (Clerck, 1757). Матеріал: ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Північна Америка, Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Казахстан, Іран, Центральна Азія, Китай, Японія (World Spider Catalog, 2024). Зустрічаються поблизу водойм (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України зустрічається на прибережній рослинності поблизу водойм зі стоячою водою та зі слабкою течією (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). З території Канівського природного заповідника вказувався для водойм та травостою на лучних терасах (Пичка, 1974). Вперше вказується для борової тераси урочища Зміїні острови – лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Xerolycosa miniata (Koch, 1834). Матеріал: ♂, ♀, 05–17.06.2011; ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Казахстан, Іран, Центральна Азія, Китай (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу сонячним рівнинним оселищам на піщаних ґрунтах із низькою нещільною трав'яною рослинністю (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України оселяється у світлих дібровах, байрачних лісах, лісосмугах, узліссях, галявинах, остепнених, суходільних та заплавлених луках, агроценозах, тощо (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника виявлений в травостої по схилам лесової терас та плато правого берега Дніпра (Пичка, 1974). Вперше вказується для борової тераси урочища Зміїні острови – лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Родина **Philodromidae**: *Thanatus formicinus* (Clerck, 1757). Матеріал: ♀, 05–17.06.2011; ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Північна Америка, Європа, Північна Африка, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Ірак, Іран, Казахстан, Центральна Азія, Китай, Японія (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу сухим та напівсухим лукам, ксеротермним лучним ландшафтам з рідколіссям (Nentwig et al., 2024). В умовах лівобережного Лісостепу України зустрічається у світлих дібровах, соснових лісах, узліссях, на остепнених луках, степових ділянках (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). На території Канівського природного заповідника виявлений в травостої і чагарниках по схилам лугової і лесової терас та плато правого берега Дніпра (Пичка, 1974). Вперше вказується для борової тераси урочища Зміїні острови – лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Родина **Pholcidae**: *Pholcus opilionoides* (Schränk, 1871). Матеріал: ♀, 17.06–01.07.2011. Поширення: Європа, Кавказ, Єгипет, завезений до Канади та США (World Spider Catalog, 2024). Один із небагатьох представників даної родини, що трапляється поза помешканням людини, оселяється під камінням у шпаринах у гранітних кар'єрах і в дуплах дерев, у шпаринах ґрунту (Nentwig et al., 2024); в природних умовах лівобережного Лісостепу України відмічений у лісосмугах (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Родина **Salticidae**: *Phlegma fasciata* (Hahn, 1826). Матеріал: ♀ subad., 05–17.06.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Казахстан, Центральна Азія, Іран, Афганістан, Індія, Китай, Монголія, Корея, Японія (World Spider Catalog, 2024). Мешкає на сонячних і сухих оселищах, у траві, на камінні, по берегах водойм (Nentwig

et al., 2024); в природних умовах лівобережного Лісостепу України є знахідки в світлих дібровах, на узліссях, галявинах, крейдяних оголеннях (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Родина **Theridiidae**: *Crustulina guttata* (Wider, 1834). Матеріал: ♂, 03–07.07.2017. Поширення: Канарські острови, Європа, Кавказ, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Казахстан, Іран, Центральна Азія, Китай, Корея, Японія (World Spider Catalog, 2024). Мешканець поверхні ґрунту відкритих лісових біотопів (Nentwig et al., 2024). У природних умовах лівобережного Лісостепу України оселяється в дібровах, біотопах соснового лісу, лісосмуг, остепнених лук, поблизу сфагнових боліт (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника вказувався в складі населення підстилкового ярусу свіжої судиброви на території урочища Зміїні острови (Сингаевский, 2010).

Euryopsis quinqueguttata Thorell, 1875. Матеріал: ♂, 03–07.07.2017. Поширення: Європа, Єгипет, Кавказ, Іран, Туркменістан (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу теплим, добре освітлюваним місцям мешкання (Nentwig et al., 2024). У природних умовах лівобережного Лісостепу України вид виявляли серед степової рослинності та на схилах з крейдяними оголеннями (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Steatoda albomaculata (De Geer, 1778). Матеріал: ♂, 17.06–01.07.2011. Поширення: Північна Америка, Європа, Північна Африка до Ізраїлю, Росія (вся Європейська частина і до Далекого Сходу), Кавказ, Казахстан, Іран, Центральна Азія, Індія, Китай, Корея, Японія (World Spider Catalog, 2024). Мешкає серед розрідженої приземної рослинності в сухих і ксерофітних оселищах, полює переважно на мурах (Nentwig et al., 2024). У природних умовах лівобережного Лісостепу України відмічався для лучних біотопів, лісосмуг, сільськогосподарських орних земель, серед степової рослинності на схилах (Polchaninova, Prokopenko, 2013). Для території Канівського природного заповідника вказувався в складі угруповань павуків в травостої по схилам лугової і лесової терас та плато правого берега Дніпра (Пичка, 1974). Вперше вказується для борової тераси урочища Зміїні острови – лівобережної частини Канівського природного заповідника.

Родина **Thomisidae**: *Psammittis ninnii* (Thorell, 1872). Матеріал: 3♂♂, 17.06–01.07.2011; ♂, 03–07.07.2017. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Центральна Азія (World Spider Catalog, 2024). Оселяється на сухих луках, ксеротермних лучних ландшафтах із рідколіссям (Nentwig et al., 2024). У природних умовах лівобережного Лісостепу України виявлений у складі угруповань байрачних лісів (Polchaninova, Prokopenko, 2013). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

Родина **Titanoecidae**: *Titanoeca schineri* L. (Koch, 1872). Матеріал: ♂, 05–17.06.2011. Поширення: Європа, Туреччина, Кавказ, Росія (Європейська частина і до Південного Сибіру), Іран, Центральна Азія (World Spider Catalog, 2024). Надають перевагу сонячним схилам, оселяються під камінням (Nentwig et al., 2024). У природних умовах лівобережного Лісостепу України виявлено у світлих дібровах, соснових та мішаних лісах, узліссях, парках, суходільних луках, серед степової рослинності на схилах (Polchaninova, Prokopenko, 2013, 2019). Для території Канівського природного заповідника вказувався

у складі населення підстилкового ярусу свіжої судіброви на території урочища Зміїні острови (Сингаевський, 2010).

Titanoeca spominima (Taczanowski, 1866). Матеріал: 5♂♂, ♀, 05–17.06.2011; 4♂♂, 17.06–01.07.2011; ♀, 03–07.07.2017. Поширення: Швеція, Фінляндія, Центральна Європа, Сербія, Албанія, Україна, Європейська частина Росії (World Spider Catalog, 2024). Надає перевагу ксерофітним піщаним оселищам із розрідженим рослинним покривом (Nentwig et al., 2024); у природних умовах лівобережної України виявлений на рекультивованих територіях нафтогазового родовища у Полтавській області (Polchaninova, & Prokorenko, 2019). Вперше вказується для території Канівського природного заповідника.

З наведеного вище переліку 15 видів павуків вказуються вперше для території Канівського природного заповідника. Вони входять до складу 8 родин та 13 родів: *Atypus muralis* (Atypidae), *Berlandina cinerea*, *Callilepis nocturna*, *Drassyllus praeficus*, *Haplodrassus kulczynskii*, *Zelotes electus*, *Zelotes longipes*, *Zelotes petrensis* (Gnaphosidae), *Alopecosa aculeata*, *Mustellicosa dimidiata* (Lycosidae), *Pholcus opilionoides* (Pholcidae), *Phlegma fasciata* (Salticidae), *Euryopsis quinqueguttata* (Theridiidae), *Psammittis ninnii* (Thomisidae) і *Titanoeca spominima* (Titanoecidae).

Крім того, для території урочища Зміїні острови новими є 5 видів павуків, що належать до 3 родин та 4 родів, це: *Pardosa lugubris*, *Pirata piraticus*, *Xerolycosa miniata* (Lycosidae), *Thanatus formicinus* (Philodromidae) та *Steatoda albomaculata* (Theridiidae).

У фауністичному матеріалі серед дорослих особин переважали самці, їх частка становила 63,5 %, частка самок – 36,5 %. Серед загальної кількості особин всіх стадій розвитку значна частка у зборах належить ювенільним екземплярам – 38,3 %, що обумовлено періодом збору, який припадає на доволі вузький проміжок польового сезону – протягом червня. Після піку різноманіття та чисельності весняно-літніх видових комплексів павуків, відбувається поступове зниження кількісних та якісних показників даної фенологічної групи в угрупованнях із переважанням ювенільних стадій розвитку.

На основі отриманих кількісних даних про видовий склад павуків герпетобію псамофітного оселища можна виділити три види, що складають домінуючий компонент даного угруповання: частка *M. dimidiata* складала 18,3 %, кількісна представленість *A. muralis* і *T. spominima* є однаковою і у зборах становила по 15,5 %. Як і переважна більшість серед знайдених тут павуків, це види із чітко окресленою преферентністю до ксерофітних умов існування. Найбільш різноманітно у фауністичному матеріалі представлені родини Gnaphosidae – 8 видів, Lycosidae – 6 – видів, Theridiidae – 3 види.

Серед виявлених тут видів – *Larinioides patagiatus* є типовим мешканцем крон дерев та кущів на узліссях та галявинах. Проте дорослі самці колопрядів, як і інших груп павуків-тенетників, під час міграцій у пошуках самок, активно пересуваються поверхнею ґрунту чи підстилки, іноді випадково потрапляють до пасток Барбера. Решта видів є типовими мешканцями герпетобію – поверхні ґрунту, підстилки, під камінням або в норах у ґрунті, як *Arctosa lutetiana*. Такі види, як *Drassodes lapidosus* та *P. opilionoides*, окрім герпетобію можуть оселятись і на вертикальних поверхнях, урвищах, крутосхилах (Buchar, Ruzicka, 2002).

З урахуванням раніше опублікованих даних та результатів наших досліджень, видовий склад павуків урочища Зміїні острови налічує 63 види павуків із

20 родин. Порівнюючи видовий склад та структуру населення павуків підстилки дубового лісу (свіжої судіброви) (Сингаевський, 2010) та псамофітного оселища, виявлено ряд відмінностей.

Динамічна щільність павуків, що населяють підстилковий ярус свіжої судіброви, значно перевищує цей показник, зареєстрований для ділянок псамофільної рослинності – 14,8 екземплярів на 100 пастко-діб та лише біля 1,2 екземплярів на 100 пастко-діб, відповідно. При цьому періоди проведення збору фауністичного матеріалу в порівнюваних дослідних ділянках приблизно збігаються у часі. Значна відмінність кількісних показників динамічної щільності обумовлена різницею в умовах існування. Розвинена підстилка у діброві забезпечує значне різноманіття топічних ніш для заселення, порівняно з нещільною підстилкою серед розрідженої ксерофітної рослинності на піщаному ґрунті і відповідними абіотичними умовами середовища існування. Різниця у якісному складі видових угруповань павуків порівнюваних біотопів полягає у значному переважанні ксерофітних видів у населенні досліджуваних ділянок псамофільної рослинності. Спільними для герпетобію обох типів угруповань є 4 види: *A. lutetiana*, *C. guttata*, *D. lapidosus* і *Titanoeca schineri*.

Представники родини Linyphiidae, які були представлені досить різноманітно у герпетобії свіжої судіброви, (виявлено 11 видів), відсутні у зборах із псамофітного оселища. Загальний ступінь спорідненості видових комплексів павуків, що населяють наземний ярус ділянок псамофільної рослинності та порівняно з угрупованням павуків герпетобію свіжої судіброви є доволі незначним. Значення індексу фауністичної подібності Жаккара, розрахованого на основі виявлених видових комплексів павуків досліджених ділянок в урочищі Зміїні острови, складає 0,063. Подібна відмінність у видових угрупованнях павуків обумовлена суттєвою різницею в структурах рослинності оселищ та мікрокліматичних умов, які тут формуються.

