

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Odesa National University Herald

ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія: *Біологія*

Науковий журнал
Виходить 2 рази на рік
Серія заснована у липні 2007 р.

Том 30, випуск 1(56) 2025

Одеса
ОНУ
2025

Засновник та видавець:

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Редакційна рада журналу:

В. І. Труба, д-р юр. наук (голова ред. ради); В. О. Іваниця, д-р біол. наук (заступник голови ред. ради); С. М. Андрієвський, д-р фіз.-мат. наук; В. В. Глебов, канд. іст. наук; Л. М. Дунаєва, д-р політ. наук; В. В. Заморов, канд. біол. наук; О. В. Запорожченко, канд. біол. наук; О. А. Іванова, д-р наук із соц. комунікацій; В. Є. Круглов, канд. фіз.-мат. наук; В. Г. Кушнір, д-р іст. наук; В. В. Менчук, канд. хім. наук; О. В. Суровцева, директор Наукової бібліотеки; Н. М. Крючкова, канд. екон. наук; Л. М. Токарчук, д-р юр. наук; М. І. Ніколаєва, канд. політ. наук; В. В. Яворська, д-р геогр. наук; Н. В. Кондратенко, д-р філол. наук.

Редакційна колегія журналу:

А. Бьорнер, д.б.н., професор (Німеччина); С. Верба, к.б.н. (Польща); В. В. Заморов, к.б.н., доцент (Україна); В. О. Іваниця, д.б.н., професор (Україна); К. Ковальчик, д.б.н., професор (Польща); Г. В. Майкова, к.б.н. (Польща); О. А. Макаренко, д.б.н., ст.н.с. (Україна); С. Мішева, д.б.н., професор (Болгарія); Ю. М. Олійник, к.б.н., доцент (Україна); С. Н. Оленін, професор (Литва); З. Селка, к.б.н., (Польща); Г. Федак, професор (Канада); С. С. Чернадчук, к.б.н., доцент (Україна); С. В. Чеботар, д.б.н., член-кор. НААНУ (Україна) – науковий редактор; Т. Г. Алексєєва, к.б.н., доцент (Україна) – відповідальний секретар.

«Вісник Одеського національного університету. Біологія»
входить до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»).

Затверджено Наказом МОН України № 1301 від 15.10.2019 р.

Українською та англійською мовами

Згідно з Рішенням Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення
№ 1050 від 28.03.2024 р. журнал зареєстрований як друковане медіа
і внесений до Реєстру суб'єктів у сфері медіа з ідентифікатором R30-03679

Затверджено до друку Вченою радою
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова
(протокол № 1 від 28.08.2025 р.)

Адреса редакції: вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Тел: (+380-48) 68-79-32
E-mail: gerald_biology@onu.edu.ua

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2025

ЗМІСТ

БОТАНІКА І ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Попова О. М., Голокоз А. В.
КОЛЕКЦІЯ СУБТРОПІЧНИХ РОСЛИН У ВЕЛИКІЙ ПАЛЬМОВІЙ ОРАНЖЕРЕЇ
БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ 7

Ткаченко Ф. П., Ковтун О. О., Левчук Л. В, Попова О. М.
РІЗНОМАНІТТЯ МАКРОМІЩЕТІВ БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ТА СУМІЖНИХ ПАРКОВИХ ЗОН ОДЕСИ.... 23

ГЕНЕТИКА І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

Білоконь С. В., Алексєєва Т. Г., Сачалко В. О.
ОНТОГЕНЕЗ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ЯК МІШЕНЬ НІКОТИНОВОЇ
ТОКСИЧНОСТІ. ПОВІДОМЛЕННЯ І 43

Рудік В. А., Чеботар С. В.
ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИДІВ
КОМПЛЕКСУ *ANOPHELES MACULIPENNIS* S. L. В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ:
НОВІ ДАНІ ДЛЯ ФАУНИ УКРАЇНИ 71

ЗООЛОГІЯ

Черничко К. Й., Підгорна С. Я.
ПОШИРЕННЯ ГЕЛЬМІНТІВ ДОМАШНЬОЇ КУРКИ
GALLUS GALLUS DOMESTICUS (LINNAEUS, 1758) У ПРИВАТНИХ
ГОСПОДАРСТВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ (УКРАЇНА) 91

ІСТОРІЯ НАУКИ

Луцька М. П.
ВНЕСОК МАР'ЯНА АЛОЇЗА ЛОМНІЦЬКОГО У ВИВЧЕННЯ
КОРОТКОНАДКРИЛИХ ЖУКІВ (STARHYLINIDAE, COLEOPTERA, INSECTA)
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ 103

НЕКРОЛОГ

СВІТЛИЙ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВЛАДЛЕНА МИКОЛАЙОВИЧА ТОЦЬКОГО
(14.12.1936 – 29.03.2025 РР.) 113

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ..... 116

CONTENTS

BOTANY AND PLANT PHYSIOLOGY

Popova O. M., Holokoz A. V.

COLLECTION OF SUBTROPIC PLANTS IN THE LARGE PALM GREENHOUSE
OF THE BOTANICAL GARDEN OF ODESA NATIONAL UNIVERSITY..... 7

Tkachenko F. P., Kovtun O. O., Levchuk L. V., Popova O. M.

BIODIVERSITY OF MACROMYCETES OF THE BOTANICAL GARDEN OF ODESA
NATIONAL UNIVERSITY AND ADJOINING PARK ZONES OF ODESA..... 23

GENETICS AND MOLECULAR BIOLOGY

Bilokon S. V., Aliksieieva T.G., Sachalko V. O.

ONTOGENESIS OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* AS A TARGET OF NICOTINE
TOXICITY. PART I 43

Rudik V. A., Chebotar S. V.

FIRST RESULTS OF MOLECULAR IDENTIFICATION OF SPECIES
OF THE *ANOPHELES MACULIPENNIS* S. L. COMPLEX IN ODESA REGION:
NEW DATA FOR THE FAUNA OF UKRAINE 71

ZOOLOGY

Chernychko K. Y., Pidhorna S. Ya.

DISTRIBUTION OF HELMINTHS IN DOMESTIC CHICKENS *GALLUS GALLUS*
DOMESTICUS (LINNAEUS, 1758) IN PRIVATE HOLDINGS OF ODESA REGION
(UKRAINE)..... 91

HISTORY OF SCIENCE

Lutska M. P.

CONTRIBUTION OF MARIAN ALOIZ LOMNYTSKYI TO THE STUDY
OF ROVE BEETLES (STAPHYLINIDAE, COLEOPTERA, INSECTA)
OF THE CARPATHIAN REGION 103

OBITUARY

IN LOVING MEMORY OF PROFESSOR VLADLEN MYKOLAIOVYCH TOTSKYI
(14 DECEMBER 1936 – 29 MARCH 2025) 113

INFORMATION FOR THE AUTHORS 116

БОТАНІКА І ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337316](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337316)

УДК 581.9(477.74)

О. М. Попова¹, к.б.н., доцент

А. В. Голокоз², заступник директора

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

¹кафедра ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства;

²Ботанічний сад; вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: olena-porova@ukr.net

КОЛЕКЦІЯ СУБТРОПІЧНИХ РОСЛИН У ВЕЛИКІЙ ПАЛЬМОВІЙ ОРАНЖЕРЕЇ БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Здійснено флористичний аналіз колекції рослин, що утримується у найстарішій у ботанічному саду Пальмовій оранжереї. Вона нараховує 115 видів, 6 форм з 48 родин. Провідною родиною є *Arecaceae* (14 видів), найбільш численні роди *Brachychiton* та *Pittosporum* (по 4 види). З життєвих форм переважають дерева (47,0% видового складу колекції) і кущі (20,9%); майже п'яту частину складають трав'янисті багаторічники (19,1%), є напівкущі (8 видів) та ліани (7 видів). Представлені усі флористичні царства Землі, най-краще – Голарктичне (52 видів; 45,2%). З Палеотропічного царства походять 30 видів (26,0%), з Неотропічного – 25 видів (21,7%), з Австралійського – 23 види (20,0%), Капського – 7 (6,1%), Голантарктичного – 2 (1,7%). Рослини 93 видів мають різноманітне господарське значення. Шість видів охороняються *in situ* на глобальному рівні (*Beaucarnea recurvata*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Cneorum tricocon*, *Cycas circinalis*, *Cyperus papyrus*, *Jacaranda mimosifolia*), один – занесений до Червоної книги України (*Ruscus hypoglossum*). Повний цикл розвитку проходять рослини 30 видів (24,8% колекції). Всього у колекції утримується 493 екз. рослин, з них 295 екз. 66 видів (або 59,8%) входять до складу старої частини колекції, яка формувалася до 1941 р. Серед них – 12 найстаріших екземплярів віком більше ніж 160 років (*Agava americana* – 2 екз., *Cycas revoluta* – 2 екз., *Magnolia grandiflora* – 2 екз., *Araucaria columnaris*, *Chamaerops humilis*, *Ficus pumila*, *Livistona chinensis*, *L. australis*, *Musa x parasidiaca*).

Ключові слова: збереження рослин *ex situ*; захищений ґрунт; ботанічний сад, інтродукція

Особливістю ботанічних садів у цілому є те, що вони «мають документовані колекції живих рослин, які використовуються для наукових досліджень, збереження, демонстрації та освіти» [36].

Ботанічний сад імені академіка В. І. Липського Одеського національного університету імені І. І. Мечникова є об'єктом природно-заповідного фонду України загальнодержавного значення з 1963 р. За законом «Про природно-заповідний фонд України», «ботанічні сади створюються з метою збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах та

ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої і світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної і освітньої роботи» [17]. За ст. 35 Закону України «Про рослинний світ», колекції ботанічних садів, оранжерей та інші види ботанічних колекцій, що мають наукову, культурно-освітню, навчально-виховну та іншу державну цінність, підлягають державному обліку [18]. Ботанічний сад ОНУ є науковою, навчальною базою для студентів університету та інших навчальних закладів м. Одеси. Він також проводить освітню роботу для мешканців та гостей міста.

Частиною світової флори, що зберігається у ботанічному саду ОНУ, є колекція субтропічних рослин. Як правило, у ботанічних садах прийнято розглядати субтропічні і тропічні рослини у складі одної колекції [1-5, 7, 9-12]. Але ці групи рослин потребують різних умов перебування, у зв'язку з чим утримуються роздільно, і це дозволяє розглядати їх як самостійні колекції. З погляду фінансового обліку колекції також доцільно розглядати за місцем локалізації. У літературі наявні короткі повідомлення про колекцію тропічних і субтропічних рослин ботанічного саду Одеського університету [1, 3-5, 7, 13], колекцію субтропічних рослин, що утримується у Великій Пальмовій оранжереї [14], найстаріші екземпляри у цій оранжереї [7, 8]. Однак перелік всіх видів колекції субтропічних рослин ботанічного саду ОНУ досі не наводився, отже, її систематичний аналіз теж не проводився. Крім того, останнім часом відбуваються особливо активні зміни у номенклатурі та систематиці рослин, які мають бути враховані у діяльності ботанічних садів. У зв'язку з вищезазначеним, метою роботи було здійснити аналіз уточненого видового складу колекції субтропічних рослин, що зберігається у Великій Пальмовій оранжереї ботанічного саду ОНУ, з врахуванням сучасної номенклатури. Були поставлені такі завдання: провести систематичний, біоморфологічний, а також географічний аналіз флори досліджуваної колекції за флористичним районуванням Земної кулі А. Л. Тахтаджяна на рівні царств; окреслити джерела постачання посадкового матеріалу, періоди формування колекції та кількісний склад рослин; коротко охарактеризувати успішність інтродукції видів; виявити найстаріші екземпляри; зазначити практичне значення колекції та здійснити соціологічний аналіз.

Матеріали і методи

Колекція субтропічних рослин ботанічного саду ОНУ бере початок з часів створення Новоросійського університету на базі Рішельєвського ліцею у 1865 р., коли були придбані перші 70 видів рослин у кількості 944 екз. [15]. Спочатку ботанічний сад з оранжереєю та теплицею був створений у 1867 р. біля головного корпусу університету у центрі міста (вул. Дворянська, 2). З 1865 по 1867 рр. колекція зберігалася у приватній оранжереї Завадовських під наглядом доцента А. О. Яновича та садовника Десятова [15]. Через обмеження площі у 1881 р. сад був переведений на колишню дачу Рішельєвського ліцею

на Малому Фонтані (Французький бульвар, 87). Там також було збудовано оранжерею з двох відділень – теплої та холодної, саме її зараз називають Великою Пальмовою. Створення цієї оранжереї пов'язують з ім'ям Олександра Йосиповича Бернардацці (02.07.1831 – 14.08.1907) – видатного інженера-архітектора, який у 1883-1893 рр. працював на посаді головного архітектора Новоросійського університету [22, 23]. В Одесі О. Й. Бернардацці створював Одеський оперний театр, Нову біржу (нині – Філармонія), готель «Бристоль», залізничний вокзал (не зберігся) та багато інших громадських та житлових споруд. Ця оранжерея збереглася до наших днів. Лише у 1975 р. у ній була замінені частина даху, а у 2017 р. скляне покриття, яке сильно руйнувалося, замінили на полікарбонат. Зараз в обох відділеннях цієї оранжереї на площі 220 кв. м розміщується колекція субтропічних рослин.

В оранжереї підтримується температурний та вологісний режим, характерний для субтропіків: взимку оптимальна температура – від +5 °C до +12 °C (іноді буває до +20 °C), влітку + 25 °C до +30 °C, вологість повітря становить близько 65% влітку і близько 50% взимку. Для забезпечення необхідної вологості регулярно проводиться полив відстояною в басейні водою. Спеціальний полікарбонат забезпечує необхідне для субтропічних рослин освітлення близько 7000 лк. Влітку рослини у контейнерах виставляються у ґрунт, і тільки найбільш крупні рослини, які утримуються у ґрунтовій культурі, залишаються у Великій Пальмовій оранжереї.