На основі кількісного та якісного аналізу власного фауністичного матеріалу розраховано значення індексу біорізноманіття Шеннона для видових угруповань павуків герпетобію псамофільної рослинності та свіжої судіброви, вони ідентичні та становлять 3,219 та 3,738 біт, відповідно. Значний ступінь відмінності у видовому складі та отримані значення індексу різноманіття можуть вказувати на потенційно високий рівень видового багатства та різноманіття видових комплексів павуків урочища Зміїні острови. З огляду на те, що зазначені результати отримано на основі польових досліджень, проведених у досить обмежений період, можна припустити, що дана територія є доволі перспективною для здійснення в майбутньому комплексних аранеологічних досліджень та розширення наукових знань про аранеофауну Канівського природного заповідника.

Дискусія і висновки

У результаті проведених досліджень угруповань павуків герпетобію ділянок псамофільної рослинності на території урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника виявлено 25 видів павуків, які належать до 10 родин. Більшість із виявлених тут павуків є типовими ксерофітними видами, які надають перевагу термофітним, посушливим або сухим, відкритим умовам існування із високим рівнем інсоляції. Новими для території Канівського природного заповідника виявились 15 видів павуків із 8 родин. У зборах серед дорослих особин переважали самці, їх частка – 63,5 %, частка самок – 36,5 %. Серед загальної кількості особин усіх

стадій розвитку частка ювенільних екземплярів становила 38,3 %, що обумовлено зниженням кількісних та якісних показників весняно-літньої фенологічної групи видів, які збігалися із часом проведення польового дослідження. Родини Gnaphosidae, Lycosidae та Theridiidae представлені найбільшою кількістю видів: 8, 6 та 3, відповідно. Показник динамічної щільності павуків герпетобіо ділянок псаммофільної рослинності знаходиться на рівні 1,2 екземпляри на 100 пастко-діб.

Разом із опублікованими раніше даними, видовий склад павуків території заповідного урочища нараховує 63 види павуків, що входять до складу 20 родин. Незважаючи на обмежений період проведення польових досліджень (збір матеріалу пастками Барбера тривав протягом червня місяця), розраховані значення індексу видового різноманіття Шеннона угруповання павуків герпетобіо ділянок псаммофільної рослинності є доволі високими – 3,219 біт. Для видового складу павуків підстилки дубового лісу (свіжої судіброви), який досліджували раніше, даний показник складає 3,738 біт. Значення індексу фауністичної подібності Жаккара для угруповань павуків порівнюваних біотопів складає лише 0,063. Низький рівень спорідненості видових комплексів павуків пояснюється суттєвою різницею в структурі рослинного складу та відповідними мікрокліматичними умовами. Спільними для герпетобіо угруповань обох типів є 4 види павуків: *Arctosa lutetiana*, *Crustulina guttata*, *Drassodes lapidosus* і *Titanoeca schineri*.

Внесок авторів: Євген Сінгаєвський – збір та камеральна обробка фауністичного матеріалу, визначення таксономічної приналежності видів, методологія, підготування огляду літератури; Назар Коломієць – статистична обробка отриманих результатів, впорядкування колекційного матеріалу, аналіз джерел; Павло Балан – загальна концепція рукопису, підготування огляду літератури, редагування рукопису.

Список використаних джерел

- Гірна, А., Канарський, Ю., & Яворницький, В. (2020). Павуки і туруни як складові різноманіття членистоногих (Arthropoda) екосистем Львівського межириччя (Рівненська область). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 82, 89–100.
- Гнелица, В.А. (1993, вересень). Фауна і екологія пауків Канівського заповідника. Підсумки 70-річної діяльності Канівського заповідника та перспективи розвитку заповідної діяльності на Україні: матеріали конференції (с. 42–43).
- Гнелица, В.А. (1998). К фауне пауків сем. Linyphiidae Канівського заповідника. Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття: матеріали конференції присвячені 75-річчю Канівського природного заповідника (с. 166–167).
- Гнелица, В.А. (2000). Фауна пауків семейства Linyphiidae лесостепной зоны Украины: 1. Подсемейство Linyphiinae. *Изв. Харьк. энтомолог. о-ва*, 8(1), 132–139.
- Гнелица, В.А. (2002). Фауна пауків семейства Linyphiidae лесостепной зоны Украины: 2. Подсемейство Erigoninae. *Изв. Харьк. энтомолог. о-ва*, 9(1–2), 193–201.
- Джаган, В.В., Пруденко, М.М., & Гелюта, В.П. (2008). Гриби Канівського природного заповідника. ВПЦ "Київський університет".
- Кульша, Ю.М. (2023). Мікологічний моніторинг та знахідки рідкісних видів грибів у Канівському природному заповіднику у 2013–2021 рр. У В.М. Грищенко (ред.). *Збереження біологічного та ландшафтного різноманіття на природно-заповідних територіях: матеріали конференції, присвяченої 100-річчю Канівського природного заповідника (21–23 вересня 2023 р., м. Канів, Черкаська обл.)*. Друк Арт. 43–45.
- Лукьянов, Н. (1897). Список пауків (Araneina, Pseudoscorpionina і Phalangina), водящихся в Юго-Западном крае и смежным с ним губерниям России. *Записки Киевского общества естествоиспытателей*, 14(2), 1–19.
- Пичка, В.Е. (1974). О фауне и экологии пауків окрестностей Канева. *Вестник зоологии*, 6, 23–30.
- Сінгаєвський, Є.М. (2008). Павуки-дендробіонти (Arachnida, Aranei) урочища Зміїні острови Канівського природного заповідника. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: серія Біологія*, 52–53, 18–20.
- Сінгаєвський, Є.М. (2009). Фауна та екологія павуків родини Salticidae (Arachnida, Aranei) деяких біотопів Канівського природного

заповідника. *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології: матеріали I міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих учених (23–26 лютого 2009 р., м. Донецьк)*. Донецький національний університет. Вид-во "Вебер" (Донецька філія), 1, 244–245.

Сінгаєвський, Є.М. (2010). К изучению фауны пауків (Arachnida, Aranei) Каневского природного заповедника. *Заповідна справа в Україні*, 16(2), 91–94.

Шевчик, В.Л. (2008). Підсумки досліджень рослинного світу (вищі рослини) Канівського природного заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 14(2), 2–7.

Шевчик, В.Л., Соломаха, В.А., & Войтюк, Ю.О. (1996). Синтаксономія рослинності та список флори Канівського природного заповідника. Фітосоціоцентр.

Buchar, J., Ruzicka, V. (2002). Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres Publishers.

Grbic, G., Hanggi, A., Gajic, I., Vaselek, S., & Ivkovic, S. (2019). Spiders (Araneae) of the Deliblato Sands (Serbia). *Acta Entomologica Serbica*, 24, 79–93.

Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor D., Hänggi, A., & Kropf, C. Version 02.2024. <https://www.araneae.nmbe.ch>

Polchaninova, N.Yu., & Prokopenko, E.V. (2013). Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. *Arthropoda Selecta*. Supplement 2, 268.

Polchaninova, N.Yu., & Prokopenko, E.V. (2019). An updated checklist of spiders (Arachnida: Araneae) of Left-Bank Ukraine. *Arachnologische Mitteilungen*, 57, 60–64.

Polchaninova, N.Yu., Gnelitsa, V.A., Evtushenko, K.V., Singaevsky, E.N. (2017). An annotated checklist of spiders (Arachnida, Aranei) of the National Park "Buzkyi Hard" (Mykolaiv Area, Ukraine). *Arthropoda Selecta*, 26(3), 253–272.

Szymański, D., Szymański, D.M., Szymański, E., Klonowski, E., Szymański, H.M. (2021). Spiders (Araneae) of inland dunes in the central part of the Wielkopolsko-Kujawska Lowland. *Przegląd Przyrodniczy*, 32(2), 13–21.

World Spider Catalog (2024). World Spider Catalog. – Version 25.0 – Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on 17.02.2024. doi: 10.24436/2

Yanul, V., Terekhova, V., Polchaninova, N. (2022). New data to the rare spider species (Arachnida, Aranei) from Kyiv Region (Ukraine). *Zoodyversity*, 56, 181–188.

References

- Buchar, J., & Ruzicka, V. (2002). Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres Publishers.
- Dzhagan, V., Prudenko, M., & Geluta, V. (2008). Mushrooms of the Kaniv nature reserve. VOC "Kyiv University" [in Ukrainian].
- Gnelitsa, V. (1993, September). Fauna and ecology of spiders of the Kanivsky Reserve. *Results of the 70-year activity of the Kaniv reserve and prospects for the development of reserve activity in Ukraine: conference materials* (pp. 42–43) [in Russian].
- Gnelitsa, V. (1998). To the fauna of the spider family Linyphiidae of the Kanivsky Reserve. *The role of protected natural areas in the preservation of biodiversity: materials of the conference dedicated to the 75th anniversary of the Kaniv Nature Reserve* (pp. 166–167) [in Russian].
- Gnelitsa, V. (2000). Fauna of spiders of the family Linyphiidae of the forest-steppe zone of Ukraine: 1. Subfamily Linyphiinae. *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 8 (1), 132–139 [in Russian].
- Gnelitsa, V. (2002). Fauna of spiders of the family Linyphiidae of the forest-steppe zone of Ukraine: 1. Subfamily Erigoninae. *The Kharkov Entomological Society Gazette*, 9 (1–2), 193–201 [in Russian].
- Grbic, G., Hanggi, A., Gajic, I., Vaselek, S., & Ivkovic, S. (2019). Spiders (Araneae) of the Deliblato Sands (Serbia). *Acta Entomologica Serbica*, 24, 79–93.
- Hirna, A., Kanarsky Yu., & Yavornytsky, V. (2020). Spiders and carabid beetles as the elements of arthropod's diversity in ecosystems of Lva-Styga inter-river area (Rivne province, Ukraine). *Visnyk of Lviv University. Biological series*, 82, 89–100 [in Ukrainian].
- Kulsha, Yu. (2023). Mycological monitoring and findings of rare mushroom species in the Kaniv Nature Reserve in 2013–2021. *Preservation of biological and landscape diversity in nature reserves: materials of the conference dedicated to the 100th anniversary of the Kaniv Nature Reserve (September 21–23, 2023, Kaniv, Cherkasy Region)*. Druk Art, 43–45 [in Ukrainian].
- Lukyanov, N. (1897). A list of spiders (Araneina, Pseudoscorpionina Phalangina) living in the South-Western Province and adjacent governments of Russia. *Zapiski Kievskogo Obshchestva Estestvoispytatelej*, 14 (2), 1–19 [in Russian].
- Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor D., Hänggi, A., & Kropf, C. Version 02.2024. <https://www.araneae.nmbe.ch>
- Pichka, V. (1974). On fauna and ecology of spiders from the Kaniv environs. *Vestnik Zoologii*, 6, 23–30 [in Russian].
- Polchaninova, N.Yu., & Prokopenko, E.V. (2013). Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine. *Arthropoda Selecta*. Supplement 2, 268.

Polchaninova, N.Yu., & Prokopenko, E.V. (2019). An updated checklist of spiders (Arachnida: Araneae) of Left-Bank Ukraine. *Arachnologische Mitteilungen*, 57, 60-64.

Polchaninova, N.Yu., Gnelitsa, V.A., Evtushenko, K.V., Singaevsky, E.N. (2017). An annotated checklist of spiders (Arachnida, Aranei) of the National Park "Buzkyi Hard" (Mykolaiv Area, Ukraine). *Arthropoda Selecta*, 26(3), 253-272.

Shevchyk, V., Solomakha, V., & Voytyuk, Yu. (1996). Vegetation syntaxonomy and list of flora of the Kaniv nature reserve. *Fitosotsiotsentr* [in Ukrainian].

Shevchyk, V. (2008). Results of studies of the flora (higher plants) of the Kaniv Nature Reserve. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 16(2), 2-7 [in Ukrainian].

Singaevsky E. (2008). Dendrobiont spiders (Arachnida, Aranei) tracts of the Snake Islands of the Kaniv Nature Reserve. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Biology*, 52-53, 18-20 [in Ukrainian].

Singaevsky, E. (2009). Fauna and ecology of spiders of the family Salticidae (Arachnida, Aranei) of some biotopes of the Kaniv Nature Reserve. *Fundamental and applied research in biology: materials of the*

1st international scientific conference of students, postgraduates and young scientists (February 23-26, 2009, Donetsk). Donetsk National University. "Weber" Publishing House (Donetsk branch), 1, 244-245 [in Ukrainian].

Singaevsky, E. (2010). To study the fauna of spiders (Arachnida, Aranei) of the Kanevsky Nature Reserve. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 16(2), 91-94 [in Russian].

Szymański, D., Szymański, D.M., Szymański, E., Kłowski, E., Szymański, H.M. (2021). Spiders (Araneae) of inland dunes in the central part of the Wielkopolsko-Kujawska Lowland. *Przegląd Przyrodniczy*, 32(2), 13-21.

World Spider Catalog (2024). World Spider Catalog. – Version 25.0 – Natural History Museum Bern. <http://wsc.nmbe.ch>. <http://doi: 10.24436/2>

Yanul, V., Terekhova, V., Polchaninova, N. (2022). New data to the rare spider species (Arachnida, Aranei) from Kyiv Region (Ukraine). *Zoodiversity*, 56, 181-188.

Отримано редакцією журналу / Received: 02.02.24

Прорецензовано / Revised: 01.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 01.03.24

Yevgen SINGAIEVSKYI, PhD (Biol.), Assist.

ORCID ID: 0000-0001-8278-4977

e-mail: filantus@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Nazar KOLOMIETS, Student

e-mail: nazkolom@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Pavlo BALAN, PhD (Biol.), Assoc. Prof.

e-mail: balanpaulgeorge@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

THE PSAMOPHYTE HABITAT SPIDERS (ARACHNIDA, ARANEI) OF THE ZMIINI OSTROVY TRACT OF THE KANIV NATURE RESERVE

Background. A herpetobius spiders of psammophilic vegetation areas of the sandy coast of the Kaniv Reservoir on the territory of the Zmiyni ostrovy tract, which is part of the Kaniv Nature Reserve, were studied. The variety of natural conditions of the reserve contributed to the formation of a high species diversity of flora and the corresponding complexes of living organisms, inextricably linked to these conditions of existence. All this gives reason to expect that the potential species richness of the local spider fauna of the Kaniv Nature Reserve may be one of the highest among other nature conservation areas of Ukraine.

Methods. As the main collection method pitfall soil traps were used, installed in two periods: 06.06-07.01.2011 and 03-07.07.2017. The experimental plot was located near the sandy coast of the Kaniv Reservoir. The site is sand dunes overgrown with psamophyllous herbaceous vegetation near a pine-oak forest. Geographic coordinates of the experimental hospital: 49°50'28"N; 31°32'26"E. About 160 trap-days were worked, and 25 species of spiders, which are part of 10 families, were discovered.

Results. The vast majority of species are typical xerophiles that prefer thermophytic, arid or dry, open habitats with high levels of insolation. An annotated list of species is provided, which includes faunal material, geographical distribution, ecological features, and places of finds in the left-bank part of the Forest-Steppe Zone of Ukraine and for the Kaniv Nature Reserve. Among adult specimens, males predominate, their share is 63.5 %, the share of females is 36.5 %. The share of juvenile individuals among the total number of specimens is 38.3 %. A significant percentage of juvenile individuals is determined by the time of field work (during June), when the of spring-summer phenological group species gradually reduces its quantitative and qualitative presence in groups after the reproduction period.

Conclusions. Taking into account the results of our research and data from literary sources, the list of spiders of the Snake Islands tract includes at least 63 species from 20 families. For the first time, 15 species of spiders from 8 families are indicated for the fauna of the Kaniv Reserve: *Atypus muralis* (Atypidae), *Berlandina cinerea*, *Callilepis nocturna*, *Drassyllus praeficus*, *Haplodrassus kulczynskii*, *Zelotes electus*, *Zelotes longipes*, *Zelotes petrensis* (Gnaphosidae), *Alopecosa aculeata*, *Mustellicosa dimidiata* (Lycosidae), *Pholcus opilionoides* (Pholcidae), *Phlegma fasciata* (Salticidae), *Euryopsis quinqueguttata* (Theridiidae), *Psammitis ninnii* (Thomisidae) and *Titanoeca spominima* (Titanoecidae). For the territory of the Zmiyni ostrovy tract, 5 species of spiders belonging to 3 families were found to be new: *Pardosa lugubris*, *Pirata piraticus*, *Xerolycosa miniata* (Lycosidae), *Thanatus formicinus* (Philodromidae) and *Steatoda albomaculata* (Theridiidae). The value of the Shannon index for the grouping of Herpetobium spiders in areas of psammophilous vegetation is given – 3.219 bits. This index for the spider communities of the oak forest litter (fresh silverwood) is 3.738 bits. The value of the Jacquard index for species complexes of spiders of the compared biotopes is only 0.063. The low level of fauna relatedness is explained by the significant difference in the structure of the plant composition and the corresponding microclimatic conditions. Common to herpetobium spiders of both biotopes are 4 species of spiders: *Arctosa lutetiana*, *Crustulina guttata*, *Drassodes lapidosus* and *Titanoeca schineri*.

Keywords: Fauna, spiders, species diversity, ecology, xerophiles species, Kaniv Nature Reserve, spiders, Zmiyni ostrovy tract, pitfall traps.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

UDC 581.1: 582.94

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.57-62>

Tetiana VOROBEL, Student

ORCID ID: 0009-0000-0459-7041

e-mail: tikti.231@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Nataliia NUZHYNIA, PhD (Biol.)

ORCID ID: 0000-0002-4404-4502

e-mail: nuzhynan@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

INTRODUCTION OF *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. IN VITRO CULTURE

Background. *Dracocephalum moldavica* L. is widely used in folk medicine in many countries of the world due to its antispasmodic, antibacterial, analgesic, sedative and anti-inflammatory properties. *D. moldavica* essential oil is often used in aromatherapy and cosmetology. The use of biotechnological methods for obtaining secondary plant metabolites has become increasingly popular in recent years. On the one hand, they serve as a source of substances beneficial for pharmacology, while on the other hand, aseptic microclones of medicinal plants can be utilized as model organisms to explore methods to enhance the biosynthesis of specific target products. The *in vitro* use of plants for the production of biologically active substances is also a crucial and pertinent method for the conservation of natural biodiversity. The aim of this study was to determine the optimal conditions for introducing the medicinal plant *Dracocephalum moldavica* into *in vitro* culture.

Methods. To introduce *Dracocephalum moldavica* plants into *in vitro* culture, the conditions for seed sterilization were carefully selected. The effectiveness of treatment with succinic acid in combination with various concentrations of sodium hypochlorite solution (20 %, 50 %, or 70 %) was assessed to obtain aseptic material and ensure a high percentage of seed germination. The duration of seeds viability after storage for 1, 2, and 3 years was determined by testing seed germination in soil and *in vitro*.

Results. Seeds of *D. moldavica* have a relatively low germination rate when planted in soil and quickly lose their viability. *In vitro* cultivation can significantly enhance the germination of fresh seeds and allow for a more efficient use of two- and three-year-old seeds. The stimulating effect of succinic acid on the seed germination and seedling development of *Dracocephalum moldavica* has been observed, but it also activated the growth of fungal and bacterial infections. Therefore, it is advisable to use this stimulant only along with a more intensive sterilizing agent.

Conclusions. The optimal method for introducing *Dracocephalum moldavica* from seeds into *in vitro* culture has been determined: pre-treatment of seeds with succinic acid followed by sterilization using 70 % sodium hypochlorite.

Keywords: succinic acid, sterilization, seed viability, percentage of seed germination.

Background

The increasing demand for herbal medicines in the healthcare sector highlights the importance of addressing the issue of securing a raw material base through additional plant sources and their integrated use. The widespread and uncontrolled exploitation of essential oil plants has resulted in the depletion of many raw materials, emphasizing the necessity to investigate alternatives that can ensure a sustainable raw material base. In this context, essential oil plants of the Lamiaceae family are particularly noteworthy. They contain a complex of biologically active substances, including essential oils, terpenoids, saponins, polysaccharides, phenolic compounds, etc. These plants exhibit versatile pharmacological activity and low toxicity, making them of significant interest (Gu, et al., 2004; Davazdahemami et al., 2022).

Dracocephalum moldavica L. (moldavian dragon, moldavian snakehead, garden pistil) is a native plant for the temperate climate of Asia. However, it is also found in eastern and central Europe. Over the years, *D. moldavica* has been used for a variety of purposes, including medicinal, cosmetic, culinary, and ornamental (Zhan et al., 2024).

The aerial parts of *D. moldavica* contain a range of compounds, such as phytoncides, flavonoids, phenolic carboxylic acids, and triterpenoids. The most well-known and studied components of *D. moldavica* are its volatile oils, responsible for its characteristic aroma and flavor (Rudy et al., 2020). In the aerial parts of *D. moldavica*, 23 compounds were identified in the essential oil. The primary components of the essential oil from the aerial parts of *D. moldavica* are oxygenated monoterpenes, including pulegone, menthone, and isomenthone. Other components of the volatile oil include limonene, β -pinene,

trans-piperitone oxide, and 1,8-cineole (Lawless, 2013; Amini, et al., 2020).

The seeds of *D. moldavica* are a nutrient-rich source containing various bioactive compounds, including proteins, fatty acids, carbohydrates, minerals, and vitamins (Frąc et al., 2016). The primary fatty acids present in the seeds are linoleic acid (48.78 %), oleic acid (22.49 %), and palmitic acid (16.78 %) (Golparvar et al., 2016). Among the storage proteins in the seeds, vicillin and legumin were identified, which are commonly found in legumes. Additionally, the main protein fractions in the seeds of *D. moldavica* include globulin, albumin, prolamine, and glutelin.

The moldavian snakehead is extensively used in traditional medicine in many countries worldwide and is included in the pharmacopoeias of several European countries. Traditionally, *D. moldavica* is used in phytotherapy for various purposes. It has documented use as an antispasmodic (Martínez-Vázquez et al., 2012; Sadraei et al., 2015), analgesic (contains luteolin contributing to its sedative properties) (Golshani et al., 2003), analgesic (the main compound responsible for the analgesic effect is rosmarinic acid), antimicrobial effect (extracts is able to inhibit the growth of bacterial strains, including *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*) (Sonboli et al., 2005; Fallah et al., 2018; Aćimović et al., 2019; Cao et al., 2019). Additionally, it has demonstrated anti-inflammatory properties and contains eucalyptol, which stimulates the production of digestive enzymes.

The essential oil of *D. moldavica* is commonly used in aromatherapy for its pleasant aroma and calming and relaxing properties. It can be applied through various

methods, including diffusers, massage oils, or added to bathwater.