Уточнення видового складу рослин свого часу проводили за відповідною літературою [19, 21, 24, 26-29, 31 та ін.]. Сучасні назви видів, форм та систематична приналежність рослин уточнені за Plants of the World Online у 2024 р. [32]. У цій базі враховуються види та підвиди і не враховуються декоративні форми. У даній роботі акцент також зроблений на видовому складі рослин. Форми наводяться додатково. Флористичний аналіз колекції проведено за традиційною методикою. Життєві форми розглядалися за класифікацією І. Г. Серебрякова [21]. Ареали видів, наведені за відповідною базою даних [32], аналізувалися у контексті флористичного районування Земної кулі А.Л. Тахтаджяна [33]. Практичне значення рослин уточнено за відповідними базами даних [34, 35]. Созологічний статус видів наведено у відповідності з Червоним списком Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) [30] та Червоною книгою України [15, 25].

Для оцінки результатів інтродукції використали шкалу успішності репродуктивного розвитку рослин в умовах захищеного ґрунту І. П. Горницької, яка охоплює 10 градацій від найвищої – «рослини щорічно цвітуть, утворюють плоди і насіння, дають самосів» (10 балів) до найнижчої – «рослини не цвітуть» (1 бал) [6].

Результати дослідження та їх обговорення

Перелік рослин за сучасною номенклатурою у найстарішій оранжереї ботанічного саду наведений у табл. 1. Якщо вид представлений лише формою, на-

зва подається як назва відповідного виду. Якщо, крім типової форми, є ще інша декоративна форма, вона у списку позначена зірочкою перед назвою. Рослини, введені у колекцію у період з 1865 по 1941 рр., позначені як «ст.к.» («стара колекція»), оскільки більш точна інформація втрачена.

Таблиця 1

**Склад колекції субтропічних рослин у Великій Пальмовій оранжереї
ботанічного саду ОНУ імені І.І. Мечникова**

Види, підвиди, форми	Життєві форми ¹	Рік інтродукції	Успішність інтродукції
<i>I</i>	2	3	4
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br. – акація чорнодеревна	Д	1974	1
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L.Wendl. (<i>A. cyanophylla</i> Lindl.) – акація вербова	Д	Ст.к.	1
<i>Acacia verticillata</i> (L'Hér.) Willd. – акація мутовчаста	Д	1974	1
<i>Acokanthera oblongifolia</i> (Hochst.) Benth. & Hook.f. ex B.D.Jacks. – акокантера довголиста	К	1985	9
<i>Agave americana</i> L. – агава американська	БР	1865	1
<i>Aglaia odorata</i> Lour. – аглая запашна	Д	2000	6
<i>Alyxia buxifolia</i> R.Br. – аліксія самшитолиста	Д	Ст.к.	9
<i>Araucaria bidwillii</i> Hook. – араукарія Бідвілла	Д	Ст.к.	1
<i>Araucaria columnaris</i> (G.Forst.) Hook. (<i>A. excelsa</i> (Lamb.) R.Br.) – араукарія колоноподібна	Д	Ст.к.	1
<i>Artabotrys hexapetalus</i> (L.f.) Bhandari – артаботріс шестипелюстковий	К	Ст.к.	6
<i>Aucuba japonica</i> Thunb. – аукуба японська	К	Ст.к.	9
* <i>Aucuba japonica</i> var. <i>japonica</i> (<i>A. japonica</i> f. <i>variegata</i> (Dombrain) Rehder) – аукуба японська ф. строката	К	Ст.к.	9
<i>Beaucarnea recurvata</i> (K.Koch & Fintelm.) Lem. (<i>Nolina recurvata</i> (K.Koch & Fintelm.) Hemsl.) – бокарнея відігнута	БР	2004	1
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy – бугенвілія гола	К	Ст.к.	3
<i>Brachychiton acerifolius</i> (A.Cunn. ex G.Don) F.Muell. – брахіхітон кленолистий	Д	Ст.к.	1
<i>Brachychiton discolor</i> F.Muell. – брахіхітон різнобарвний	Д	1994	1
<i>Brachychiton diversifolius</i> R.Br. – брахіхітон різнолистий	Д	Ст.к.	1
<i>Brachychiton populneus</i> (Schott & Endl.) R.Br. – брахіхітон тополеподібний	Д	1975	1
<i>Brahea armata</i> S.Watson – брахея озброєна	Д	1998	1
<i>Buddleja indica</i> Lam. (<i>Nicodemia diversifolia</i> (Vahl) Ten.) – будлея індійська	К	1984	6
<i>Camellia</i> sp.** – камелія	К	1999	1

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold (<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.) – кас-кабела тіветія	Д	2004	9
<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq. – казуаріна Куннінгама	Д	1974	1
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. – бавовняне дерево	Д	2007	1
<i>Ceratonia siliqua</i> L. – цератонія стручкова	Д	Ст.к.	9
<i>Chamaedorea elegans</i> Mart – хамедорея витончена	Д	2002	3
<i>Chamaerops humilis</i> L. – хамеропс приземкуватий	БР	Ст.к.	10
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> H.Wendl. – хризалідокарпус жовтуватий	Д	1992	1
<i>Clivia miniata</i> (Lindl.) Verschaff. – клівія матово-червона	БР	Ст.к.	6
<i>Cneorum tricoccon</i> L. – Кнеорум тризерний	НК	2009	6
<i>Crinum moorei</i> Hook.f. – крінум Мура	БР	Ст.к.	3
<i>Cycas circinalis</i> L. – саговник закручений	Д	Ст.к.	1
<i>Cycas revoluta</i> Thunb. – саговник відігнутий	Д	Ст.к.	9
<i>Cyperus papyrus</i> L. – папірус	БР	Ст.к.	3
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq. – додоней клейка	К	2008	9
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann – доліхандра котячий кіготь	Л	1999	6
<i>Dovyalis afra</i> (Hook.f. & Harv.) Warb. (<i>Aberia afra</i> Hook.f. & Harv.) – дові-аліс афра	К	Ст.к.	9
<i>Duranta erecta</i> L. – дуранта прямостояча	К	Ст.к.	9
<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb. – маслинка колюча	Д	Ст.к.	10
<i>Elaeodendron croceum</i> (Thunb.) DC. (<i>E. capense</i> Eckl. & Zeyh.) – елеоден-дрон шафраново-жовтий	Д	1976	3
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. – еріоботрія японська	Д	Ст.к.	6
<i>Erythrina variegata</i> L. (<i>E. corallodendron</i> Lam.) – еритрина строката	К	1974	1
<i>Euonymus japonicus</i> Thunb. – бруслина японська	К	Ст.к.	6
* <i>Euonymus japonicus</i> Thunb. (<i>E. japonicus</i> f. <i>albomarginatus</i> (T.Moore) Rehder) – бруслина японська ф. білооблямована	К	1994	1
* <i>Euonymus japonicus</i> Thunb. (<i>E. japonicus</i> f. <i>aureovariegatus</i> (Regel) Rehder) – бруслина японська ф. золотисто-строката	К	1994	1
<i>Feijoa sellowiana</i> (O.Berg) O.Berg (<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret) – фей-хоа Селлова	Д	1990	9
<i>Ficus pumila</i> L. – фікус карликовий	ЛД	Ст.к.	3
<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br. – гревілея могутня	Д	1997	1
<i>Hedera helix</i> f. <i>helix</i> (<i>Hedera helix</i> f. <i>marmorata</i> (G.Nicholson) Tobler) – плющ звичайний	ЛД	1996	1

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
<i>Hedera taurica</i> (Hibberd) Carrière (<i>Hedera helix</i> f. <i>sagittifolia</i> (Hibberd) Tobler) – плющ кримський	ЛД	1994	1
<i>Hedychium gardnerianum</i> Sheph. ex Ker Gawl. – гедіхіум Гарднера	БР	1990	6
<i>Hedychium spicatum</i> Buch.-Ham. ex Sm. – гедіхіум колосистий	БР	1982	6
<i>Heimia salicifolia</i> Link – хеймія верболиста	К	Ст.к.	1
<i>Hymenocallis caribaea</i> (L.) Herb. – гіменокаліс карибський	БР	Ст.к.	3
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don – жакаранда мімозолиста	Д	1983	1
<i>Jasminum polyanthum</i> Franch. – жасмин багатоквітковий	БР	2003	3
<i>Lantana camara</i> L. – лантана сводчаста	К	1982	3
<i>Laurus nobilis</i> L. – лавр благородний	Д	Ст.к.	1
<i>Liriope muscari</i> (Decne.) L.H.Bailey – ліріопе мускарі	БР	Ст.к.	6
<i>Livistona australis</i> (R.Br.) Mart. – лівістона південна	Д	Ст.к.	1
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R.Br. ex Mart. – лівістона китайська	Д	Ст.к.	1
<i>Magnolia grandiflora</i> L. – магнолія великоквітова	Д	1941	1
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg. – маниок картахенський	Д	1984	6
<i>Melaleuca citrina</i> (Curtis) Dum.Cours (<i>Callistemon citrinus</i> «Woodlander's Hardy») – мелалеука лимонна	К	2015	1
<i>Melaleuca rugulosa</i> (Link) Craven (<i>Callistemon coccineus</i> F.Muell.) – мелалеука груба	К	1974	1
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm. – монстера делікатесна***	ЛТ	Ст.к.	6
<i>Muehlenbeckia adpressa</i> (Labill.) Meisn. – мюленбекія притиснута	НК	Ст.к.	3
<i>Muehlenbeckia platyclada</i> (F.Muell.) Meisn. – мюленбекія сплюснена	НК	Ст.к.	6
<i>Musa acuminata</i> Colla – банан загострений	БР	1992	3
<i>Musa × paradisiaca</i> L. – банан райський	БР	Ст.к.	9
<i>Myrtus communis</i> L. – мирт звичайний	Д	Ст.к.	9
<i>Nandina domestica</i> Thunb. – нандіна домашня	К	Ст.к.	9
<i>Neopanax colensoi</i> (Hook.f.) Allan – неопанакс Коленса	Д	1963	1
<i>Nerium oleander</i> L. – олеандр звичайний	К	1889	9
<i>Olea europaea</i> L. – маслина європейська	БР	2001	1
<i>Ophiopogon jaburan</i> (Siebold) G.Lodd. – офіопогон ябуран	БР	Ст.к.	6
* <i>Ophiopogon jaburan</i> 'Variegatus' – офіопогон ябуран 'строкатий'	БР	Ст.к.	6
<i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl. – офіопогон японський	БР	Ст.к.	6

Продовження таблиці 1

<i>I</i>	2	3	4
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch. – ореопанакс головчастий	Д	Ст.к.	3
<i>Pachygone laurifolia</i> (DC.) L.Lian & Wei Wang (<i>Cocculus laurifolius</i> DC.) – пахігона лавролиста	К	Ст.к.	6
<i>Pancratium illyricum</i> L. – панкратій іллірійський	БР	Ст.к.	3
<i>Pandanus tectorius</i> Parkinson (<i>P. veitchii</i> Mast.) – панданус покрівельний	Д	1990	1
<i>Pandorea jasminoides</i> (Lindl.) K.Schum. – пандорея жасминовидна	Л	2012	6
<i>Persea indica</i> (L.) Spreng. – авокадо індійське	Д	Ст.к.	1
<i>Philodendron bipinnatifidum</i> Schott ex Endl (<i>Ph. selloum</i> K.Koch) – філодендрон двічіперисторозсічений	ЛТ	1984	3
<i>Phoenix canariensis</i> H.Wildpret – фінік канарський	Д	Ст.к.	1
<i>Phoenix dactylifera</i> L. – фінік пальчастий	Д	Ст.к.	3
<i>Phoenix reclinata</i> Jacq. – фінік зігнутий	Д	Ст.к.	1
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem. – пілокарпус перистолистий	К	1940	6
<i>Pittosporum bicolor</i> Hook. – смолонасінник двоколірний	Д	Ст.к.	9
<i>Pittosporum heterophyllum</i> Franch. – смолонасінник різнолистий	Д	Ст.к.	9
<i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T.Aiton – смолонасінник Тобіра	Д	Ст.к.	9
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent. – смолонасінник хвилястий	Д	Ст.к.	9
<i>Plumbago auriculata</i> Lam. (<i>P. capensis</i> Thunb.) – свинчатка вушкувата	К	Ст.к.	3
<i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) Sweet – ногоплідник великолистий	Д	1976	1
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine (<i>P. littorale</i> Raddi) – псідіум Кеттлі	Д	1982	9
<i>Psidium guajava</i> L. – псідіум гуаява	Д	2005	6
<i>Punica granatum</i> L. (<i>P. granatum</i> var. <i>nana</i> (L.) Pers.) – гранат звичайний	НК	Ст.к.	9
<i>Reineckea carnea</i> (Andrews) Kunth – рейнекія тілесна	БР	Ст.к.	6
<i>Raphiolepis umbellata</i> (Thunb.) Makino – рафіолепіс зонтичний	К	Ст.к.	9
<i>Rohdea japonica</i> (Thunb.) Roth – родея японська	БР	Ст.к.	6
<i>Ruscus aculeatus</i> L. – рускус колючий	НК	1983	6
<i>Ruscus hypoglossum</i> L. – рускус під'язичний	НК	Ст.к.	6
<i>Ruscus hypophyllum</i> L. – рускус підлистий	НК	Ст.к.	6
<i>Sabal minor</i> (Jacq.) Pers. (<i>S. glabra</i> (Mill.) Sarg.) – сабаль малий	Д	Ст.к.	9
<i>Sabal palmetto</i> (Walter) Lodd. ex Schult. & Schult.f. (<i>S. blackburniana</i> Schult. & Schult.f.) – сабаль Пальметто	Д	Ст.к.	10
<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn. (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) – шавлія розмаринова, розмарин лікарський	НК	2014	3