Skin care: *D. moldavica* contains rosmarinic acid, which can kill gram-positive and gram-negative bacteria. Other compounds, such as flavonoids and essential oils, also exhibit antibacterial effects. This makes the plant potentially useful for treating skin conditions such as eczema, psoriasis, and acne. Rosmarinic acid's antioxidant properties help protect the skin from damage caused by free radicals, potentially reducing signs of aging (Dastmalchi et al., 2007). *Dracocephalum moldavica* L. essential oil contains various compounds that may benefit hair. For example, it contains limonene, which can strengthen hair and improve its structure. It also contains linalool, known for its soothing effect on the scalp, helping to reduce itching and irritation. Additionally, it has a pleasant scent that can be used to add natural fragrance to hair care products.

The use of biotechnological methods to produce secondary plant metabolites has gained increasing popularity in recent years. The use of *in vitro* plant cultures for the production of biologically active substances is also a crucial and relevant method for the conservation of natural biodiversity. Some studies on the *in vitro* cultivation of *Dracocephalum moldavica* plants have been conducted to increase the efficiency of obtaining useful metabolites from genetically modified plants. In particular, the plants were treated with *Agrobacterium*-mediated transformation to create hairy roots and subsequently obtain callus and suspension culture from them (Weremczuk-Jeżyna et al., 2013; Weremczuk-Jeżyna et al., 2017). The method of genetic modification is certainly effective in enhancing the synthesis of metabolites, but it is quite complex, and the resulting material is genetically unstable. At the same time, the method of sterilisation of the primary material for the introduction of these plants into *in vitro* culture, as described in the literature, proved to be ineffective (Weremczuk-Jeżyna et al., 2013).

The main objective: to identify the optimal conditions for introducing *D. moldavica* into *in vitro* culture. This will help, on the one hand, to obtain a source of substances useful for pharmacology, and on the other hand, *Dracocephalum moldavica* microclones can be used as model objects to identify new ways to enhance the biosynthesis of certain target products by selecting the culture medium, spectral composition of light, etc.

Methods

Two-year-old seeds were used as primary explants for the *in vitro* culture of *Dracocephalum moldavica* plants, as this is the best way to quickly obtain aseptic plants. The seeds were pre-washed with running water and distilled water. Subsequently, half of the seeds were further soaked for 1 hour in a 0.1 % succinic acid solution, while the other half remained untreated with succinic acid (Table 1). Due to the fact that *D. moldavica* seeds lose their germination rather quickly, and we used two-year-old seeds, it was advisable to stimulate their germination beforehand. To do this, we used treatment with succinic acid – an important intermediate product of plant metabolism, involved in the processes of cellular (Tricarboxylic acid cycle) respiration, which are activated during seed germination; also it is showed that seedlings obtained from seeds treated with succinic acid had a higher chlorophyll content, increased vegetative mass faster, had higher water use efficiency and demonstrated resistance to stress at the level of antioxidants (Singh, & Singh, 1972; Kiliç, 2023). Seed treatment was carried out prior to introduction into the culture, as to stimulate germination, seeds are treated with high concentrations of succinic acid for a short time, and to improve growth processes, much lower concentrations are used once. When added to the nutrient medium, the biostimulant will act for a very long time, and at high concentrations, it can adversely affect the development of seedlings.

Following the pretreatment, both the succinic acid-treated and untreated seeds were sterilized. The method of sterilisation of *D. moldavica* seeds described in the literature, using a 2 % sodium hypochlorite solution for 2 min (Weremczuk-Jeżyna et al., 2013), is very gentle and therefore ineffective. Therefore, for sterilisation, we used reagents that are traditionally used and have proven to be effective: higher concentrations of sodium hypochlorite solution and 0.02 % HgCl₂ solution (Kushnir, & Sarnatska, 2005; Madhale, 2016). Such, all seeds were kept in 70 % ethyl alcohol for 1 minute, followed by a 10-minute exposure to a 0.02 % sulema solution and an additional 8 minutes in a sodium hypochlorite (NaClO) solution. Different concentrations of sodium hypochlorite solution were used for sterilization, specifically: 20 %, 50 %, or 70 %. Each experimental group consisted of 5 jars with 10 seeds in each. The details of the experimental groups are presented in Table 1.

Table 1

Experimental groups for treating *Dracocephalum moldavica* seeds with various solutions to stimulate germination and sterilization (n=50, M±m)

Variants of the experiment	I	II	III	IV	V	VI
Seed treatment with 0.1 % solution of succinic acid	+	+	+	-	-	-
Sodium hypochlorite concentration for seed treatment	20 %	50 %	70 %	20 %	50 %	70 %

After sterilization, the seeds were planted on Murashige and Skoog (MS) nutrient medium with half the concentration of substances (1/2 MS).

The experimental groups were monitored weekly to assess contamination presence and seed germination. The results of the sterilization efficiency were analyzed one month after planting to account for potential internal infections.

To determine the shelf life of seed viability, seeds from the first-year of harvest and those that had been stored for 2 and 3 years were selected. Germination took place in a

greenhouse with a daytime temperature of +25 °C and a nighttime temperature of +20 °C, closely resembling optimal conditions for planting seeds in the ground. Ten seeds were placed in each well, with five wells per group.

For aseptic germination, seed sterilization followed a proven methodology from our previous study: 1 minute in 70 % ethyl alcohol, 10 minutes in sulema solution, and 8 minutes in 70 % NaClO.

Seeds with a shelf life of 1, 2, and 3 years were planted on ½ MS nutrient medium, with 10 seeds per jar and 5 jars per group.

The percentage of seed germination was calculated using formula (1) once the last individual seeds had germinated:

$$\text{Germination \%} = \frac{\text{number of germinated seeds}}{\text{total number of seeds taken for germination}} \times 100 \quad (1)$$

The obtained germination data were analyzed using the Prism Graphpad 8 program. The significance of the difference between germination values among groups with different sterilization methods, as well as with and without succinic acid pretreatment, was determined for each week separately using a multivariate ANOVA analysis with Tukey's correction. Differences at $p < 0.05$ were considered significant.

Results

Sterilization of primary material

One week after planting on the nutrient medium, initial signs of fungal and bacterial infection emerged. Two weeks later, there was an increase in fungal contamination, possibly attributed to the germination of internal infections in the explants, with no further observable manifestations in the subsequent period. The results regarding the effectiveness of sodium hypochlorite in various concentrations, with or without pretreatment with succinic acid, are presented in Table 2.

Table 2

Amount of contaminated seed of *Dracocephalum moldavica* under different treatment with reagents

	I	II	III	IV	V	VI
Seeds treated with 0.1 % succinic acid	+	+	+	-	-	-
Sodium hypochlorite concentration for seed treatment	20 %	50 %	70 %	20 %	50 %	70 %
Amount of contaminated seed	80 %	60 %	20 %	40 %	40 %	20 %

According to the results of our studies, the most effective method for sterilizing *D. moldavica* seeds is to immerse them in a 70 % NaClO solution, both with and without pretreatment with succinic acid (group III). However, it is noteworthy that succinic acid treatment, in general, promoted the development of fungal and bacterial infection on the seed surface, resulting in the highest contamination rate (80 %) in the group with the least concentrated sterilizing agent (20 % NaClO). Increasing the concentration of NaClO to 50 % and 70 % reduced the infection of the primary material to 60 % and 20 %, respectively.

Germination of *Dracocephalum moldavica* seeds under in vitro conditions

Two-year-old seeds of *D. moldavica* in most experimental groups initiate *in vitro* germination 3 weeks after planting. Overall, a low germination percentage was observed, approximately 25 %, which could be attributed to the rapid loss of seed germination (Fig. 1). Seeds in experimental group V started to germinate only after 4 weeks, while in group I, no germination occurred. The latter can be explained by a significant fungal infection of the material (80 %) resulting from pre-sowing treatment with succinic acid. Additionally, a low germination percentage was noted in groups IV and V, where there was no seed stimulation with succinic acid, but due to insufficient sterilization, a high infection of explants was observed.

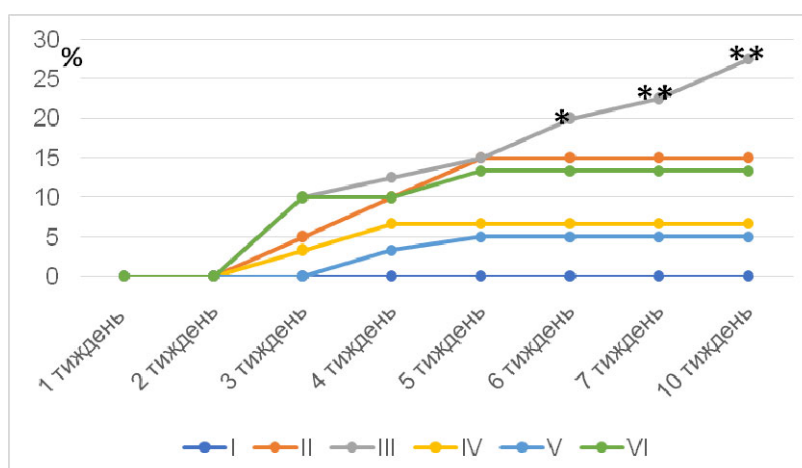


Fig. 1. Germination of two-year-old *D. moldavica* seeds depending on the different treatment with reagents. I – with succinic acid and 20 % NaClO, II – with succinic acid and 50 % NaClO, III – with succinic acid and 70 % NaClO, IV – without succinic acid with 20 % NaClO, V – without succinic acid with 50 % NaClO, VI – without succinic acid with 70 % NaClO

Note: * – significant difference ($p < 0.05$) of group III compared to groups I and V after 6 weeks of germination;

** – a significant difference ($p < 0.05$) of group III relative to groups I, IV and V after 7 and 10 weeks of germination

It should be noted that in most *in vitro* groups (II, IV, V, VI), seed germination ceased by the 5th week after seed planting. Whereas in group III, where seeds were pre-treated with succinic acid and sterilized with a high concentration of

sodium hypochlorite, germination continued for up to 10 weeks. This group showed the highest germination rates as early as 6 weeks into seed cultivation (Fig. 1). Thus, the treatment of seeds with succinic acid stimulated germination,

while the high concentration of the sterilizing agent suppressed microorganisms activated by this acid on the seed surface. Additionally, in group III, the sprouts exhibited a thickened stem (Fig. 2). Simultaneously, in groups

(20 % and 50 %), after succinic acid treatment, there was an increase in fungal and bacterial infections, indicating the low efficacy of such sterilization. The intensified contamination, in turn, inhibited seed germination.



Fig. 2. *In vitro* plants of *D. moldavica* grown from seeds stimulated with succinic acid and sterilized in 70 % NaClO (group III)

In groups II and VI, the percentage of seed germination was average compared to other experimental groups. In group II, seeds and microorganisms were stimulated by succinic acid, but sterilization with 50 % NaClO was not effective. In group VI, sterilization with 70 % NaClO was successful, but there was no stimulating effect of succinic acid. Additionally, abnormal seedlings with shortened stems and low growth were found in both of these groups (Fig. 3).

Figure 1 demonstrates that under more optimal conditions (group III), two-year-old seeds continue to germinate for two months. This indicates a very low level

of viability in the seeds, and they would not have germinated without additional stimulation and highly favorable conditions.

Statistical analysis of the results revealed significant differences between the groups only after 6 weeks of germination (Fig. 1). Thus, group III differed significantly from groups I and V after 6 weeks of germination, and after 7 and 10 weeks of germination, group III differed from groups I, IV, and V. The other groups did not differ significantly from each other.



Fig. 3. *In vitro* *D. moldavica* plants grown from seeds that were not stimulated with succinic acid and sterilized in 70 % NaClO (group VI)

Thus, the best result was obtained in group III: with pretreatment of seeds with succinic acid and subsequent sterilization using 70 % sodium hypochlorite. In this group, we found the least contamination, the highest germination rate, and the seedlings exhibited normal development with thicker stems.

Given the rather low germination capacity of the two-year-old seeds, even *in vitro*, the duration of seed viability was investigated, both *in vitro* and in soil. One-, two-, and three-year-old *D. moldavica* seeds were used. Fresh

(one-year-old) seeds initiated active germination on the 6th day after planting in the soil, and by the 10th day, all viable seeds had germinated. Under aseptic conditions, fresh seeds began to germinate on the 5th day after planting and continued up to 14 days after planting. Thus, more favorable *in vitro* conditions, on the one hand, slightly accelerated the germination of viable seeds, and on the other hand, stimulated the germination of seeds with reduced viability (Table 3).

Table 3
Germination of *D. moldavica* seeds depending on its storage period and growth environment, % (n=100, M±m)

storage period growth environment	1 year	2 year	3 year
In the soil	25±12,25	9±2,15	0±0
<i>In vitro</i>	98±2,74	28±3,56	6±0,34

Table 3 shows that fresh seeds of *D. moldavica* have a rather low germination rate when planted in soil (only 25% after one year of storage), when stored in dry conditions at room temperature, their viability decreases three times in the second year of storage and completely loses germination after three years of storage. When germinated *in vitro*, the germination rate of fresh seeds increases four times compared to those sown in soil, and that of two-year-old seeds increases three times, while only 6 % germinated after three years of storage.

Discussion and conclusions

D. moldavica seeds exhibit a rather low germination rate when planted in the ground and rapidly lose their viability. Therefore, we recommend using only annual seeds for planting in home gardens and greenhouses. Conversely, *in vitro* cultivation can significantly enhance the germination rate of fresh seeds, as well as more efficiently use two- and three-year-old seeds. By stimulating the seeds during cultivation on nutrient media and avoiding the negative impact of bacterial and fungal infections on seed germination, even seeds with low viability can successfully germinate. Hence, the duration of seed germination in aseptic conditions is notably longer than in soil. The nearly one hundred percent germination of fresh seeds is facilitated not only by the optimal composition of the nutrient medium and the appropriate humidity level in the crop but also by effective seed sterilization. One adaptive property of *D. moldavica* seeds is the intense secretion of mucilage by the seed coat after exposure to moisture. This mucilage helps the seed in retaining moisture under arid conditions in nature. However, this adaptation also potentially promotes the development of fungal contamination, which, in turn, can reduce the germination of weaker seeds.

An increase in the contamination of primary plant material was observed after pretreatment with succinic acid. Succinic acid, due to its properties, accelerates nutrient absorption, promotes plant growth, provides oxygen to cells, and has a protective function on living cultures. It is likely that pre-sowing treatment with this substance stimulated the development of bacterial and fungal infection on the surface of seeds before planting on the nutrient medium. Therefore, at low concentrations of disinfectants, the groups treated with succinic acid showed the highest contamination rates. A 70 % concentration of sodium hypochlorite proved to be the most effective in inhibiting the development of bacterial and fungal infections.

On the other hand, a stimulating effect of succinic acid was also observed on seed germination and seedling development of *D. moldavica*. Therefore, the most effective way to germinate seeds *in vitro* is to combine pre-sowing seed stimulation with succinic acid and sterilization with high concentrations of sodium hypochlorite. Plants introduced into *in vitro* culture can be further used directly for the production of valuable metabolites, or such aseptic plants can be stimulated to form callus, followed by the production of suspensions, which have also been shown to be effective for the production of valuable secondary metabolites (Weremczuk-Jeżyna et al., 2013; Weremczuk-Jeżyna et al., 2017).

Thus, in the course of our study, the optimal method for introducing *Dracocephalum moldavica* from seeds into *in vitro* culture was established: pretreatment of seeds for 1 hour with 0.1 % succinic acid and subsequent sterilization of seeds: 1 min. in 70 % ethyl alcohol, 10 min. in sulem, 8 min. in 70 % sodium hypochlorite.

Authors' contributions: Tetiana Vorobey – data collection, article writing; Nataliia Nuzhyna – research idea author, statistical processing and analysis of the obtained results, article writing

Acknowledgments, sources of funding. The research was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of Ukraine, scientific direction "Biology and health care" №215HH-05.

References

- Aćimović, M., Sikora, V., Brdar-Jokanović, M., Kiprovski, B., Popović, V., Koren, A. & Puvača, N. (2019). *Dracocephalum moldavica*: Cultivation, chemical composition and biological activity. *J. Agron. Technol. Eng. Manag.*, 2, 153–167.
- Amini, R., Zafarani-Moattar, P., Shakiba, M.R., & Sarikhani, M.R. (2020). Essential oil yield and composition of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) as affected by inoculation treatments under drought stress conditions. *J. Essent. Oil-Bear. Plants*, 23, 728–742. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1815593>
- Cao, W., Yuan, Y., Wang, Y., Tian, L., Wang, X., Xin, J., Wang, Y., Guo, X., & Qin, D. (2019). The mechanism study of *Dracocephalum moldavica* L. total flavonoids on apoptosis induced by myocardial ischemia/reperfusion injury in vivo and in vitro. *Biomed. J. Sci. Tech. Research.*, 20, 14985–14996. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.20.003444>
- Dastmalchi, K., Dorman, H.J.D., Koşar, M., & Hiltunen, R. (2007). Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of a water-soluble Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extract. *Journal of Food Science and Technology*, 239–248. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.019>
- Davazdahemami, S., & Allahdadi, M. (2022). Essential oil yield and composition of four annual plants (ajowan, dill, Moldavian balm and black cumin) under saline irrigation. *Food Ther. Health Care*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.53388/FTHC20220124005>
- Fallah, S., Rostaei, M., Lorigolnini, Z., & Sukri, A.A. (2018). Chemical compositions of essential oil and antioxidant activity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in sole crop and dragonhead-soybean (*Glycine max*) intercropping system under organic manure and chemical fertilizers. *Ind. Crops Prod.* 115, 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.003>
- Fraç, M., Oszust, K., Kocira, A., & Kocira, S. (2016). Molecular Identification of Fungi Isolated from *Dracocephalum moldavica* L. Seeds. *Agric. Agric. Sci. Procedia*, 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.12.036>
- Golshani, S., Karamkhani, F., Monsef-Esfahani, H. R., & Abdollahi, M. (2003). Antinociceptive effects of the essential oil of *Dracocephalum kotschy* in the mouse writhing test. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 6(2), 274–277.
- Golparvar, A.R., Haidipana, A., Gheisari, M.M., & Khalilizar, R. (2016). Chemical constituents of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. and *Dracocephalum kotschy* Boiss. from Iran. *Acta Agric. Slov.*, 107, 25–31. <https://doi.org/10.14720/aas.2016.107.1.03>
- Gu, H., Chen, R., Sun, Y., & Liu, F. (2004). Studies on chemical constituents from the herb of *Dracocephalum moldavica*. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 29(3), 232–234.
- Kiliç, T. (2023). Seed treatments with salicylic and succinic acid to mitigate drought stress in flowering kale cv. 'Red Pigeon F1', *Scientia Horticulturae*, 313, 111939. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2023.111939>
- Kim, K.-M., Kim, S.-Y., Mony, T. J., Bae, H. J., Han, S.-D., Lee, E.-S., Choi, S.-H., Hong, S. H., Lee, S.-D., & Park, S. J. (2018). *Dracocephalum moldavica* Ethanol Extract Suppresses LPS-Induced Inflammatory Responses through Inhibition of the JNK/ERK/NF-κB Signaling Pathway and IL-6 Production in RAW 264.7 Macrophages and in Endotoxin-Treated Mice. *Journal of Medicinal Food*, 21(11), 1114–1123. <https://doi.org/10.3390/nut13124501>
- Kushnir, G.P., & Samatska, V. V. (2005). Microclonal reproduction of plants. *Naukova dumka*.
- Lawless, J. (2013). *The Encyclopedia of Essential Oils: The Complete Guide to the Use of Aromatic Oils in Aromatherapy, Herbalism, Health, and Well Being*. Conari Press.
- Madhale, S.V. (2016). Effect of HgCl₂ on surface sterilization of explants of *M. cymbalaria* Hook. *F. J. Sci. Res. Int.* 2(1), 39–43.
- Martínez-Vázquez, M., Estrada-Reyes, R., Martínez-Laurraquío, A., López-Rubalcava, C., & Heinze, G. (2012). Neuropharmacological study of *Dracocephalum moldavica* L. (Lamiaceae) in mice: Sedative effect and chemical analysis of an aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.03.028>
- Rudy, S., Dziki, D., Biernacka, B., Krykowski, A., Rudy, M., Gawlik-Dziki, U., & Kachel, M. (2020). Drying characteristics of *Dracocephalum moldavica* leaves: Drying kinetics and physicochemical properties. *Processes*, 8, 509. <https://doi.org/10.3390/pr8050509>
- Sadraei, H., Asghari, G., & Kasiri, F. (2015). Antispasmodic effect of *Dracocephalum kotschy* hydroalcoholic extract on rat ileum contraction. *Research in pharmaceutical sciences*, 10(2), 121–127.
- Singh, S., & Singh, K. (1972). Effect of seed treatment with succinic acid on the performance of cotton (*Gossypium arboreum* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 42(2), 112–114.
- Sonboli, A., Gholipour, A., & Yousefzadi, M. (2005). Antibacterial activity of the essential oil and main components of two *Dracocephalum*

species from Iran. *Natural product research*, 19(2), 155–159. <https://doi.org/10.1080/14786419.2011.625501>

Weremczuk-Jeżyna, I., Grzegorzczak-Karolak, I., Frydrych, B., Krolicka, A., & Wysockińska, H. (2013). Hairy roots of *Dracocephalum moldavica*: Rosmarinic acid content and antioxidant potential. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(7). <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1244-7>

Weremczuk-Jeżyna, I., Grzegorzczak-Karolak, I., Frydrych, B., Hnatuszko-konka, K., Gerszberg, A., & Wysockińska, H. (2017). Rosmarinic Acid Accumulation and Antioxidant Potential of *Dracocephalum moldavica* L.

Cell Suspension Culture. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(1), 215–219. <https://doi.org/10.15835/nbha45110728>

Zhan, M., Ma, M., Mo, X., Zhang, Y., Li, T., Yang, Y., & Dong, L. (2024). *Dracocephalum moldavica* L.: An updated comprehensive review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and application aspects. *Fitoterapia*, 172, 105732. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105732>

Отримано редакцією журналу / Received: 02.02.24

Прорецензовано / Revised: 01.03.24

Схвалено до друку / Accepted: 01.03.24

Тетяна ВОРОБЕЙ, студ.

ORCID ID: 0009-0000-0459-7041

e-mail: tikt.231@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Наталія НУЖИНА, канд. біол. наук

ORCID ID: 0000-0002-4404-4502

e-mail: nuzhynan@gmail.com

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВВЕДЕННЯ *DRACOSERPHALUM MOLDAVICA* L. В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Вступ. *Dracocephalum moldavica* L. широко застосовується в народній медицині багатьох країн світу завдяки наявності спазмолітичних, антибактеріальних, анальгетичних, седативних та протизапальних властивостей. Ефірна олія *Dracocephalum moldavica* часто використовується в ароматерапії та косметології. Застосування біотехнологічних методів отримання вторинних метаболітів рослин стає все більш популярним останніми роками. З одного боку, вони дозволяють отримати джерело корисних для фармакології речовин, а з іншого боку, мікроклони асептичних лікарських рослин можуть бути використані як модельні об'єкти для виявлення шляхів підсилення біосинтезу тих чи інших цільових продуктів. Використання рослин *in vitro* з метою отримання біологічно активних речовин є також одним з важливих і актуальних методів збереження природного біорізноманіття. Метою даної роботи було виявити оптимальні умови введення в культуру *in vitro* лікарської рослини *Dracocephalum moldavica*.