Закінчення таблиці 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Sarcococca hookeriana</i> Baill. – саркокока Гукера	К	Ст.к.	9
<i>Schinus molle</i> L. – шинус м'який	К	2005	6
<i>Sterculia africana</i> (Lour.) Fiori – стеркулія африканська	Д	Ст.к.	1
<i>Strelitzia reginae</i> Banks – стреліція королівська	БР	1963	1
<i>Syzygium australe</i> (J.C.Wendl. ex Link) B.Hyland (<i>Eugenia australis</i> J.C.Wendl. ex Link) – сизігіум південний	Д	2002	9
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn. – сизігіум волотистий	Д	2007	9
<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H.Wendl. – трахікарпус Форчуна	Д	1978	3
<i>Trachycarpus martianus</i> (Wall. ex Mart.) H.Wendl. – трахікарпус Мартіуса	Д	Ст.к.	6
<i>Viburnum tinus</i> L. – калина лаврова	К	Ст.к.	9
* <i>Viburnum tinus</i> 'Variegatum' – калина лаврова 'строката'	К	2001	1
<i>Washingtonia filifera</i> (T.Moore & Mast.) H.Wendl. ex de Bary – вашингтонія нитконосна	Д	1990	1
* <i>Washingtonia filifera</i> var. <i>robusta</i> (H.Wendl.) Parish (<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.) – вашингтонія могутня	Д	1991	1
<i>Zephyranthes candida</i> Herb. – зефірантес білий	БР	Ст.к.	6
<i>Zephyranthes minuta</i> (Kunth) D.Dietr (<i>Z. grandiflora</i> Lindl.) –зефірантес малий	БР	Ст.к.	3

Примітка. Зірочкою перед назвою (*) помічені форми, які доповнюють різноманіття в межах наведених видів та при аналізі не враховувалися. Двома зірочками (**) зазначено вид, визначити які не представляється можливим, оскільки він не цвіте. ****Monstera deliciosa* вважається тропічною рослиною, але традиційно вирощується у даній оранжереї, оскільки добре переносить відповідні умови.

¹ Життєві форми: Д – дерево, К – кущ, НК – напівкущ, БР – багаторічна трав'яниста рослина, Л – ліана, ЛД – ліана дерев'яниста, ЛТ – ліана трав'яниста.

Отже, за сучасною номенклатурою, у Великій Пальмовій оранжереї утримується 115 видів судинних рослин з 48 родин та 88 родів. Додатково враховано 6 декоративних форм. Провідними є родини *Arecaceae* (пальмові) – 14 видів, *Asparagaceae* (холодкові) – 9 видів та *Myrtaceae* (миртові) – 8 видів. Найбільш численними родами є *Brachychiton* та *Pittosporum* – вони об'єднують по 4 види.

Серед життєвих форм переважають деревні – їх мають 86 рослин, що становить 74,8% колекції, а серед них найчисленніші дерева – 54 види (47,0% всього видового складу), на другому місці кущі – 24 види (20,9%). Напівдеревних рослин нараховується 8 видів (7,0%). На багаторічні трав'янисті рослини припадає 19,1% (22 вид), ліанами є 7 видів (6,1%).

За розташуванням природних ареалів у системі флористичного районування Земної кулі А. Л. Тахтаджяна переважають рослини субтропічних регіонів Голарктичного царства – таких 52 види (45,2%). Вони походять, головним

чином, з Східно-Азійської та Середземноморської областей. Немало видів з Палеотропічного, Неотропічного та Австралійського царств. (відповідно 30 видів та 26,0%; 25 видів та 21,7%; 23 види та 20,0%). Сім видів (6,1%) мають природні ареали у Капському царстві, а два (1,7%) – у Голантарктичному. У колекції присутні види з дуже локальними природними ареалами, зокрема *Araucaria columnaris* з о. Норфолк в Океанії, *Phoenix canariensis* з Канарських о-вах, *Neorapax colensoi* з Нової Зеландії тощо.

Поповнення колекції субтропічних рослин відбувалося з 1865 по 2015 рік з різною періодичністю (табл. 1, рис. 1). У колекції зберігається 68 видів, що інтродуковані з 1865 р. до 1941 р. За період після Другої Світової війни найбільше нових видів введено у колекцію між 1990 та 1999 роками (рис. 1).

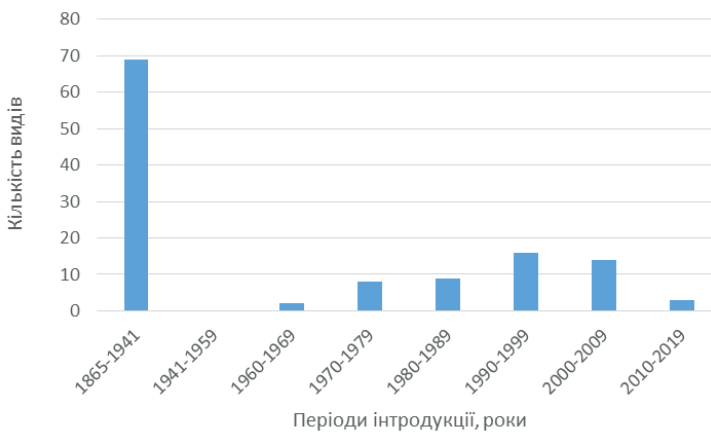


Рис. 1. Динаміка поповнення колекції субтропічних рослин у Великій Пальмовій оранжереї ботанічного саду ОНУ

Посадковий матеріал (насіння, живці, саджанці) отримували з різних ботанічних садів України (Донецького ботсаду НАНУ, Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна ННЦ «Інститут біології та медицини», національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка, Нікітського ботанічного саду НААНУ, ботанічних садів Харківського та Ужгородського національних університетів), Молдови (Ботанічного саду АН Республіки Молдова у Кишиневі), Грузії (Батумського, Сухумського ботанічних садів), Сочинського дендрарію, Ботанічного саду Ботанічного інституту ім. В. Л. Комарова РАН (м. Ленінград), Головного ботанічного саду ім. М. Цицина РАН, Ботанічного саду МГУ (м. Москва). Також матеріал надходив з розсадників та ботанічних садів Європи (Іспанії, Італії, Нідерландів, Німеччини, Польщі, Португалії, Фінляндії, Швейцарії), Африки (Єгипту, Тунісу), Азії (Ізраїлю), Північної Америки (США). Є декілька зразків, отриманих від аматорів м. Одеси. Для «старої колекції» додатково вказуються надходження з Бухареста, Парижа, Сайгона (нині – м. Хошимін у В'єтнамі), Сінгапуру та Мельбурну (але без прив'язки до зразків) [15].

Всього у колекції утримується 493 екземпляри рослин, з них 295 екз. (або 59,8%) входять до складу старої частини колекції, яка формувалася до 1941 р. Вони відносяться до 66 видів і 2 форм. Найбільші 12 екземплярів утримуються у ґрунтовій культурі, інші рослини розміщені у контейнерах різного розміру.

Успішність інтродукції за ознаками репродуктивного розвитку рослин найвища (10 балів) у трьох видів: *Chamaerops humilis*, *Elaeagnus pungens*, *Sabal palmetto*. Ще 26 видів та 1 форма дають схоже насіння (9 балів, табл. 1). Тобто ці 30 рослин (24,8%) виявили високу пристосованість до умов оранжереї і можуть широко використовуватися в озелененні у захищеному ґрунті. Такий самий показник отриманий для субтропічних рослин в оранжереях Донецького ботанічного саду [6]. Частка видів з несхожим насінням та видів, що цвітуть, але насіння не утворюють, становить 39,7%, зовсім не цвітуть 35,5% видів.

Найбільш цінними у колекції є 12 найстаріших екземплярів, які зберігаються з часів заснування університету і яким зараз більше ніж 160 років: це 2 екз. *Agava americana*, 2 екз. *Cycas revoluta*, 2 екз. *Magnolia grandiflora* та по одному зразку *Araucaria columnaris*, *Chamaerops humilis*, *Ficus pumila*, *Livistona chinensis*, *L. australis*, *Musa x parasidiaca*. Подією в утриманні найбільш цінних рослин було те, що у 2016 р. вперше утворилися генеративні органи на чоловічий особині *Cycas revoluta* (пізніше це відбувалося регулярно), а у 2023 р. вперше – на жіночій. Проведення штучного запилення дозволило отримати схоже насіння, що є досить рідкісним для цього виду в умовах закритого ґрунту.

У колекції можна побачити незвичні для помірного клімату життєві форми рослин, деякі метаморфози вегетативних органів, познайомитися з 76 лікарськими, 66 харчовими рослинами Земної кулі, 51 видом, що покращує середовище та не менше ніж з 76 видами, що мають інше господарське використання в різних країнах світу [34, 35].

У колекції зберігається 6 видів, що у природі (*in situ*) потребують охорони на глобальному рівні: *Beaucarnea recurvata* (знаходиться у критичному стані – CR), *Chrysalidocarpus lutescens* (у стані, близькому до загрозливого – NT), *Cneorum tricoccon* (вразливий – VU), *Cycas circinalis* (у стані загрози – EN), *Cyperus papyrus* (для Середземномор'я – VU), *Jacaranda mimosifolia* (VU) [30]. Один вид – *Ruscus hypoglossum* – дико зростає в Україні на південному березі Криму, його включено до Червоної книги України як рідкісний реліктовий середземноморський вид на північній межі ареалу [16, 25].

Висновки

1. Колекція субтропічних рослин у Великій Пальмовій оранжереї включає 115 видів судинних рослин з 48 родин та 88 родів. Провідною є родина *Arecaceae* (14 видів), найбільш численні роди – *Brachychiton* та *Pittosporum* з 4 видами кожен.

2. Майже половину колекції складають дерева (54 види; 47,0%), на другому місці кущі (24 види; 20,9%). Значна участь багаторічних трав'янистих рослин (22 види; 19,1%). Також є 8 видів напівкущів (7,0%) та 7 видів ліан (6,1%).

3. У колекції присутні представники всіх шести флористичних царств Земної кулі. Більше всього видів походить з Голарктичного царства (52; 45,2% всього списку); на другому місці – Палеотропіс (30 видів; 26,0%), на третьому – Неотропіс (25 видів; 21,7%), на четвертому з близькими показниками – Аустраліс (23 види; 20,0%). З Капського царства походять 7 видів, з Голарктичного – 2.

4. Колекція поповнювалася з 1865 по 2015 рік з різною періодичністю. До її старої частини, яка створювалася до 1941 року, належить 56,2% видів та 60% екземплярів. 44,8% видів та 40,0% екземплярів введено у колекцію з 1963 по 2015 рік, найбільше – у період з 1990 по 1999 рік. Достовірно окреслити джерела постачання посадкового матеріалу можливо лише для більш молодій частини колекції. З 1963 по 2015 роки насіння, живці, саджанці отримували з 6 ботанічних садів України, 6 ботанічних садів і дендрарію трьох країн близького та 11 країн далекого зарубіжжя.

5. Найкращі результати інтродукції спостерігаються у трьох видів, які дають самосів (*Chamaerops humilis*, *Elaeagnus pungens*, *Sabal palmetto*). Високу пристосованість до умов оранжереї виявили 24,8% видів, які утворюють схоже насіння. Частка видів з несхожим насінням та видів, що цвітуть, але насіння не утворюють, становить 39,7%, зовсім не цвітуть 35,5% видів.

6. У колекції 12 рослин мають вік більше ніж 160 років: *Agava americana*, *Cycas revoluta*, *Magnolia grandiflora* (по 2 екз.), *Araucaria columnaris*, *Chamaerops humilis*, *Ficus pumila*, *Livistona chinensis*, *L. australis*, *Musa x parasidiaca* (по 1 екз.).

7. В колекції можна ознайомитися з 76 видами лікарських, 66 харчових, 51 агрофітомеліоративних рослин. 76 видів відомі за іншими напрямками господарського використання.

8. До Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи включено 6 видів, що потребують охорони на глобальному рівні: *Beaucarnea recurvata*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Cneorum tricoccon*, *Cycas circinalis*, *Cyperus papyrus*, *Jacaranda mimosifolia*. Один вид – *Ruscus hypoglossum* – занесений до Червоної книги України.