Методи. Для введення в культуру *in vitro* рослин *Dracocephalum moldavica* підбирали умови стерилізації насіння: перевіряли ефективність обробки бурштиновою кислотою в поєднанні з різними концентраціями розчину гіпохлориту натрію (20 %, 50 % або 70 %) з метою отримання асептичного матеріалу та високої схожості насіння. Визначали тривалість життєздатності насіння після зберігання 1, 2 і 3 роки шляхом перевірки схожості насіння у ґрунті та в умовах *in vitro*.

Результати. Насіння *D. moldavica* має досить низьку схожість при висіванні у ґрунт та швидко втрачає життєздатність, вирощування в культурі *in vitro* дозволяє значно збільшити проростання свіжого насіння, а також більш ефективно використовувати дво- та трирічне насіння. Виявлено стимулюючу дію бурштинової кислоти на проростання насіння та розвиток проростків *Dracocephalum moldavica*, але також при цьому спостерігалась активація росту грибкової та бактеріальної інфекції. Тому доцільно використовувати цей стимулятор лише поряд з більш інтенсивним впливом стерилізуючої речовини.

Висновки. Встановлено оптимальний метод введення в культуру *in vitro* *Dracocephalum moldavica* з насіння: попередня обробка насіння бурштиновою кислотою та подальша стерилізація з використанням 70 % гіпохлориту натрію.

Ключові слова: бурштинова кислота, стерилізація, життєздатність насіння, відсоток схожості насіння.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.

УДК 616.441:574:477

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2024.96.63-67>

Ірина ОМЕЛЬЯНЕНКО¹, асп.
ORCID ID: 0009-0006-1128-1479
e-mail: i.omelianenkoku@gmail.com

Тетяна ФАЛАЄВА¹, д-р біол. наук
ORCID ID: 0000-0002-4415-9676
e-mail: tetyana.falalyeva@knu.ua

Назарій КОБИЛЯК², д-р мед. наук
ORCID ID: 0000-0001-9814-689X
e-mail: nazariikobyliak@gmail.com

Оксана СУЛАЄВА³, д-р мед. наук
ORCID ID: 0000-0002-9614-4652
e-mail: o.sulaieva@csd.com.ua

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

³Медична лабораторія CSD, Київ, Україна

ЦИТОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ В УКРАЇНІ ЗА УМОВ ВОЄННОГО СТАНУ

Вступ. Цитопатологічні дослідження щитоподібної залози мають важливе значення у діагностиці пацієнтів. З початком російського вторгнення більшість процедур цитопатологічного скринінгу (включаючи скринінг на рак) в Україні були зменшені або відкладені, що створило загрозу для здатності медичного персоналу забезпечити можливість раннього виявлення раку.

Метою було проаналізувати результати цитологічних досліджень тонкоголкової аспіраційної пункційної біопсії (ТАПБ) новоутворень щитоподібної залози за міжнародною класифікацією Bethesda за 2022-2023 роки.

Методи. Дослідження проведено із залученням бази даних пацієнтів, які користувались послугою цитологічних досліджень ТАПБ щитоподібної залози в Медичній лабораторії "CSD" у період 2022-2023 років. Було проаналізовано: 1) цитологічний висновок за міжнародною класифікацією Bethesda; 2) стать пацієнта. Для цитологічного дослідження використовувався метод світлової мікроскопії (Leica Microsystems, DM2000).

Результати. У період з 2022 по 2023 рік проведено аналіз 4247 цитологічних досліджень пацієнтів з вузлами щитоподібної залози. З них 3654 (86 %) стосувалися жінок, а 593 (14 %) чоловіків. Порівнюючи з попередніми роками, де відсоток цитологічних досліджень у жінок становив 87 %, встановлено, що жінки більш схильні до захворювань щитоподібної залози. У 2022-2023 роках показник недіагностичних матеріалів становив 18,1 %, що підкреслює необхідність поліпшення преаналітичних процесів. Другий клас за міжнародною класифікацією Bethesda становив 54,7 % випадків. Незважаючи на зменшення відсотка діагностованих випадків щитоподібної залози в період війни, другий клас залишається найбільш поширеним класом серед інших класів цитологічної діагностики щитоподібної залози. Такий результат вказує на важливість подальшого вдосконалення методів діагностики та підвищення ефективності лікування пацієнтів із патологією щитоподібної залози. Згідно з класифікацією Bethesda 2023, категорія AUS має середній ризик зловияс-ного переростання 22 %. Даний клас становив 13,2 % у період 2022-2023. Простежується тенденція зростання постано-вки цього класу, порівнюючи з минулими роками (8,2 %). Клас 4 було виявлено у 4,8 % пацієнтів і знизився майже у два рази порівняно з попередніми роками. 5 і 6 класи, які мають найвищий рівень малігнізації, були в межах 4-5 %.

Висновки. Під час російського вторгнення в Україні відбулося порушення процесу цитопатологічної діагно-стики, що призвело до зменшення кількості цитологічних зразків, зокрема досліджень ТАПБ щитоподібної залози, які надходили до Медичної лабораторії CSD.

Ключові слова: щитоподібна залоза, рак, пункційна біопсія, міжнародна система Бетезда, Україна, війна.

Вступ

Російське вторгнення в Україну та подальша війна, що наступила, спричинили надзвичайно серйозні наслідки для українського суспільства та системи охорони здоров'я. Не тільки активні військові дії та бомбардування, а й окупація територій, знищення медичних закладів та перешкоджання у доступі до медичної допомоги загострили гуманітарну кризу в країні. Зокрема, великий відсоток населення став жертвою конфлікту, а медичні заклади, зазнавши руйнувань, втратили здатність надавати повноцінні послуги. У контексті цієї кризи особливо важливим стає розгляд впливу війни на онкологічну сферу та лабораторні дослідження, що визначаються як ключові для ранньої діагностики раку. Завдяки лабораторним аналізам зазвичай приймається близько 70 % клінічних рішень, проте через обставини війни було зведено мінімум або відкладено багато процедур цитопатологічного скринінгу. Зараз в усьому світі

спостерігається зростання випадків ендокринних захворювань, і серед них особливо актуальним стає проблема тиреоїдної патології. Діагностика та лікування вузлових утворень щитоподібної залози визначаються як пріоритетний напрямок в онкопатології. Рак щитоподібної залози, хоча й становить лише 2 % усіх випадків раку, проте є серйозною загрозою для здоров'я, особливо для жінок та дітей. З початком російського вторгнення більшість процедур цитопатологічного скринінгу (включаючи скринінг на рак) в Україні були зменшені або відкладені, що створило загрозу для здатності медичного персоналу забезпечити можливість раннього виявлення раку (Kolesnyk et al., 2021; Goodarzi et al., 2019).

Враховуючи вищесказане, нами було проаналізовано кількість і результати цитологічних досліджень тонкоголкової аспіраційної пункційної біопсії (ТАПБ) новоутворень щитоподібної залози у воєнний період в Україні 2022–2023 років порівняно з попередніми роками.

Для досягнення стандартизації діагностичної термінології, морфологічних критеріїв та ризик злоякісності було створено 6-рівневу систему Bethesda (The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology – BSRTC). Слід зазначити, що у 2023 році були внесені

певні зміни у класифікацію, до того було використано видання 2017 року (Thyroid Cancer – Statistics, 2023)

Категорії та ризик злоякісності в них описаний у таблиці (табл. 1).

Таблиця 1

Ризики злоякісності відповідно до класів міжнародної класифікації Bethesda

Діагностичний клас	Ризик злоякісності		Менеджмент пацієнта
	2017	2023*	
I – недіагностичний матеріал	5-10 %	13 (5–20)	Повторне ТАБ під УЗД
II – доброякісне ураження	0–3 %	4 (2–7)	Клінічне та ультразвукове спостереження
III – атипія невизначеного значення / фолікулярне ураження незрозумілого генезу	6–18 %	22 (13–30)	Повторне ТАБ, молекулярне тестування або лобектомія
IV – фолікулярна неоплазія / підозра на фолікулярну неоплазію	10-40 %	30 (23–34)	Молекулярне тестування, лобектомія
V – підозра на злоякісне новоутворення	45-60 %	74 (67–83)	Молекулярне тестування, лобектомія або майже повна тиреоїдектомія
VI – злоякісне новоутворення	94-96 %	97 (97–100)	Лобектомія або майже повна тиреоїдектомія

Примітка: ТАБ – тонкогolgкова аспіраційна пункційна біопсія; УЗД – ультразвукова діагностика

*передбачуваний ризик злоякісності з очікуваними діапазонами

Тому **метою роботи** було проаналізувати результати цитологічних досліджень ТАББ новоутворень щитоподібної залози за міжнародною класифікацією Bethesda за 2022–2023 роки.

Методи

Дослідження проведено із залученням бази даних пацієнтів, які користувались послугою цитологічних досліджень ТАББ щитоподібної залози в Медичній лабораторії "CSD" у період 2022–2023 років. Усі учасники були проінформовані щодо проведення досліджень і підписали інформовану згоду на використання свого біологічного матеріалу в наукових цілях. Для візуалізації клітин використовувався метод забарвлення за Пап-пенгеймом.

Було проаналізовано: 1) цитологічний висновок за міжнародною класифікацією Bethesda; 2) стать пацієнта. Для цитологічного дослідження використовувався метод світлової мікроскопії (Leica Microsystems, DM2000). Для описової статистики використовували показники середнього та стандартне відхилення. Обробку даних проводили за допомогою MS Excel. За рівень достовірності статистичних показників прийняли $p < 0,05$.

Результати

До російського вторгнення за три роки цитопатологи Медичної лабораторії CSD виконали майже 6000 досліджень (2019–2022), коли за досліджуваний період (2022–2023) загальна кількість випадків становила 4247 випадків, що було меншим на 30 % ($p < 0,05$) (рис.1).

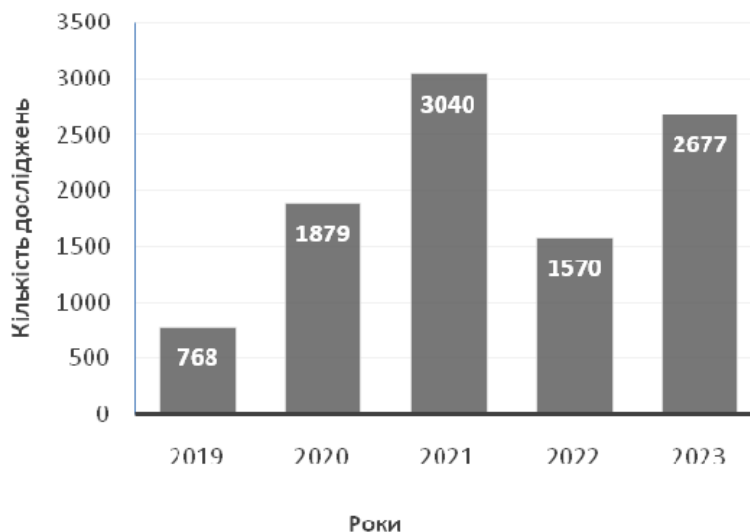


Рис. 1. Кількість цитологічних досліджень ТАББ щитоподібної залози у період з 2019 по 2023 роки

Спостерігається тенденція зростання кількості пацієнтів, що зверталися за послугою цитологічного дослідження ТАББ щитоподібної залози у період з 2019 по 2021 рік. Але через військове вторгнення у 2022 році кількість досліджень знизилась майже в 2 рази порівняно з 2021 роком. Таким чином, військові дії призвели до зменшення кількості цитологічних досліджень ТАББ

щитоподібної залози у 2022 році на 48 % ($p < 0,05$) порівняно з довоєнним часом.

У 2023 році кількість досліджень зростала, і навіть перевищила кількість звернень у 2019 і 2020 роках, але порівнюючи дані за 2021 рік – кількість була менша в 1,2 рази. Якщо порівнювати перший рік повномасштаб-

ного вторгнення з 2023 роком – кількість досліджень була меша в 1,7 разів.

Також, групою науковців з Медичної лабораторії CSD було проаналізована кількість усіх цитологічних досліджень (гінекологічні і негінекологічні, включаючи і щитоподібну залозу). Вони дійшли висновку, що обсяг цитологічних зразків залишається набагато меншим, ніж до війни, що вказує на те, що війна негативно вплинула на цитологічні служби (Sulaieva et al., 2023). Загалом з 4247 випадків за 2022-2023 було 3654 (86 %) жінок і 593(14 %) чоловіків. У минулі роки відсоток цито-

логічних досліджень у жінок був 87 %, що тільки підтверджує той факт, що жінки більш схильні до захворювань щитоподібної залози, включаючи і рак. Дослідження показують, що вони звертаються до лікаря в 7,2 рази частіше, ніж чоловіки (Омельяненко та ін., 2023).

У цьому дослідженні було проаналізований вік пацієнтів. За 2022 рік середній вік пацієнток був $48,26 \pm 14,5$ років, а пацієнтів $48,23 \pm 13,92$ років, у 2023 році середній вік пацієнтів статистично значимо не відрізнявся та був аналогічним (рис. 2).

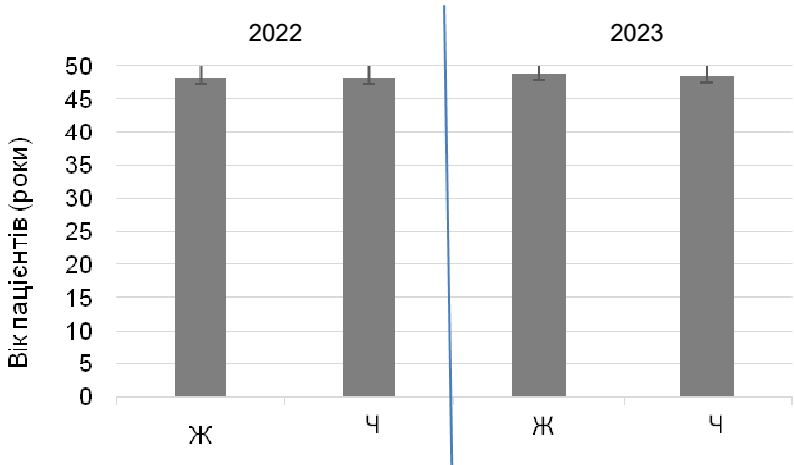


Рис. 2. Середній вік пацієнтів обстежених у період з 2019 по 2023 роки

Примітка: Ж – жінки; Ч – чоловіки.

Окрім кількості виконаних досліджень також важливим було зрозуміти розподіл усіх цитологічних висновків за міжнародною класифікацією Bethesda. Результати показано у табл. 2.

Таблиця 2

Розподіл цитологічних досліджень щитоподібної залози у за класифікацією Bethesda по класах у період з 2022 по 2023 рік

Діагностична категорія Bethesda	2022 рік		2023 рік	
	чол	жін	чол	жін
I – неінформативний	36 (2,3 %)	208 (13,2 %)	69(2,6 %)	456(17 %)
II – доброякісне ураження	120(7.6 %)	825 (52,5 %)	173(6,5 %)	1195(44,6 %)
III – атипія невизначеного значення/фолікулярне ураження неясного генезу	25(1,6 %)	146(9,3 %)	58(2,2 %)	332(12,4 %)
IV – фолікулярна неоплазія /підозра на фолікулярну неоплазію	15(1.0 %)	72(4,6 %)	20(0,7 %)	95(3,5 %)
V – підозра на злоякісне новоутворення	11(0,7 %)	45(2,9 %)	27(1,0 %)	92(3,4 %)
VI – злоякісне новоутворення	17(1,1 %)	50(3,2 %)	22(0,8 %)	138(5,2 %)
Загальна кількість	224 (14,3 %)	1346 (85,7 %)	369 (13,8 %)	2308 (86,2 %)
	1570 (37 %)		2677 (63 %)	
	4247			

Згідно з міжнародною класифікацією Bethesda 2023, кожен матеріал, отриманий шляхом аспіраційної біопсії щитоподібної залози, має бути оцінений на його адекватність, яка визначається не лише кількістю, але й якістю клітинних компонентів, зокрема фолікулярних і колоїдних структур. Використання критеріїв адекватності забезпечує мінімізацію помилково негативних результатів та більш точне тлумачення отриманих даних з аспіраційної біопсії. Зазвичай, відповідно до рекомендацій Bethesda 2023, вважається доцільним мати не менше 6 груп добре збережених і чітко візуалізованих фолікулярних клітин у пробі, кожна з яких містить не менше 10 клітин (Tamhane, & Gharib, 2016).

Як вже відомо, перший клас вважається недіагностичним через відсутність встановленої кількості клітин, але рівень малігнізації коливається в діапазоні 5–20 % (табл. 1). За статистикою і даними інших лабораторій, показник недіагностичних матеріалів коливається у діапазоні від 5 до 30 %, з середнім значенням 12 %, як і зазначається у літературі (Fuet al., 2022), (Gill A et al., 2018).

Згідно з нашим аналізом у період з 2022–2023 року неінформативними було 18,1 % досліджень, і цей показник виявився дещо більшим ніж за попередні роки (17,5 %). Це вказує на те, що варто покращити комунікацію між цитопатологами та лікарями-клініцистами

щодо правильності забору матеріалу і всіма наступними діями на преаналітичному етапі.

Після проведення пункційної біопсії щитоподібної залози (FNA) діагноз доброякісного вузла (Bethesda II) зазвичай вказує на дуже низький ризик злоякісного переростання (ROM), який становить від 2 % до 7 %, із середнім значенням близько 4 %. Однак, оскільки лише обмежена кількість вузлів з доброякісним діагнозом FNA фактично потребує хірургічного втручання, загальний ROM, що базується на тривалих наступних спостереженнях, становить приблизно 1 % до 2 %. Клінічна важливість та успіх цитологічного аналізу пункційної біопсії щитоподібної залози полягають у здатності точно визначати доброякісні вузли, що дозволяє уникнути зайвих хірургічних втручань для більшості пацієнтів з вузловими утвореннями щитоподібної залози [8].

У наших дослідженнях встановлений другий клас за міжнародною класифікацією Bethesda у 2022-2023 роки становив 54,7 % (2313 випадків), де у 2022 році – 945 випадків, коли у 2023 вже 1368 випадків. До воєнного періоду відсоток становив 57 %, що вказує на зменшення потоку (діагностики) щитоподібної залози. Варто звернути увагу, що другий клас є найчастішим встановленим класом серед інших шести у цитологічній діагностиці щитоподібної залози. Як і зазначається в літературі (Suteau et al., 2021) і попередніх наших дослідженнях, найбільша кількість звернень у жінок, незважаючи на період часу.

Розглядаючи наступний третій клас, то слід зазначити що у 2023 році були внесені зміни в термінологію щодо невизначених цитопатологічних результатів при пункційній біопсії щитоподібної залози. Категорія AUS (третій клас) використовується для випадків, коли атипія є недостатньою для будь-якої з інших двох невизначених категорій. Bethesda 2023 розподіляє AUS на дві підкатегорії: "ядерні" і "інші", щоб зробити комунікацію щодо ризику злоякісного переростання більш чіткою. Ці зміни враховують також молекулярні дослідження та особливості педіатричних пацієнтів, щоб поліпшити управління та клінічну практику. Ризик злоякісного у середньому 22 % (Mulita et al., 2021), і цей показник збільшився згідно з класифікацією 2017 року. Зокрема, ризик злоякісного переростання визначається типом атипії: AUS з ядерною атипією має вищий ризик (59 %), ніж AUS із іншими типами атипії (6,5 %) (Tamhane, 2016). Медична лабораторія CSD видає заключення згідно з оновленою класифікацією, але в даному дослідженні ми не розділяли третій клас на дві підкатегорії. Отже, цей клас становив 13,2 % у період 2022-2023. Простежується тенденція зростання постановки цього класу, порівнюючи з минулими роками (8,2 %). Ця діагностична категорія є досить суб'єктивною, і залежить від кожного окремого цитоморфолога.

Клас 4 був виявлений у 4,8 % пацієнтів. У цю категорію також були внесені зміни у новому виданні Bethesda 2023 року, і вона призначена для тих аспіратів, які є принаймні помірно клітинними та складаються з фолікулярних клітин, більшість із яких мають значну архітектурну аномалію у вигляді мікрофолікулів та/або скупчення, трабекул або окремих клітин. Порівнюючи з минулими роками відсоток виявленого 4 класу знизився майже в два рази. 5 і 6 класи, які мають найвищий рівень малігнізації, були в межах 4-5 %. Такий результат являється нижчим за минулі роки.

Дискусія і висновки

Українці стали свідками неспровокованої війни, що була розпочата росіянами у лютому 2022 року. Така

катастрофа відразу ж відобразилася на системі медичного обслуговування. Мільйони українців були змушені залишити свої домівки, шукати притулок за кордоном або стати внутрішньо переміщеними особами в межах країни. Ця ситуація стала особливо важкою для людей з хронічними захворюваннями, включаючи онкологічних пацієнтів. У наш час, результати цитологічного аналізу є основним етапом у діагностиці пацієнтів із вузлами щитоподібної залози. Виявлення доброякісних результатів аспіраційної біопсії допомагає уникнути непотрібних хірургічних втручань та зменшує їхню частоту на 25 % у пацієнтів із доброякісними захворюваннями щитоподібної залози (Gharib, & Goellner, 1993). Навіть при доброякісних результатах важливо враховувати цитологічне підтвердження злоякісності, оскільки воно впливає на вибір оптимального хірургічного втручання (Onal et al., 2013). У дослідженні було проаналізовано 4247 результатів цитологічних досліджень ТАПБ щитоподібної залози у період 2022–2023. Простежується загальна тенденція зменшення кількості випадків порівняно з минулими роками. З усіх випадків, найпоширенішим цитологічним заключенням був клас II (доброякісне утворення) – 54,7 %, тоді як у довоєний період цей показник був 57 %. Як і в минулі роки, результати підтверджують міжнародну статистику у переважанні даної категорії з усіх шести класів міжнародної системи Bethesda. Третій клас становив 13,2 %. Так як цей клас вважається гетерогенним, цитопатологам слід з особливою уважністю діагностувати аналіз. Тактика ведення пацієнта надалі передбачає ще одне втручання, а саме повторне ТАПБ. Класи четвертий, п'ятий та шостий загалом склали 14,2 %, що на 3 % менше ніж у попередні досліджувані роки. У підсумку можна зазначити, що під час російського вторгнення в Україну відбулося порушення процесу цитопатологічної діагностики, що призвело до зменшення кількості цитологічних зразків, зокрема досліджень ТАПБ щитоподібної залози, які надходили до Медичної лабораторії CSD.