Стаття надійшла до редакції 23.04.2025

Список використаної літератури

1. Бонещкий А. С., Возианова Н. Г., Любимова Н. С., Пилига С. А., Оселедченко Т. А. Пополнение коллекции декоративно-лиственных тропических и субтропических растений. *Мат-лы конф., посвящ. 70-летию ботанического сада ПДАА*. Каменец-Подольск, 2002. С. 43-47.
2. Ботанічний сад ім. акад. О. В. Фоміна. Каталог рослин. Природно-заповідні території України. Рослинний світ. Вип. 7. Київ: Фітосоціоцентр, 2007. 320 с.
3. Возианова Н. Г., Любимова Н. С., Оселедченко Т. А., Пилига С. А., Рыжко В. Е. Коллекция тропических и субтропических растений ботанического сада ОНУ. *Геоэкологические и биозоологические проблемы Северного Причерноморья: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф.* (Тирасполь, 28-30 марта 2001 г.). Тирасполь, РИО ПГУ – ЭКОДНЕСТР, 2001. С. 57-58.
4. Возианова Н. Г., Любимова Н. С., Оселедченко Т. А., Пилига С. А., Степанова Е. И. Коллекция тропических и субтропических растений, используемых озеленении и ее пополнение. *Сучасні проблеми*

- інтродукції рослин та збереження біорізноманіття екосистем: Мат-ли міжнар. наук. конф., присвяч. 125-річчю ботанічного саду Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. Чернівці: Рута, 2002. С. 152-154.*
5. Возианова Н. Г., Пилога С. А., Любимова Н. С., Оселеченко Т. А., Степанова Е. И. Коллекция тропических и субтропических растений ботанического сада ОНУ: прошлое и настоящее. *Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст. курортних та рекреаційних зон: Мат-ли міжнар. конф., присвяченої 135-річчю ботанічного саду ОНУ ім. І. І. Мечникова. Ч. 1. Одеса, 2002. С. 43-47.*
 6. Горнищкая И. П., Ткачук Л. П. Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины. Т. 1. Донецк : Донбасс, 1999. 304 с.
 7. Жаренко А. З., Бонещий А. С., Филатова С. А. Ботанический сад Одесского университета: справочник-путеводитель. Киев – Одесса: Вища школа, 1980. 56 с.
 8. Жаренко А. З., Точидловская К. И. Путеводитель по ботаническому саду Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова. Киев : Изд-во Киевского гос. ун-та им. Т. Г. Шевченко. 1956. 88 с.
 9. Каталог растений Ботанического сада Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара. / В.Ф.Опанасенко [и др.]. Д.: Лира, 2015. 228 с.
 10. Каталог растений Криворожского ботанического сада : справ. пособие / Л. И. Бойко [и др.] ; ред. А. Т. Гревцова ; НАН Украины, Криворож. ботан. сад. К. : Фитосоцицентр, 2000. 164 с.
 11. Каталог растений Центрального ботанического сада им. Н. Н. Гришко : справ. пособие / Е. В. Афанасьева [и др.] ; ред. Н. А. Кохно ; НАН Украины, Центр. ботан. сад им. Н. Н. Гришко. К. : Наукова думка, 1997. 436 с.
 12. Каталог рослин Кременецького ботанічного саду / Іваницький Р. С., Лісничук А. М., Гнатюк І. А. та ін. Рівне: Дятлик М. С., 2015. 208 с.
 13. Миронюк И. В., Пилога С. А., Чеснокова И. Н. Растения американского происхождения в коллекции ботанического сада ОНУ им. И. И. Мечникова. *Відновлення порушених екосистем: Мат-ли II міжнар. наук. конф. Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2005. С. 265-267.*
 14. Попова О., Пілюга С., Голокоз А. Колекція субтропічних рослин у ботанічному саду Одеського національного університету. *Матеріали XV З'їзду Українського ботанічного товариства* (Івано-Франківськ, 30 вересня – 4 жовтня 2024). Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. С. 105.
 15. Потапенко Г. И. Ботанический сад Одесского государственного университета 1865 г. – 1940 г. (к 75-летию университета). Рукопись. Одесса, 1963. 60 с.
 16. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ) : наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів від 15.02.2021 р. № 111. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (дата звернення 10.04.25).
 17. Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16.06.1992. № 2456-XII. Дата оновлення: 08.01.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 19.04.2025).
 18. Про рослинний світ : Закон України від 09.04.1999. № 591-XIV. Дата оновлення: 15.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/591-14#Text> (дата звернення: 19.04.2025).
 19. Сааков С. Г. Оранжерейные и комнатные растения и уход за ними. Ленинград: Наука, 1983. 622 с.
 20. Сааков С. Г. Пальмы и их культура в СССР. М.-Л.: Наука, 1958. 320 с.
 21. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
 22. Тимофієнко В. І. Бернардацці Олександр Йосипович // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2003. URL : <https://esu.com.ua/article-39463>.
 23. Тимофієнко В. Г. Зодчі України кінця XVIII – початку XX століть: Біографічний довідник. Київ: НДІТІАМ, 1999. 477 с.
 24. Тропічні та субтропічні рослини захищеного ґрунту : монографія / [Капустян В. В. та ін. ; за ред. В. В. Капустяна] ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Ботан. сад ім. О. В. Фоміна. К. : Київський університет, 2005. 224 с.
 25. Червона книга України. Рослинний світ / Відп. ред. Я. П. Дідух. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
 26. Araceae (Palmae). URL : <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/arec.htm> (Дата звернення 20.02.25).
 27. Araceae (Palmae). URL : http://www.dipbot.unict.it/palms/Arec_fam.html (Дата звернення 20.02.25).
 28. Flora of Australia Online. URL : <https://www.dccew.gov.au/science-research/abrs/online-resources/flora-of-australia-online> (дата звернення 20.02.25).
 29. Flora of North America URL : http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10061 (дата звернення 20.02.25)
 30. IUCN Red List. URL : <https://www.iucnredlist.org/> (дата звернення 10.04.2025).

31. Moore Jr., H.E. New Genera and Species of Palmae from New Caledonia. L.H. Bailey Hortorium URL : http://cybertaxonomy.eu/media/palmae/protologe/palm_tc_38309_P.pdf (дата звернення 20.02.2025).
32. Plants of the World Online. URL : <https://powo.science.kew.org/> (дата звернення 20.12.2024).
33. Takhtajan A. Floristic regions of the World. University of California Press, Berkeley, 1986. 522 pp.
34. Useful Temperate Plants Database URL: <https://temperate.theferns.info/> (дата звернення 10.04.25).
35. Useful Tropical Plants Database. URL: <https://tropical.theferns.info/> (дата звернення 10.04.25).
36. Wyse Jackson, P. Experimentation on a large scale – and analysis of the holdings and resources of botanic gardens. BGCNews. 1999. 3(3): 27-30.

О. М. Попова¹, А. В. Голокоз²

¹ Кафедра ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства

² Ботанічний сад

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: olena-popova@ukr.net

КОЛЕКЦІЯ СУБТРОПІЧНИХ РОСЛИН У ВЕЛИКИЙ ПАЛЬМОВИЙ ОРАНЖЕРЕЇ БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Резюме

Вступ. Ботанічний сад Одеського національного університету входить до складу природно-заповідного фонду України загальнодержавного значення з 1963 р. Він має цінну колекцію субтропічних рослин, що зберігається у найстарішій оранжереї ботанічного саду. Але перелік всіх видів колекції досі не наводився та його аналіз окремо не розглядався. Крім того, останнім часом відбуваються особливо активні зміни у номенклатурі та систематиці рослин, які мають бути враховані у діяльності ботанічних садів.

Мета. Метою роботи був аналіз уточненого видового складу з врахуванням сучасної номенклатури колекції субтропічних рослин, що зберігається у Великій Пальмовій оранжереї ботанічного саду ОНУ.

Методи. Видовий склад рослин уточнювався за визначниками та сучасною номенклатурою та систематикою. Застосовані традиційні методи флористичного аналізу. Враховано флористичне районування Земної кулі А. Тахтаджяна, Червоний список міжнародного союзу охорони природи, Червона книга України.

Головні результати. Виявлено, що, за сучасною номенклатурою, у Великій Пальмовій оранжереї утримується 115 видів судинних рослин з 48 родин та 88 родів. Провідною родиною є *Arecaceae* (14 видів), провідними родами – *Brachychiton* та *Pittosporum* (по 4 види). 74,8% колекції представлені деревними формами, у тому числі 54 видами дерев та 24 видами кущів. За природними ареалами у системі флористичного районування Земної кулі А. Тахтаджяна переважають рослини субтропічних регіонів Голарктичного царства (52 види, 45,2%). Всього у колекції утримується 493 екземпляри рослин. Колекція включає 68 видів, що інтродуковані з 1865 р. до 1941 р., 12 екземплярів віком більше 160 років та 7 созофітів глобального та державного рівня.

Висновки. У колекції представлені рослини всіх шести флористичних царств Земної кулі. Колекція поповнювалася з 1865 по 2015 рік з різною періодичністю: до 1941 р. до неї потрапили 56,2% видів та 60% екземплярів, 44,8% видів та 40,0% екземплярів введено у колекцію з 1963 по 2015 рік, найбільше – у період

з 1990 по 1999 рік. Насіння, живці, саджанці отримували з 6 ботанічних садів України, 6 ботанічних садів і дендрарію трьох країн близького та більше ніж 11 країн далекого зарубіжжя. Найкращі результати інтродукції спостерігаються у трьох видів, які дають самосів (*Chamaerops humilis*, *Elaeagnus pungens*, *Sabal palmetto*). Повний цикл розвитку (з утворенням схожого насіння) проходять 24,8% видів колекції; 15,8% рослин колекції формують квітки, але не зав'язують плодів. У вегетативному стані знаходяться 34,2% видів колекції.

Ключові слова: збереження рослин *ex situ*; закритий ґрунт; ботанічний сад, інтродукція

O. M. Popova¹, A. V. Holokoz²

¹Department of Botany, Plant Physiology and Horticulture

²Botanical Garden

Odesa I. I. Mechnikov National University, 2 Zmiiienka Vsevoloda St,
Odesa 65082, Ukraine, e-mail: olena-popova@ukr.net

COLLECTION OF SUBTROPICAL PLANTS IN THE LARGE PALM GREENHOUSE OF THE BOTANICAL GARDEN OF ODESA NATIONAL UNIVERSITY

Summary

Introduction. The Botanical Garden of Odesa National University has been part of the Nature Reserve Fund of Ukraine of national importance since 1963. It has a valuable collection of subtropical plants, which is stored in the oldest greenhouse of the botanical garden. However, the list of all species of the collection has not yet been provided and its analysis has not been considered separately. In addition, recently there have been particularly active changes in the nomenclature and systematics of plants, which must be taken into account in the activities of botanical gardens.

Aim. The aim of the work was to analyze the specified species composition, taking into account the modern nomenclature of the collection of subtropical plants, stored in the Large Palm Greenhouse of the Botanical Garden of ONU.

Methods. The species composition of plants was specified according to determinants and modern nomenclature and systematics. Traditional methods of floristic analysis were applied. The floristic zoning of the globe by A. Takhtadzhyan, Red List of the International Union for Conservation of Nature, Red Book of Ukraine were taken into consideration.

Main results. It was found that, according to modern nomenclature, the Great Palm Greenhouse contains 115 species of vascular plants from 48 families and 88 genera. The leading family is Arecaceae (14 species), the leading genera being *Brachychiton* and *Pittosporum* (4 species each). 74.8% of the collection is represented by woody forms, including 54 species of trees and 24 species of shrubs. By natural habitats, in the system of floristic zoning of the globe of A. Takhtadzhyan, plants of the subtropical regions of the Holarctic kingdom prevail (52 species, 45.2%). In total, the collection contains 493 specimens of plants. The collection includes 68 species introduced from 1865 to 1941, 12 specimens over 160 years old and 7 sozophytes of global and state level.

Conclusions. The collection presents plants of all six floristic kingdoms of the globe. The collection was replenished from 1865 to 2015 with different periodicity: by 1941, 56.2% of species and 60% of specimens were added to it, 44.8% of species and 40.0% of specimens were added to the collection from 1963 to 2015, most of them – in the period from 1990 to 1999. Seeds, cuttings, seedlings were obtained from 6 botanical gardens of Ukraine, 6 botanical gardens and arboretums of three countries of the near and more than 11 countries of the far abroad. The best results of introduction are observed in three species that produce self-seeding (*Chamaerops humilis*, *Elaeagnus pungens*, *Sabal palmetto*). 24.8% of the collection species undergo a full development cycle (with the formation of similar seeds); 15.8% of the plants of the collection form flowers, but do not set fruits. 34.2% of the species of the collection are in a vegetative state.

Key words: *ex situ* plant conservation; closed soil; botanical garden, introduction

References

1. Bonetskiy A. S., Vozianova N. G., Lyubimova N. S., Pilyuga S. A., Oseledchenko T. A. (2002). Popolneniye kollektzii dekorativno-listvennykh tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy. *Mat-ly konf., posvyashch. 70-letiyu botanicheskogo sada PDAA. Kamenets-Podol'sk* [in Russian].
2. Solomakha V. A. (Ed.) (2007). Botanichnyy sad im. akad. O. V. Fomina. Katalog roslyn. [O.V. Fomin Botanical Garden. Catalog of plants.]. *Pryrodno-zapovidni terytoriyi Ukrainy. Roslynnyy svit. Vyp. 7. Fitosotsiotsentr* [in Ukrainian].
3. Vozianova N. G., Lyubimova N. S., Oseledchenko T. A., Pilyuga S. A., Ryzhko V. Ye. (2001). Kolleksiya tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy botanicheskogo sada ONU. [Collection of tropical and subtropical plants of the ONU Botanical Garden]. *Geoekologicheskkiye i bioekologicheskkiye problemy Severnogo Prichernomor'ya: Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Tiraspol', 28-30 marta 2001 g.)*. Tiraspol', RIO PGU – EKODNESTR [in Russian].
4. Vozyanova N. H., Lyubymova N. S., Oseledchenko T. A., Pilyuha S. A., Stepanova E. Y. (2002). Kolleksiya tropicheskikh y subtropicheskikh rasteniy, yspolzuyemykh ozeleneniy y ee popolneniye. [Collection of tropical and subtropical plants used in landscaping and its replenishment]. *Suchasni problemy introduktsiyi roslin ta zberezheniya bioriznomanitnya ekosystem: Mat-ly mizhnar. nauk. konf., prysvyach. 125-richyuu botanichnoho sadu Chernivets'koho natsional'noho universytetu im. YU. Fed'kovycha. Ruta* [in Russian].
5. Vozyanova N. H., Pilyuha S. A., Lyubymova N. S., Oseledchenko T. A., Stepanova E. Y. (2002). Kolleksiya tropicheskikh y subtropicheskikh rasteniy botanicheskogo sada ONU: proshloe y nastoyashchee. [Collection of tropical and subtropical plants of the ONU Botanical Garden: past and present.]. *Rol' botanichnykh sadiv v zelenomu budivnytstvi mist. kurortnykh ta rekreatsinykh zon: Mat-ly mizhnar. konf., prysvyachenoyi 135-richyuu botanichnoho sadu ONU im. I. I. Mechnikova. Ch.1* [in Russian].
6. Gornitskaya I. P., Tkachuk L. P. (1999). *Itogi introduktsii tropicheskikh i subtropicheskikh rasteniy v Donetskom botanicheskoy sadu NAN Ukrainy*. [Results of introduction of tropical and subtropical plants in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. T. 1. Donbass [in Russian].
7. Zharenko A. Z., Bonetskiy A. S., Filatova S. A. (1980). *Botanicheskyy sad Odesskogo universiteta: spravochnik-putevoditel'*. [Botanical Garden of Odesa University: reference book and guide.]. Vishcha shkola [in Russian].
8. Zharenko A. Z., Tochilovskaya K. I. (1956). *Putevoditel' po botanicheskomy sadu Odesskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. I. Mechnikova*. [Guide to the Botanical Garden of the Odesa I. I. Mechnikov State University]. Izd-vo Kiyevskogo gos. unta im. T. G. Shevchenko [in Russian].
9. Opanasenko V. F., Kabar A. N., Martynova N. V., Rusetskaya L. L., Domnitskaya I. L., Bilyk I. V., Lomyga L. L., Zamyatina L. P. (2015). *Katalog rasteniy Botanicheskogo sada Dnepropetrovskogo natsional'nogo universiteta imeni Olesya Gonchara*. [Catalogue of plants of the Botanical Garden of Oles Honchar Dnipropetrovsk National University]. Lira. [in Russian].
10. Grevtsova A. T. (Ed.) (2000). *Katalog rasteniy Krivorozhskogo botanicheskogo sada : sprav. posobiye* [Catalogue of plants of the Krivoryg Botanical Garden: reference manual]. NAN Ukrainy, Krivorozh. botan. sad. Fitosotsiotsentr [in Russian].
11. Kokhno N. A. (Ed.) (1997). *Katalog rasteniy Tsentral'nogo botanicheskogo sada im. N. N. Grishko : sprav. posobiye* [Catalogue of plants of the Central Botanical Garden named after N. N. Grishko: reference manual]. NAN Ukrainy, Tsentr. botan. sad im. N. N. Grishko. Naukova dumka [in Russian].

12. Ivanyts'kyi R. S., Lisnichuk A. M., Hnatyuk I. A., Kubins'kyi M. S., Mel'nychuk O. A., Onuk L. L., Panasenko R. S., Skoroplyas I. O., Skagal's'ka O. I. (2015). *Kataloh roslyn Kremenets'koho botanichnoho sadu* [Catalog of plants of the Kremenets Botanical Garden]. Dyatlyk M. S. [in Ukrainian].
13. Mironyuk I. V., Pilyuga S. A., Chesnokova I. N. (2005). Rasteniya amerikanskogo proiskhozhdeniya v kollektsii botanicheskogo sada ONU im. I. I. Mechnikova. [Plants of American origin in the collection of the Botanical garden of I. I. Mechnikov ONU.]. *Vidnovlennya porushenikh yekosistem: Mat-li II mizhnar. nauk. konf. TOV «Lebid'»* [in Russian].
14. Popova O., Pilyuha S., Holokoz A. (2024). Kolektsiya subtropichnykh roslyn u botanichnomu sadu Odes'koho natsional'noho universytetu. [Collection of subtropical plants in the botanical garden of Odesa National University]. *Materialy XV Z'yzdu Ukrayins'koho botanichnoho tovarystva* (Ivano-Frankivs'k, 30 veresnya – 4 zhovtnya 2024). Vydavnychyy dim «Hel'vetyka» [in Ukrainian].
15. Potapenko G. I. (1963). *Botanicheskii sad Odesskogo gosudarstvennogo universiteta 1865 g. – 1940 g. (k 75-letiyu universiteta)*. [Botanical Garden of Odesa State University 1865 – 1940 (for the 75th anniversary of the university)]. Rukopis'. Odesa [in Russian].
16. *Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv roslyn ta hrybiv, shcho zanosyatsia do Chervonoï knyhy Ukrainy (roslynnyi svit), ta vydiv roslyn ta hrybiv, shcho vykliucheni z Chervonoï knyhy Ukrainy (roslynnyi svit)* [About the confirmation of overgrowth of species of plants and mushrooms that are included in the Red Book of Ukraine (Plant world), and types of plants and mushrooms that are included in the Red Book of Ukraine (Plant world)]: nakaz Ministerstva zakhystu dovykillia ta pryrodnykh resursiv vid 15.02.2021 r. No. 111. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> [in Ukrainian].
17. *Pro pryrodno-zapovidnyy fond Ukrainy* [On the Nature Reserve Fund of Ukraine]: Zakon Ukrayiny vid 16.06.1992. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
18. *Pro roslinnyi svit* [On the Plants]: Zakon Ukrayiny vid 09.04.1999. № 591-XIV. Data onovlennya: 15.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/591-14#Text> (data zvernennya: 19.04.2025). [in Ukrainian].
19. Saakov S. G. (1983) *Oranzhereynye i komnatnye rasteniya i ukhod za nimi*. [Greenhouse and indoor plants and their care]. Nauka [in Russian].
20. Saakov S. G. (1958). *Pal'my i ih kul'tura v SSSR* [Palm trees and their culture in the USSR]. Nauka [in Russian].
21. Serebryakov I. G. (1962) *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy. Zhiznennyye formy pokrytosemennyykh i khvoynykh*. [Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperms and conifers]. Vysshaya shkola [in Russian].
22. Tymofiyenko V. I. (2003) Bernardatsti Oleksandr Yosypovych [Bernardatsti Oleksandr Iosypovych]. *Entsyklopediya Suchasnoyi Ukrainy* [Encyclopedia of Modern Ukraine] [Elektronnyy resurs] / Redkol.: I. M. Dzyuba, A. I. Zhukov's'kyi, M. H. Zheleznyak [ta in.]; NAN Ukrayiny, NTSH. Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen' NAN Ukrayiny. Rezhym dostupu: <https://esu.com.ua/article-39463> [in Ukrainian].
23. Tymofiyenko V. H. (1999) *Zodchi Ukrainy kintsya XVIII – pochatku XX stolit'*: *Biohrafichnyy dovidnyk* [Architecture of Ukraine of the late 18th – early 20th centuries: Biographical guide]. NDITIAM [in Ukrainian].
24. Kapustyan V. V. (Ed.) (2005). *Tropichni ta subtropichni roslyny zakhyshchenoho gruntu : monohrafiya* [Tropical and subtropical plants of protected soil: monograph]. Kyiv. nats. un-t im. T. Shevchenka, Botan. sad im. O. V. Fomina. Kyiv's'kyi universytet [in Russian].
25. Didukh, Ya. P. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* [Red Data Book of Ukraine. Plants] Hlobalkonsal'tynh [in Ukrainian].
26. Araceae (Palmae). URL : <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/arec.htm> (data zvernennja 20.02.25).
27. Araceae (Palmae). URL : http://www.dipbot.unict.it/palms/Arec_fam.html (data zvernennja 20.02.25).
28. Flora of Australia Online. URL : <https://www.dccew.gov.au/science-research/abrs/online-resources/flora-of-australia-online> (data zvernennja 20.02.25).
29. Flora of North America URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10061 (data zvernennja 20.02.25).
30. IUCN Red List. URL : <https://www.iucnredlist.org/> (data zvernennja 10.04.2025).
31. Moore Jr., H.E. New Genera and Species of Palmae from New Caledonia. L.H. Bailey Horatorium URL : http://cybertaxonomy.eu/media/palmae/protologe/palm_tc_38309_P.pdf (data zvernennja 20.02.2025).
32. Plants of the World Online. URL : <https://powo.science.kew.org/> (data zvernennja 20.12.2024).
33. Takhtajan A. (1986) Floristic regions of the World. University of California Press, Berkeley. 522 pp.
34. Useful Temperate Plants Database URL: <https://temperate.theferns.info/> (data zvernennja 10.04.25).
35. Useful Tropical Plants Database. URL: <https://tropical.theferns.info/> (data zvernennja 10.04.25).
36. Wyse Jackson, P. (1999). Experimentation on a large scale – and analysis of the holdings and resources of botanic gardens. BGCNews. 3(3): 27-30.

[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337317](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337317)

УДК 582.282+582.284(477.74)

Ф. П. Ткаченко¹, д.б.н., професор; <https://orcid.org/0000-0001-5769-5120>

О. О. Ковтун², к.б.н., завідувач; <https://orcid.org/0000-0001-8820-5606>

Л. В. Левчук³, к.б.н., директорка; <https://orcid.org/0009-0004-0345-9041>

О. М. Попова¹, к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0003-2995-6543>

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

¹кафедра ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства,

²Гідробіологічна станція,

³Ботанічний сад; вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: tvf@ukr.net

РІЗНОМАНІТТЯ МАКРОМІЦЕТІВ БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ТА СУМІЖНИХ ПАРКОВИХ ЗОН ОДЕСИ

В роботі наведена еколого-таксономічна характеристика 70 видів макроміцетів, зібраних в Ботанічному саду Одеського національного університету і суміжних паркових зон Одеси. З них 8 видів є рідкісними для України, 24 – новими для Правобережного Злакового Степу і 33 – для парків Одеси. У складі виявленої мікобіоти домінували представники порядків Agaricales (47 видів), Polyporales (7), Boletales (5) і Russulales (4). Інші порядки містили 1-2 види. Переважаючими трофічними групами грибів парків були ксилотрофи, другу позицію посідали гумусові сапротрофи і третю – мікоризні гриби.

Ключові слова: біорізноманіття, гриби, приморські парки, Одеса.

Вступ. Антропогенні екосистеми є важливим компонентом урбанізованих територій. Це зумовлює їх соціальне значення, необхідність дослідження та збереження [30]. В підтриманні життя цих штучних екосистем помітну роль відіграє гетеротрофний блок за участю макроміцетів. Вони беруть участь в утилізації органічного опаду, рециклінгу органічних і мінеральних речовин, продукуванні біологічно активних сполук, багато з них також є мікоризоутворювачами, тому їх дослідженню приділяється велика увага як в Україні, так і в європейських країнах [30; 34 - 36].

Даних відносно макроміцетів зелених насаджень міста Одеси відомо небагато [2, 19-22]. Всього у цих роботах є згадки про 57 видів макроміцетів. В Ботанічному саду ОНУ також досліджувалися деякі групи паразитичних мікроскопічних грибів. Зокрема, серед борошнисторосяних тут виявлено 47 видів [12], а серед пероноспорівих – 15 [13]. З'ясовували зміну складу мікроміцетів ризосфери деяких видів рослин Ботанічного саду ОНУ під впливом внесення в ґрунт гриба антагоніста *Penicillium roseo-purpureum* Diercks. Всього тут було виявлено 30 видів ґрунтових мікроміцетів [17]

Метою даної роботи було виявлення біорізноманіття макроміцетів Ботанічного саду ОНУ і суміжних приморських паркових зон м. Одеси та оцінка їх трофічного статусу.

Матеріали та методи дослідження

Досліджувані території. Мікологічні дослідження проводили на території Ботанічного саду ОНУ та в поряд розташованих парках санаторіїв імені Чкалова, «Аркадія» і приморській лісопарковій зоні, їх загальна площа становить біля 60 га (рис. 1). Згідно геоботанічного районування України [6], Одеса знаходиться в Одеському окрузі злакових та полиново-злакових степів, засолених луків і рослинності карбонатних відслонень. Щодо поширення грибів, то це район «Правобережного Злакового Степу» [5]. Для цього сухо-степового регіону характерним є невелика річна кількість опадів (340–450 мм) і нерівномірність їх випадіння упродовж року, максимальна в осінньо-зимовий період. Зазвичай літо сухе і жарке, а зима відносно м'яка. Суттєвий вплив на прибережну частину території також здійснює море, яке певною мірою згладжує термічні коливання та зміни вологості. Приморські міські парки Одеси, так само як і територія Ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (далі ОНУ), мають вже досить давню історію. Їх створення відбулося ще в 70 – 80-их роках XIX століття [15]. За цей час тут сформувався відповідний рослинний покрив з елементами степової та лісової рослинності. Це штучні лісонасадження зі змішаним складом деревних та кущових рослин, представлених в основному інтродуцентами з країн помірного клімату Європи, Азії і Північної Америки та декількох видів аборигенної флори. У трав'янистому покриві переважають зонально степові види і деякі інтродуценти, які «втекли» з контрольованих ділянок. Значний відсоток тут також становлять різні за походженням бур'яни. Поряд з цим, зустрічаються в парках і деякі види трав'янистих рослин з типових лісових екосистем. На значних площах парків ґрунт під деревами вкритий плющем звичайним (*Hedera helix* L.) та колхідським (*H. colchica* C. Koch.) Хоча досліджувані території доглянуті, проте тут присутні чимало пнів та колод спиляних сухих дерев, які є сприятливим субстратом для розвитку ксилотрофів. На старих відмираючих деревах розвиваються паразитичні види ксилотрофів. На узбіччі парків складається опале листя, подрібнені гілки, які після утворення своєрідного перегною-компосту використовуються як мульча і органічне добриво для рослин парків. Одночасно цей субстрат є дуже сприятливим для розвитку деяких видів макроміцетів. Безумовно, найбільш флористично багатою є територія Ботанічного Саду ОНУ як центр інтродукції, акліматизації і випробування різних видів рослин з багатьох куточків світу (всього тут зростає біля 800 видів і форм деревинно-кущових рослин, з них 135 видів і форм хвойних) [8].