Внесок авторів: Ірина Омеляненко, Тетяна Фалалєєва – робота з базою пацієнтів, аналіз отриманих даних, написання статті; Ірина Омеляненко, Наталія Кобиляк – обрахунки отриманих результатів; Оксана Сулаєва – ідея та концептуальні положення проведеного аналізу.

Список використаних джерел

- Омеляненко, І., Фалалєєва, Т., Цирюк, О., & Сулаєва, О. М. (2022). Цитологічна діагностика тонкогількових пункційних біопсій щитовидної залози в Україні: порівняння з міжнародною практикою. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. *Біологія*, 90(3), 9–13. <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2022.90.9-13>
- Fu, Y., Sun, Y., Pei, Q., Han, X., Wen, Q., Mei, F., Tan, S. N., & Cui, L. (2022). Factors Influencing the Sample Adequacy of Ultrasound-Guided Fine-Needle Aspiration from Solid Thyroid Nodules for Liquid-Based Cytology: A Demographic, Sonographic, and Technical Perspective. *Medicina (Kaunas. Spausdinta)*, 58(11), 1639. <https://doi.org/10.3390/medicina58111639>
- Gharib, H., & Goellner, J. R. (1993). Fine-Needle Aspiration Biopsy of the Thyroid: An Appraisal. *Annals of Internal Medicine*, 118(4), 282. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-118-4-199302150-00007>
- Gill, A. S., Amdur, R. L., & Joshi, A. S. (2017). Importance of FNA technique for decreasing non-diagnostic rates in thyroid nodules. *Head and Neck Pathology*, 12(2), 160–165. <https://doi.org/10.1007/s12105-017-0844-8>
- Goodarzi, E., Moslem, A., Feizhadad, H., Jarrahi, A. M., Adineh, H. A., Sohrabivafa, M., & Khazaeli, Z. (2019). Epidemiology, incidence and mortality of thyroid cancer and their relationship with the human development index in the world: An ecology study in 2018. *Advances in Human Biology*, 9(2), 162. https://doi.org/10.4103/aihnb.aihnb_2_19
- Kolesnyk, P., Frese, T., Vinker, S., Shushman, I., Zharkova, A., Messaadi, N., Kolesnyk, A., & Bayen, S. (2021). Steps towards implementing evidence-based screening in family medicine in Ukraine: SWOT-analysis of an approach of multidimensional empowerment. *BMC Family Practice*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12875-021-01367-2>

Mulita, F., Plachouri, M., Liolis, E., Vailas, M., Panagopoulos, K., & Maroulis, I. (2021). Patient outcomes following surgical management of thyroid nodules classified as Bethesda category III (AUS/FLUS). *Endokrynologia Polska*, 72(2), 143–144. <https://doi.org/10.5603/ep.a2021.0018>

Önal, E. D., Sağlam, F., Sağkara, M., Ersoy, R., Güler, G., & Çakır, B. (2013). "The Diagnostic Accuracy of Thyroid Nodule Fine-Needle Aspiration Cytology Following Thyroid Surgery: a Case-Control Study." *Endocrine Pathology*, 25(3), 297–301. <https://doi.org/10.1007/s12022-013-9283-6>

Sulaieva, O., Botsun, P., Koshyk, O., Omelianenko, I., Burkatska, M., Panko, I. I., Meged, T., Pischanska, S., Korpachova, V., & Dudin, O. (2023). The impact of war on cytopathological practice in Ukraine. *St Open*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.48188/so.4.1>

Suteau, V., Munier, M., Briet, C., & Rodien, P. (2021). Sex bias in differentiated thyroid cancer. *International Journal of Molecular Sciences (Online)*, 22(23), 12992. <https://doi.org/10.3390/ijms222312992>

Tamhane, S., & Gharib, H. (2016). Thyroid nodule update on diagnosis and management. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40842-016-0035-7>

Thyroid cancer – statistics. (2023, September 12). Cancer.Net. <https://www.cancer.net/cancer-types/thyroid-cancer/statistics>

References

Fu, Y., Sun, Y., Pei, Q., Han, X., Wen, Q., Mei, F., Tan, S. N., & Cui, L. (2022). Factors Influencing the Sample Adequacy of Ultrasound-Guided Fine-Needle Aspiration from Solid Thyroid Nodules for Liquid-Based Cytology: A Demographic, Sonographic, and Technical Perspective. *Medicina (Kaunas. Spausdinta)*, 58(11), 1639. <https://doi.org/10.3390/medicina58111639>

Gharib, H., & Goellner, J. R. (1993). Fine-Needle Aspiration Biopsy of the Thyroid: An Appraisal. *Annals of Internal Medicine*, 118(4), 282. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-118-4-199302150-00007>

Gill, A. S., Amdur, R. L., & Joshi, A. S. (2017). Importance of FNA technique for decreasing non-diagnostic rates in thyroid nodules. *Head and Neck Pathology*, 12(2), 160–165. <https://doi.org/10.1007/s12105-017-0844-8>

Goodarzi, E., Moslem, A., Feizhadad, H., Jarrahi, A. M., Adineh, H. A., Sohrabivafa, M., & Khazaei, Z. (2019). Epidemiology, incidence and

mortality of thyroid cancer and their relationship with the human development index in the world: An ecology study in 2018. *Advances in Human Biology*, 9(2), 162. https://doi.org/10.4103/aih.b.aih.b.2_19

Kolesnyk, P., Frese, T., Vinker, S., Shushman, I., Zharkova, A., Messaadi, N., Kolesnyk, A., & Bayen, S. (2021). Steps towards implementing evidence-based screening in family medicine in Ukraine: SWOT-analysis of an approach of multidimensional empowerment. *BMC Family Practice*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12875-021-01367-2>

Mulita, F., Plachouri, M., Liolis, E., Vailas, M., Panagopoulos, K., & Maroulis, I. (2021). Patient outcomes following surgical management of thyroid nodules classified as Bethesda category III (AUS/FLUS). *Endokrynologia Polska*, 72(2), 143–144. <https://doi.org/10.5603/ep.a2021.0018>

Önal, E. D., Sağlam, F., Sağkara, M., Ersoy, R., Güler, G., & Çakır, B. (2013). "The Diagnostic Accuracy of Thyroid Nodule Fine-Needle Aspiration Cytology Following Thyroid Surgery: a Case-Control Study." *Endocrine Pathology*, 25(3), 297–301. <https://doi.org/10.1007/s12022-013-9283-6>

Omelianenko, I., Falalyeyeva, T., Tsyryuk, O., & Sulaieva, O. (2022). Cytological diagnosis of fine-needle puncture biopsies of the thyroid gland in Ukraine: comparis on with international practice. *Visnyk. Kyivskiy natsionalnyi universytet Imeni Tarasa Shevchenka. Biologia*, 90(3), 9–13 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2022.90.9-13>

Sulaieva, O., Botsun, P., Koshyk, O., Omelianenko, I., Burkatska, M., Panko, I. I., Meged, T., Pischanska, S., Korpachova, V., & Dudin, O. (2023). The impact of war on cytopathological practice in Ukraine. *St Open*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.48188/so.4.1>

Suteau, V., Munier, M., Briet, C., & Rodien, P. (2021). Sex bias in differentiated thyroid cancer. *International Journal of Molecular Sciences (Online)*, 22(23), 12992. <https://doi.org/10.3390/ijms222312992>

Tamhane, S., & Gharib, H. (2016). Thyroid nodule update on diagnosis and management. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40842-016-0035-7>

Thyroid cancer – statistics. (2023, September 12). Cancer.Net. <https://www.cancer.net/cancer-types/thyroid-cancer/statistics>

Отримано редакцією журналу / Received: 09.02.24
Прорецензовано / Revised: 11.03.24
Схвалено до друку / Accepted: 11.03.24

Iryna OMELIANENKO¹, PhD Student
ORCID ID: 0009-0006-1128-1479
e-mail: i.omelianenkoku@gmail.com

Tetyana FALALYEYeva¹, DSc (Biol.)
ORCID ID: 0000-0002-4415-9676
e-mail: tetyana.falalyeyeva@knu.ua

Nazarii KOBLYIAK², DSc (Med.)
ORCID ID: 0000-0001-9814-689X
e-mail: nazariikoblyiak@gmail.com

Oksana SULAIEVA³, DSc (Med.)
ORCID ID: 0000-0002-9614-4652
e-mail: o.sulaieva@csd.com.ua

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

³Medical Laboratory CSD, Kyiv, Ukraine

CYTOLOGICAL DIAGNOSIS OF THE THYROID GLAND IN UKRAINE DURING MARTIAL LAW CONDITIONS

Background. Cytopathological studies of the thyroid gland are important in patient diagnosis. Since the beginning of the Russian invasion, most cytopathological screening procedures (including cancer screening) in Ukraine have been reduced or delayed, threatening medical personnel's ability to provide early cancer detection.

The aim was to analyze the results of cytological studies of fine-needle aspiration puncture biopsy (FNA) of thyroid neoplasms according to the Bethesda international classification for 2022-2023.

Methods. The study was carried out with the involvement of the database of patients who used the service of cytological studies of FNA of the thyroid gland in the "CSD" Medical Laboratory in the period of 2022-2023. The following were analyzed: 1) cytological findings according to the Bethesda international classification; 2) gender of the patient. Light microscopy (Leica Microsystems, DM2000) was used for cytological research.

Results. In the period from 2022 to 2023, an analysis of 4,247 cytological studies of patients with thyroid nodules was carried out. Of them, 3,654 (86 %) concerned women, and 593 (14 %) men. Compared with previous years, where the percentage of cytological studies in women was 87 %, it was established that women are more prone to thyroid diseases. In 2022-2023, the rate of non-diagnostic materials was 18.1 %, which emphasizes the need to improve preanalytical processes. The second class, according to the international classification of Bethesda, accounted for 54.7 % of cases. Despite the decrease in the percentage of diagnosed cases of the thyroid gland during the war, the second class remains the most common class among other classes of cytological diagnosis of the thyroid gland. Such a result indicates the importance of further improvement of diagnostic methods and increasing the effectiveness of treatment of patients with thyroid gland pathology. According to the Bethesda 2023 classification, the AUS category has an average risk of malignancy of 22 %. This class was 13.2 % in the period 2022-2023. There is a trend of growth in the production of this class, compared to previous years (8.2 %). Class 4 was detected in 4.8 % of patients and decreased by almost two times compared to previous years. Grades 5 and 6, which have the highest level of malignancy, were within 4-5 %.

Conclusions. During the Russian invasion of Ukraine, the process of cytopathological diagnosis was violated, which led to a decrease in the number of cytological samples, particularly studies of FNA of the thyroid gland, sent to the CSD Medical Laboratory.

Key words: thyroid gland, cancer, puncture biopsy, international Bethesda system, Ukraine, war.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.

Наукове видання



ВІСНИК
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

БІОЛОГІЯ

Випуск 1(96)

Редактор *Т. Мельник*

Оригінал-макет виготовлено ВПЦ "Київський університет"

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, статистичних даних, відповідної галузевої термінології, імен власних та інших відомостей. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали.



Формат 60x84^{1/8}. Ум. друк. арк. 7,9. Наклад 300. Зам. № 224-10968.
Гарнітура Arial. Папір офсетний. Друк офсетний. Вид. № Б1.
Підписано до друку 29.03.24

Видавець і виготовлювач
ВПЦ "Київський університет"
Б-р Тараса Шевченка, 14, м. Київ, 01601, Україна
☎ (38044) 239 32 22; (38044) 239 31 58; (38044) 239 31 28
e-mail: vpc@knu.ua; vpc_div.chief@univ.net.ua; redaktor@univ.net.ua
<https://vpc.univ.kiev.ua>
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1103 від 31.10.02