Збір і ідентифікація грибів. В ході маршрутних обстежень грибів протягом вегетаційного періоду 2024 р. здійснювали збір матеріалу за загальноприйня-



Рис. 1. Картосхема району дослідження
(А – Україна; В – Одеса; С – досліджувані дендропарки).

тою методикою [7]. Плодові тіла грибів фотографували в природній обстановці. Аналізували зібрані гриби за такими морфологічними ознаками як форма, розміри, колір, запах, тип гіменофору і велуму та ін. Мікроструктури грибів досліджували в лабораторних умовах з використанням світлового мікроскопу Carl Zeiss RF 2 (Німеччина). За необхідності використовували кольорові реакції м'якоти плодових тіл грибів [7]. Всього зібрано біля 100 плодових тіл грибів. Гербарні зразки передані в приватну колекцію Ботанічного саду ОНУ. Ідентифікацію грибів здійснювали за визначниками [9, 10] та іншою довідковою літературою [14, 18, 24, 25, 27-29, 31-33].

Трофічний статус виявлених видів грибів встановлювали за відомими літературними даними [1, 4, 11, 16]. Використали такі скорочення: Ну – гумусовий

сапротроф; Ks – ксилотроф; Ps – підстилковий сапротроф; St – симбіотроф (мікоризний).

В роботі представлена класифікація макроміцетів, прийнята в *Index fungorum* [26] (дата звернення – 25.03.2025 р.). За цим довідковим зведенням також уточнювалася латинська назва і авторство видів. Українські назви видів представлені за [16]. В анотованому списку видів грибів усі таксони наведені за абетковим порядком.

Результати досліджень та їх обговорення. Всього в період наших досліджень в приморських дендропарках м. Одеси було виявлено 70 видів макроміцетів. Вони належали до 48 родів, 30 родин, 11 порядків і 2 класів. Домінував клас Agaricomycetes – 69 видів (98,6%). Агарикоїдні гриби були представлені 53 видами, афілофороїдні – 9, тремелоїдні – 3. Найбільшими порядками (за числом родин, родів і видів) були Agaricales (16 родин, 30 родів, 47 видів), Polyporales (3 родини, 6 родів, 7 видів), Boletales (3 родини, 5 родів, 5 видів) та Russulales (2 родини, 2 роди, 4 види), які разом становили 89,4% від числа виявлених видів грибів. Це перше узагальнення щодо біорізноманіття макроміцетів в Ботанічному саду ОНУ і приморських парків Одеси.

Нижче наводимо систематизований анотований список видів грибів із вказанням їх трофічних уподобань, місцезнаходження і дати плодоношення.

ASCOMYCOTA

PEZIZOMYCETES O.F. Friks. & Winka

PEZIZALES J. Schrot.

Pyronemataceae Corda

Geopora Harkn.

G. sumneriana (Cooke ex Phillips) M. Torre – Геопора Сумнера. Ну, St, Бс, під кедрами, 10.04.2024.

BASIDIOMYCOTA

BASIDIOMYCETES G. Winter 80

AGARICALES Underw.

Agaricaceae Chevall.

Agaricus L.

arvensis Schaeff. – Печериця польова, Ну, в усіх парках, 20.09.2024

A. augustus Fr. – Печериця серпнева, Ну, Бс, 7.08.2024.

A. bresadolanus Bohus – Печериця Брезадоли, Ну, Бс, 11.09.2024.

A. campestris L. – Печериця лугова, Ну, ПЧк, Бс., 15.08.2024

A. litoralis (Wakef. & Pearson) Pilat – Печериця прибережна, Ну, ПАрк, 15.09.2024.

A. xanthodermus Genev. – Печериця жовтоко́ра, Ну, Бс, ПАрк, 8.09.2024.

Coprinus Pers.

C. comatus (O.F. Mull.) Pers. – Гнойовик білий, Ну, в усіх парках, 14.08.2024.

Crucibulum Tul. & C. Tul.

C. crucibuliforme (Scop.) V.S. White – Келишок гладенький, Ну, Кс, в усіх парках, 7.12.2024.

***Cyathus* Haller**

C. olla (Batsch.) Pers. – Гриб-келишок Олла. Ну, Кс, в усіх парках, 28.12.2024

***Lepiota* (Pers.) Gray**

L. cristata (Bolton) P. Kumm. – Гриб-зонтик гребінчастий, Ну, в усіх парках, 21.08.2024.

***Leucocoprinus* Pat.**

L. leucothites (Vittad.) Redhea – Білопечериця рум'яніюча, Ну, в усіх парках, 20.07.2024.

L. sublittoralis (Kuhner ex Singer) Migl. & Donato – Білопечериця прибережна, Ну, ПЧк, 20.07.2024.

***Macrolepiota* Singer**

M. procera (Scop.) Singer – Гриб-зонтик великий, Ну, в усіх парках. 12.09.2024.

***Macropsalliota* Kun L., Jia Y. Lin & Zhu L. Yang**

M. americana (Peck) Kun L., Jia Y. Lin & Zhu L. Yang – Білопечериця американська, Ну, Бс., 20.07.2024.

***Amanitaceae* E.-J. Gilbert**

***Saproamanita* Redhead, Vizzini, Drehmel & Contu**

S. vittadinii (Moretti) Redhead, Vizzini, Drehmel et Contu – Мухомор Віттадіні, Ну, Бс, 12.08.2024.

***Clitocybaceae* Vizzini, Consiglio & V. Varchetti**

***Clitocybe* (Fr.) Staude**

C. dealbata (Souwerby) P. Kumm. – Клітоцибе вибілений, Бс, ПЧк, Ps, 09.10.2024

***Collybia* (Fr.) Staude**

C. personata (Fr.) Z.M. He & Zhu L. Yang – Лепіста ліловонога, Ну, в усіх парках, 17.11.2024.

***Mycena* (Pers.) Roussel**

M. atroalba (Bolton.) P. Karst. – Міцена чорно-біла, Ну, Бс, 17.11.2024.

M. capillaris (Schumach.) P. Kumm. – Міцена капілярна, Ps, Бс, ПЧк, 10.12.2024.

M. galopus (Pers.) P. Kumm. – Міцена молочна, Ps, Бс, ПЧк, 17.11.2024. 2024.

M. meliigena (Berk. & Cooke) Sacc. – Міцена мелієва, Кс, Бс, ПЧк, 10.09.2024.

M. polygramma (Bull.) Gray – Міцена смугастонога, Кс, в усіх парках. 3.10.2024

***Entolomataceae* Kotl. & Pouzar**

***Entoloma* (Fr.) P. Kumm.**

E. clypeatum (L.) P. Kumm. – Ентолома садова, St, в усіх парках, 17.06.2024.

***Fistulinaceae* Lotsy**

***Fistulina* Bull.**

F. hepatica (Schaeff.) With. – Печіночниця звичайна, Кс, ПЧк, 15.08.2024

***Galeropsidaceae* Singer**

***Panaeolus* (Fr.) Quel.**

P. foenisecii (Pers.) Maire – Панеоліна сінокосна. Ну, Бс, 5.08.2024.

***Inocybaceae* Julich**

***Pseudosperma* Matheny & Esteve-Rav.**

P. rimosum (Bull.) Matheny & Esteve-Rav. – Іноцибе волокнистий, Ну, в усіх парках. 22.08. 2024.

***Lyophyllaceae* Julich**

***Hypsizygus* Zinger**

H. ulmarius (Bull.) Redhead – Гіпсизігус в'язовий, Кс, Бс, 25.11.2024

***Marasmiaceae* Roze ex Kühner**

***Marasmius* Fr.**

M. epiphyllus (Pers.) Fr. – Негниючник листовий, Ps, в усіх парках, 10.12.2024.

M. oreades (Bolton) Fr. – Опеньок лучний, Ну, в усіх парках, 10.12.2024.

***Physalacriaceae* Corner**

***Flammulina* P. Karst.**

F. velutipes (Curtis) Singer – Зимовий опеньок, Кс, в усіх парках, 10.12.2024.

***Strobilurus* Singer**

S. stephanocystis (Kühner & Romagn. ex Hora) Singer – Стробілюрус шпагатоногий, Кс, Бс, 17.04.2024.

***Pleurotaceae* Kühner**

***Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.**

P. ostreatus (Jacq.) P. Kumm. – Глива звичайна, Кс, в усіх парках, 15.12.2024

***Pluteaceae* Kotl. & Pouzar**

***Pluteus* Fr.**

P. cervinus (Schaeff.) P. Kumm. – Плютей оленячий, Кс, Бс, ПЧк, 09.10.2024.

***Volvariella* Speg.**

V. bombycina (Schaeff.) Singer – Вольварієла шовковиста, Кс, ПЧк, 9.08.2024.

***Psathyrellaceae* Bilgalys, Moncalvo & Redhead**

***Candolleomyces* D. Wächt. & Melzer**

C. candolleanus (Fr.) Wächt. & Melzer – Псатірела Кандоля, Ну, в усіх парках. 20.09. 2024.

***Coprinellus* P. Karst.**

C. disseminatus (Pers.) J. E. Lange – Гнойовичок розсіяний, Кс, в усіх парках, 15.08.2024.

C. domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – Гнойовичок домашній, Кс, Бс, ПЧк, 15.10.2024.

C. micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – Гнойовичок мерехтливий, Кс, в усіх парках, 10.09.2024.

***Coprinopsis* P. Karst.**

C. atramentaria (Bull.) Redhead, Vilgalis et Moncalvo – Гнойовик сірий, Ну, Бс, ПЧк, Плз. 12.09.2024.

C. cinerea (Schaeff.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo – Гнойовик звичайний, Ну, Бс, ПЧк, Плз. 12.09.2024.

C. picacea (Bull.) Redhead, Vilgalis et Moncalvo – Гнойовик сорочий, Ks, Бс, 12.10.2024

***Narcissea* D. Wacht & A. Melzer**

N. ephemeroides (DC.) T. Bau, L.y. Zhu & M. Huang – Гнойовик недовговічний, Hu, в усіх парках, 25.09.2024.

***Schizophyllaceae* Quel.**

***Schizophyllum* Fr.**

S. commune Fr. – Шизофіл звичайний, Ks, в усіх парках, 15.12.2024

***Strophariaceae* Singer & A.N. Sm.**

***Pholiota* (Fr.) P. Kumm**

P. aurivella (Batsch.) P. Kumm. – Фоліота золотиста, Ks, Бс, 19.08.2024.

***Tricholomataceae* R. Heim ex Pouzar**

***Tricholoma* (Fr.) Staude**

T. albobrunneum (Pers.) P. Kumm. – Рядовка біло-коричнева, St, Бс, ПЧк, 5.10.2024.

T. atrosquamosum Sacc. – Рядовка чорно-луската, St, Бс, 12.07.2024.

T. portentosum (Fr.) Quel. – Рядовка сіра, St, Бс, ПАрк, 10.09.2024.

AURICULARIALES Bromhead

***Auriculariaceae* Fr.**

***Auricularia* Bull.**

A. auriculae-judae (Bull.) Quel. – Аурикулярія вухоподібна, Ks, в усіх парках, 3.11.2024.

A. mesenterica (Dicks.) Pers. – Аурикулярія звивиста, Ks, в усіх парках, 3.11.2024.

BOLETALES E.-J. Gilbert

***Boletaceae* Chevall.**

***Hortiboletus* L. Simonini, Vizzini & Gelardi.**

H. rubellus (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi – Моховик червоний, St, Бс., ПЧк, 19.08.2024

***Sclerodermataceae* Corda**

***Scloderma* Pers.**

S. verrucosum (Bull.) Pers. – Псевдодощовик бородавчастий, St, Бс., 19.08.2024.

***Suillellus* Murrill**

S. luridus (Schaeff.) Murrill – Боровик піддубовик, St, Бс., ПЧк, ПАрк, 19.08.2024

***Xerocomellus* Sutara**

X. chrysenteron (Bull.) Sutara – Моховичок потрісканий, St, в усіх парках., 19.08.2024.

***Suillaceae* Best & Bresinsky**

***Suillus* (L.) Roussel**

S. granulatus (L.) Roussel – Маслюк зернистий, St, Бс., ПЧк, ПАрк, 19.08.2024.

CANTHARELLALES Gaum.

***Cantharellaceae* J. Chrot.**

***Clavulina* J. Chrot.**

C. cinerea (Bull.) J. Schrot. – Клавуліна попелясто-сіра, Ну, Бс, 09.08.2024.

HYMENOGASTRALES Oberw.

***Hymenochaetaceae* Donk**

***Phellinus* Quel.**

P. igniarius (L.) Quel. – Трутовик несправжній, Кс, в усіх парках, 15.12.2024.

PHALLALES E. Fisch.

***Phallaceae* Corda**

***Phallus* Junius ex L.**

P. hadriani Vent. – Веселка Адріана, St, Бс., 19.08.2024.

POLYPORALES Gaum

***Fomitopsidaceae* Julich**

***Fomitopsis* P. Karst.**

F. quercina (L.) V. Spirin & O. Miettinen – Губка дубова, Кс, Бс, ПЧк, Парк, 15.12.2024.

***Laetiporaceae* Julich**

***Laetiporus* Murrill.**

L. sulphureus (Bull.) Murrill. – Трутовик сірчано-жовтий, Кс, в усіх парках, 15.12.2024.

***Polyporaceae* Fr. ex Corda**

***Cerioporus* Quel.**

C. squamosus (Huds.) Quel. – Трутовик лускатий, Кс, в усіх парках, 15.08.2024.

***Fomes* (Fr.) Fr.**

F. fomentarius (L.) Fr. – Трутовик справжній, Кс, в усіх парках, 15.12.2024.

***Ganoderma* P. Karst.**

G. applanatum (Pers.) Pat. – Трутовик плоский, Кс, в усіх парках, 15.12.2024.

***Trametes* Fr.**

T. hirsuta (Wulfen) Lloyd – Траметес жорстково волосистий, Кс, в усіх парках, 15.08.2024.

T. versicolor (L.) Lloyd, Кс, Бс, ПЧк, 10.12.2024.

RUSSULALES Kriesel ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David

***Russulaceae* Lotsy**

***Russula* Pers.**

R. delica Fr. – Підгруздок білий (Сухий груздь). St, ПЧк, 19.08.2024.

R. pectinata Fr. – Сироїжка гребінчаста, St, Бс. ПЧк, Парк, 19.08.2024.

R. sardonica Fr. – Сироїжка сардонікова або темно-фіолетова, St, Бс., 19.08.2024.

Stereaceae Pilat

Stereum Hill ex Pers.

S. hirsutum (Willd.) Pers.– Трутовик жорстковолосистий, Ks, в усіх парках 22.08.2024.

THELEPHORALES Corner ex Oberw.

Thelephoraceae Chevall.

Thelephora Ehrh. ex Willd.

T. terrestris Ehrh. ex Fr. –Телефора наземна, St, Бс., 22.05.2024.

TREMELLALES Fr.

Tremellaceae Fr.

Tremella Pers.

T. mesenterica (Sxhaeff.) Pers. – Тремела звивиста, Ks, в усіх парках, 09.10.2024.

Таким чином, за результатами наших досліджень в Ботанічному саду ОНУ було виявлено 66 видів макроміцетів, в парках санаторію імені Чкалова – 51, санаторію «Аркадія» – 36 і в приморській лісопарковій зоні – 31 (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл видів грибів-макроміцетів за досліджуваними парками

Показники	БС	ПЧк	ПАрк	Плз
Усього видів	66	51	36	31
Трофічні групи грибів:				
Симбіотрофи (St)	14	8	6	2
Гумусові спротрофи (Hu)	24	16	14	14
Сапротрофи на опаді і підстилці (Ps)	5	5	1	1
Ксилотрофи (Ks)	25	22	15	14

Умовні позначення: БС – Ботанічний сад ОНУ; ПЧк – парк санаторію імені Чкалова; Парк – парк санаторію «Аркадія»; Плз – приморська лісопаркова зона.

Як свідчать наведені дані, переважаючими трофічними групами грибів парків були ксилотрофи, другу позицію посідали гумусові сапротрофи і на третьому місці знаходилися мікоризні гриби (симбіотрофи).

Нами встановлено, що максимальне число виявлених видів грибів припадає на осінньо-зимовий період (39), влітку – 28, а навесні – лише 3. Багато-річні плодові тіла деяких афілофоральних грибів зустрічалися цілорічно. Це

підтверджує відому закономірність про те, що найбільше різноманіття грибів в Степу спостерігається саме в найбільш сприятливий для них (за вологістю і температурою) осінньо-зимовий період [3].

Спільними для всіх досліджуваних територій були такі широко розповсюджені види грибів як *Agaricus campestris*, *Cerioporus squamosus*, *Collybia personata*, *Coprinellus micaceus*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis quercina*, *Ganoderma applanatum*, *Gymnopus dryophillus*, *Inonotus hispidus*, *Laetiporus sulphureus*, *Marasmius epiphyllus*, *M. oreades*, *Phellinus igniarius*, *Pseudosperma rimosa*, *Saproamanita vittadini*, *Schizophyllum commune*, *Suillellus luridus*, *Trametes hirsuta*, *Tricholoma albobrunneum*, *Xerocomellus chrysenteron* та ін.

Поширення мікоризних грибів не було строго приурочено до певних видів дерев. Проте деякі з них були виявлені лише, наприклад, під дубом звичайним (*Suillellus luridus*, *Xerocomellus chrysenteron*). Під липою сріблястою зустрічалися *Hortibolletus rubellus* та *Russula delica*. Лише строго під кедром ліванським зростала *Geopora sumneriana*, а під куртиною сосон – *Russula sardonia* та *Suillus granulatus*. Решта наземних грибів як гумусових, так і підстилкових сапротрофів поширювалися довільно по всій території парків. Серед них доволі часто зустрічалися *Collybia personata*, *Coprinellus micaceus*, *Coprinus comatus*, *Gymnopus dryophillus*, *Marasmius epiphyllus*, та ін. Так само не продемонстрували якоїсь вибіркової до дерев-живителів і ксилотрофи, за винятком *Fistulina hepatica* (на дубі звичайному) і *Hypsizygus ulmarius* (на в'язі гладкому). В Ботанічному саду були знайдені рідкісні для України види грибів, серед них *Agaricus bresadolanus* (занесена до Червоної книги України [20]), *Geopora sumneriana*, *Leucocoprinus sublittoralis*, *Macropsalliota americana*, *Mycena galopus*, *M. atroalba*, *Narcissea ephemeroidea*, *Tricholoma atosquamosum*.

Новими для Правобережного Злакового Степу були: *Agaricus augustus*, *A. bresadolanus*, *A. littoralis*, *Clavulina cinerea*, *Clitocybe dealbata*, *Coprinellus domesticus*, *Coprinopsis cinerea*, *C. picacea*, *Hortibolletus rubellus*, *Hypsizygus ulmarius*, *Leucocoprinus sublittoralis*, *Macropsalliota americana*, *Marasmius epiphyllus*, *Mycena atroalba*, *M. capillaris*, *M. meliigena*, *Narcissea ephemeroidea*, *Pseudosperma rimosum*, *Russula delica*, *R. pectinata*, *R. sardonia*, *Tricholoma albobrunneum*, *T. atosquamosum* і *T. portentosum*.

З наведеного загального списку мікобіоти 33 види вперше вказані для одеських парків. Найбільш цікавими серед них були: *Crucibulum crucibuliforme* (рис. 2), *Coprinopsis picacea* (рис. 3), *Pholiota aurivella* (рис. 4), *Macropsalliota americana* (рис. 5), *Hypsizygus ulmarius* (рис. 6), *Phallus hadriani* (рис. 7) та інші.



Рис. 2. *Crucibulum crucibuliforme*
(фото 2 О. М. Понова)



Рис. 3. *Coprinopsis picacea*



Рис. 4. *Pholiota aurivella*



Рис. 5. *Macropsalliota americana*
(фото 3-5 О.А. Ковтун)



Рис. 6. *Hypsizygus ulmarius*

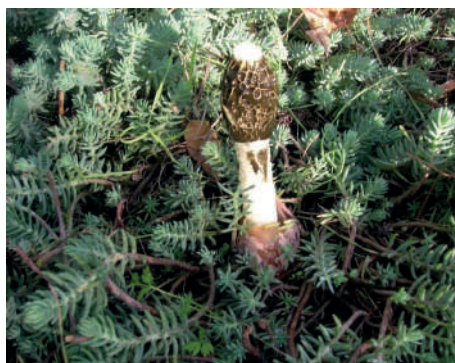


Рис. 7. *Phallus hadriani*
(фото 6-7 Ф.П. Ткаченко)

Висновки

В наведеному списку макроміцетів Ботанічного саду ОНУ та суміжних приморських парків м. Одеси представлено 70 видів грибів, які входять до складу відділів Ascomycota 1 клас, 1 пор., 1 родина, 1 рід, 1 вид) і Basidiomycota (1 клас, 10 порядків, 29 родин, 49 родів, 69 видів). Домінував клас Agaricomycetes – 69 видів (98,6%). Найбільшими порядками (за числом родин, родів і видів) були Agaricales (16 родин, 30 родів, 47 видів), Polyporales (3 родини, 6 родів, 7 видів), Boletales (3 родини, 5 родів, 5 видів) і Russulales (2 родини, 2 роди, 4 види), які разом становили 90,0% від числа виявлених видів грибів.

Переважаючими трофічними групами грибів парків були ксилотрофи, друге місце посідали гумусові сапротрофи, а третє – мікоризні гриби.

Це перше узагальнення щодо біорізноманіття макроміцетів приморських парків Одеси. Безумовно, представлений список грибів не є вичерпним і потребує подальшої уваги науковців.

Подяка

Висловлюємо щиро вдячність д.б.н. Придюку М. П. і к.б.н. Саркіній І. С. за консультативну допомогу, співробітникам Ботанічного саду ОНУ Чесноковій І. М., Рижко В. І. і Голокоз А. В. – за допомогу у зборі мікокарпів.

Стаття надійшла до редакції 06.02.2025

Список використаної літератури

1. Антоняк Г.Л., Калинець-Мамчур З.І., Дудка І.О., Бабич Н.О., Панас Н.С. Екологія грибів: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 628 с.
2. Бабенко О.А., Ткаченко Ф.П. Макроміцети міста Одеси та його околиць *Вісник ОНУ. Біологія*. 2008. Т. 13, вип. 14. С. 58-64.
3. Вассер С.П. Агариковые грибы СССР. К.: Наук. думка, 1985. 184 с.
4. Вассер С.П., Солдатова И.М. Высшие базидиомицеты степной зоны Украины. К.: Наук. думка, 1977. 356 с.
5. Гелюта В.П. Критичний перегляд видового складу борошнисторосяних грибів (Erysiphales, Ascomycota) України: *Arthocladiella* та *Blumeria*. *Укр. ботан. журн.* 2022. Т. 79, № 4. С. 205-220.
6. Дідух Я.П. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Укр. ботан. журн.* 2003. Т. 60, № 1. С. 6-17.
7. Дудка І.А., Вассер С.П., Элланская И.А. и др. Метод экспериментальной микологии. Справочник. – К.: Наук. думка, 1982. – 550 с.
8. Жаренко А.З., Бонельский А.С., Філатова С.А. Ботанічний сад Одеського університету. Київ-Одеса: Вища школа, 1980. 56 с.
9. Зерова М.Я., Морочковский С.Ф., Лавітська З.Г., Смітська М.Ф. Визначник грибів України. Аскоміцети. К.: Наук. думка, 1969. Т. 2. 196 с.
10. Зерова М.Я., Сосін П.С., Роженко Г.Л. Визначник грибів України. Базидіоміцети. К.: Наук. думка. 1979. Т. 5, кн. 2. 565 с.
11. Коваленко А.Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа. *Микол. и фитопатол.* 1980. Т. 34, вып. 4. – С. 300-314.

12. Коритнянська В.Г., Ткаченко Ф.П., Товстуха Н.І. Пероноспоральні гриби на рослинах відкритого ґрунту ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. *Чорномор. ботан. журн.*, 2010 а. Т. 6, № 1. С. 48-53.
13. Коритнянська В.Г., Ткаченко Ф.П., Товстуха Н.І., Русанов В.А. Борошнистороссяні гриби (Erysiphales) ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. *Чорномор. ботан. журн.* 2010 б. Т. 6, № 2. С. 259-264.
14. Лессо Т. Грибы: определитель. М.: АСТ: Астра, 2007. 304 с.
15. Попова О.М., Кузнецов В.О., Осадча Л.П. Дендрофлора парків-пам'яток садово-паркового мистецтва міста Одеси. *Наукові записки Державного природничого музею. Львів*, 2007. вип. 22. С. 143-156.
16. Світ грибів України, 2025. URL: <http://grybi.net.ua/>
17. Слюсаренко О.М., Кривицька Т.М., Кулак Ю.О., Ляховська О.Б. Мікроміцети ризосфери *Salvia splendens* L. при внесенні спор *Penicillium roseo-purpureum* Diercks, іммобілізованих на анальцимі. *Вісник ОНУ. Біологія*. 2016. Т. 21, вип 1(38). С.62-72.
18. Сухомлин М.М., Джаган В.В. Гриби України: Атлас-довідник. К.: КМ Publishing, 2013. 224 с.
19. Ткаченко Ф.П., Опалько Т.І. Базидіальні гриби-кситотрофи зелених насаджень міста Одеси. *Вісник ОНУ. Біологія*. 2020. Т. 25, вип. 1(46). С. 42-51.
20. Ткаченко Ф.П., Придюк М.П. Нова знахідка рідкісного гриба *Hericium erinaceus* (Russulales) в Україні. *Укр. ботан. журн.* 2021. Т. 78, № 5. С. 341-344.
21. Ткаченко Ф.П., Щеніков М.О. Перша знахідка *Geopora sumneriana* (Pezizales) на південному заході України. *Perspectives of contemporary science: theory and practice: Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua" 22-24.07.2024 y., Lviv, Ukraine, 2024*. Pp. 57-61. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectives-of-contemporary-science-theory-and-practice-22-24-07-2024-lviv-ukraine-arhiv/>.
22. Ткаченко Ф.П. Нова знахідка рідкісного гастероміцета *Pisolithus arhisus* (Sclerodermataceae, Boletales, Basidiomycota) в Україні // *Mechanisms of Development of the Scientific and Technical Potential of Modern Society: Proceedings of the XLth International scientific and practical conference (Sept. 25-27, 2024, Salzburg, Austria)*. Salzburg, 2024. Pp. 32-35. DOI 1070286/ISU-25.09.2024.
23. Червона книга України. Рослинний світ. Ред. Я. П. Дідух. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 565 с.
24. *Funga Nordica*. 2012. *Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gasteroid genera*. Ed. H. Khudsen & J. Vesterholt. Copenhagen: Nordswamp, 1085 pp.
25. Galli R. *I Boleti*. Milano: dalla Natura, 2007. 293 pp.
26. Index Fungorum database. (2025). [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.indexfungorum.org/>.
27. Melzer A. 2012. Key to *Psathyrella*. URL: <https://web.micolosa.net/wp-content/uploads/claves-psathyrellas.pdf>
28. Melzer A. 2017. Key to coprinoid species (*Coprinellus*, *Coprinopsis*, *Parasola*). URL: <https://www.fungipedia.org/media/kunena/attachments/5518/Clavescoprinelluscoprinopsis.pdf>
29. Mueller G.M., Schmidt J.P., Leacock P.R. et al. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.* 2007. V. 16, N 1. P. 37–48.
30. Petrova Stoyneva-Gärtner V., Angelov Uzunov B. Checklist of macromycetes, observed during the last 20 years (1994-2014) in the Sofia city park Borisova gradina (Bulgaria) // *Annual of Sofia university "St. Kliment Ohridski"*, Faculty of Biology. Book 2 – Botany, 2016. V. 99. P. 88-95.
31. Ryvarden L., Melo I. 2014. Poroid fungi of Europe. Oslo: Fungiflora, 455 pp.
32. Sarnari M. 1998. Monografia illustrata del Genere *Russula* in Europe. Tomo 1. Trento: A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, 799 p.
33. Sarnari M. 2005. Monografia illustrata del Genere *Russula* in Europe. Tomo 2. Trento: A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, 1567 p.
34. Shevchenko V., Heluta V., Zykoa M., Hayova V. Current distribution data for the red-listed species aphylloroid fungi in Ukraine. *Укр. ботан. журн.* 2021. 78(1): 47-61.
35. Szczepkowski A. Macromycetes in the Dendrological Park of the Warsaw Agricultural University. *Acta Mycologica*, 2007. 42(2): 179-186.
36. Vukojevic J., Hadzic I., Knezevic A., Stajic M., Milovanovic I., Cilerdzic J. 2016. Diversity macromycetes in the Botanical Garden "Jevremovac" in Belgrad. *Botanica Serbia*. 40(2): 249-259.

Ф. П. Ткаченко¹, О. О. Ковтун², Л. В. Левчук³, О. М. Попова¹

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

¹кафедра ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства,

²Гідробіологічна станція,

³Ботанічний сад; вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна,

e-mail: tvf@ukr.net

РІЗНОМАНІТТЯ МАКРОМІЦЕТІВ БОТАНІЧНОГО САДУ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ТА СУМІЖНИХ ПАРКОВИХ ЗОН ОДЕСИ

Резюме

Проблема. Видове різноманіття макроміцетів дендропарків урбанізованих територій та їх таксономічний і трофічний склад.

Мета. Дослідити видове різноманіття макроміцетів Ботанічного саду ОНУ та суміжних паркових зон м. Одеса.

Методи. Дослідження макроміцетів були здійснені у 2024 р. на території Ботанічного саду ОНУ, а також в парках санаторіїв імені Чкалова і «Аркадія» та в приморській лісопарковій зоні. Для збору і опису грибів використовували маршрутний метод. В описі плодових тіл зазначали їх форму і розміри, текстуру, характер поверхні, колір, запах, тип гіменофору. За необхідності використовували спеціальні барвники і реагенти. Всього було зібрано біля 100 плодових тіл макроміцетів. Для ідентифікації грибів використовували загальновідомі визначники.

Основні результати. Загальне число видів макроміцетів, виявлених на досліджуваній території парків Одеси дорівнювало 70. Вони належали до 2 відділів, 3 класів, 11 порядків, 29 родин та 50 родів. Домінував клас Agaricomycetes – 69 видів (98,6%). Агарикоїдні гриби були представлені 52 видами, афілофороїдні – 10, тремелоїдні – 3. Найбільшими порядками (за числом родин, родів і видів) були Agaricales (16, 30, 47, відповідно), Polyporales ((3, 6, 7), Boletales (3, 5, 5) та Russulales (2, 2, 4), які разом становили 90,0% від числа виявлених видів грибів. Це перше узагальнення щодо біорізноманіття макроміцетів в Ботанічному саду ОНУ і приморських парків Одеси.

Переважаючими трофічними групами грибів парків були ксилотрофи, друге місце посідали гумусові сапротрофи, а третє – симбіотрофи.

Висновки. В наведеному списку макроміцетів Ботанічного саду ОНУ та суміжних приморських парків м. Одеси представлено 70 видів грибів, Домінував відділ Basidiomycota а в межах нього – клас Agaricomycetes – 69 видів (98,6%). Найбільшими порядками (за числом родин, родів і видів) були Agaricales (16, 30, 47, відповідно), Polyporales (3, 6, 7), Boletales (3, 5, 5) і Russulales (2, 2, 4), які разом становили 90,0% від числа виявлених видів грибів. Переважаючими трофічними групами грибів парків були ксилотрофи (1 місце), гумусові сапротрофи (2) і симбіотрофи (3). Це перше узагальнення щодо біорізноманіття макроміцетів приморських парків Одеси. Необхідне їх подальше дослідження.

Ключові слова: біорізноманіття, гриби, приморські парки, Одеса.

F. P. Tkachenko¹, O. O. Kovtun², L. V. Levchuk³, O. M. Popova¹

Odesa I. I. Mechnikov National University,

¹Department of Botany, Plant Physiology and Horticulture,

²Hydrobiological Station,

³Botanical Garden; 2 Zmiiienka Vsevoloda St, Odesa 65082, Ukraine,

e-mail: tvf@ukr.net

BIODIVERSITY OF MACROMYCETES OF THE BOTANICAL GARDEN OF ODESA NATIONAL UNIVERSITY AND ADJOINING PARK ZONES OF ODESA

Summary

Problem. Macromycetes species diversity of dendroparks of urbanized territory and their taxonomical and trophic composition.

Aim. Investigation of species diversity of mushrooms of ONU Botanical Garden and neighboring park territory of Odesa city.

Methods. Studies of fungi were carried out in 2024 within the territory of ONU Botanical Garden, parks named after Chkalov, Arcadia and on the costal sea slope. The description of the identified species was carried out according to the conventional method. While describing bodies of mushrooms, attention was paid to the shape and size, texture, surface character, colour, odor, and hymenophore type. Special dyes and reagents were used when necessary. Totally about 100 samples of mushroom bodies were collected. Well-known determinants were used to identify them.

Main results. The total number of the mushroom species found in the investigated territory of Odesa parks equalled 70. They belong to two phyla, 3 classes, 11 orders, 29 families and 50 genera. The class Agaricomycetes dominated – 69 species (98.6%). We found 52 species of Agaricoides fungi, Aphilophoroides – 10, Tremelloides – 3. The largest orders (by quantity of families, genera and species) were Agaricales (16, 30, 47 respectively), Polyporales ((3, 6, 7), Boletales (3, 5, 5) and Russulales (2, 2, 4), together constituting 90.0% of the quantity of the found species of fungi. It is the first generalization of biodiversity of fungi of ONU Botanical Garden ONU and the neighbouring near-sea parks of Odesa. Prevailing trophic fungi groups of parks were presented by xylophages, with the second place taken by humus saprotrophs and symbiotrophical fungi being on the third place.

Conclusions. The growth of mushrooms and their development are closely associated with floristic riches of plants cover and ecological conditions of the investigated territory.

Keywords: fungi, species composition, near-sea parks, Odesa

References

1. Antonyak, G.L., Kalinetc-Mamchur, Z.I., Dudka, I.O., Babich, N.O. & Panas N.E. (2013). Ecology of fungi: monography [Ekologia gribiv: monographia]. Lviv: LNU by Ivan Franko. 628 s.
2. Babenko, O.A. & Tkachenko, F.P. (2008) Mushrooms of Odesa city and his vicinity [Macromiceti mista Odesi ta jogo okolic]. Bisnik ONU. Biologia. 13(14): 58-64
3. Wasser, S.P. (1985). Agaric mushrooms of USSR [Agarikovie gribi SSSR]. K.: Nauk. dumka. 184 s.
4. Wasser, S.P. & Soldatova, I.M. (1977). Higher Basidiomycetes of Steppe zone of Ukraine [Visshie basidiomiceti stepnoy zoni Ukraini]. K.: Nauk. dumka. 356 s.

5. Heluta, V.P. (2022) Critical revising of species composition of powder fungi (Erysiphales, Ascomycota) of Ukraine: *Arthocladiella* та *Blumeria* [Kritichniy pereglad vidovogo skladu boroshnistorosyanych gribiv (Erysiphales, Ascomycota) Ukraini: *Arthocladiella* та *Blumeria* // Ukr. botan. journ. 79(4): 205-220.
5. Dudka, I.O., Wasser, S.P., Ellanskaya, I.A. et al. (1982). Methods of experimental mycology. Reference book [Metod eksperimentalnoy mikologii. Pravochnik]. K.: Nauk. dumka. 550 s.
6. Diduh, Ya.P. (2003). Geobotanical division of Ukraine and adjacent territory // Ukr. botan. journ. 60, (1). Pp. 6-17.
7. Dudka, I.O., Heluta, V.P., Andrianova, T.V., Gayova, V.P., Tichonenko, Yu. Ya., Priduk, M.P., Golubcova, Yu. I., Krivomaz, T.I., Djagan, V.V., Leontev, D.V., Akulov, O.Yu. & Sivokon & O.V. (2009). Fungi of reserve and national nature parks situated on the left bank of Ukraine [Gribi zapovidnikov na nacionalnih prirodnich parkiv livoberejia Ukraini. K.: Aristey, 1:306 s.
8. Zharenko, A.Z., Bonecky, A.S. & Filatova, S.A. (1980). Botanical garden of Odesa University [Botanichniy sad Odeskogo universitetu]. Kiiv-Odesa: Vjcha shkola, 56 s.
9. Zerova, M.Ya., Morochkovsky, S.F., Lavitska, Z.G. & Smitska, M.F. (1969). Determine of fungi of Ukraine. Ascomycota [Viznachnik gribiv Ukraini. Ascomyceti]. K.: Nauk. dumka. V. 2. 196 s.
10. Zerova, M.Ya., Sosin, P.S. & Rozhenko, G.L. (1979). Determine of fungi of Ukraine. Basidiomycota [Viznachnik gribiv Ukraini. Basidiomyceti]. K.: Nauk. dumka. V. 5, Book 2. 222 s.
11. Kovalenko, A.E. (1980). Ecological review of fungi form orders Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales in mounting forests o central part North-West Caucasus [Ekologicheskij obsor gribov iz poryadkov Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str. v gornich lesach centralnoy chasti severo-zapadnogo Kavkaza. *Micology and phytopatology*. 34(4). Pp. 300-314.
12. Koritnyanska, V.G., Tkachenko, F.P. & Tovstucha, N.I. (2010 a). Peronosporales fungi on plants of open ground Botanical garden of I.I. Mechnikov Odesa National University [Peronosporalni gribi roslin otkritogo gruntu Botanichnogo sadu Odeskogo nacionalnogo universitetu imeni I.I. Mechnikova. Chornomor. botan. journ. 6(1). Pp. 48-53.
13. Koritnyanska, V.G., Tkachenko, F.P., Tovstucha, N.I. & Rusanov, V.A. (2010 b). Powder fungi (Erysiphales) Botanical garden of I.I. Mechnikov Odesa National University [Boroshnistorosani gribi Botanichnogo sadu Odeskogo nacionalnogo universitetu imeni I.I. Mechnikova. Chornomor. botan. journ., 6(2). Pp. 259-264.
14. Lesso T. (2007) Handbooks mushrooms [Gribi: opredelitel] . M.: AST: Astra, 304 pp.
15. Popova, O.M., Kuznecov, V.O. & Osadcha, L.P. (2007). Dendroflora of parks-memory garden-park art of city Odesa [Dendroflora parkiv-pamyatok sadovo-parkovogo mistectva mita Odesa] // Naukovi zapiski derzhavnogo prirodnichogo muzeu. Lviv. 22. Pp. 143-156.
16. World fungi of Ukraine [Electronic resources] (2025). [Svit gribiv Ukraini [Electronniy resurs] URL: <http://grybi.net.ua/>
17. Slusarenko, O.M., Krivicka, T.M., Kulak, Yu.O. & Lahovska, O.B. (2016). Micromycetes of rhizosphere *Salvia splendens* L. in the presence of spores *Penicillium roseo-purpureum* Diercks, immobilization on amalcyne [Micromyceti rizospheri *Salvia splendens* L. pri vneseni spor *Penicillium roseo-purpureum* Diercks immobilizovanih na amalcimi] // Visnik ONU. Biologia. 21, 1(38). Pp. 62-72.
18. Suhomlin, M.M. & Jagan, V.V. (2013). Fungi of Ukraine: Atlas-reference book. [Gribi Ukraine: Atlas-dovidnik. K.: KM Publishing. 224 pp.
19. Tkachenko F.P. & Opalko, T.I. (2020) Basidial fungi-xylotrophe of green plantations of city Odesa. [Bazidialny gribi-xilotrophi zelenich nasajen vista Odesa // Visnik ONU. Biologia. 25, 1(46). Pp. 42-51.
20. Tkachenko, F.P. & Priduk, M.P. (2021). A new find rare fungi *Hericium erinaceus* (Russulales) in Ukraine [Nova znahidka ridkisnogo griba *Hericium erinaceus*. (Russulales) in Ukraini] // Ukr. Botan. Journ. 78(5). Pp. 341-344.
21. Tkachenko, F.P. & Schenikov, M.O. (2024) First find *Geopora sumneriana* (Pezizales) on south-west of Ukraine [Persha znahidka *Geopora sumneriana* (Pezizales) na pivdennomu zahodi Ukraini // Perspectives of contemporary science: theory and practice: Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua" 22-24.07.2024 y., Lviv, Ukraine., Pp. 57-61. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectives-of-contemporary-science-theory-and-practice-22-24-07-2024-lviv-ukraine-arhiv/>.
22. Tkachenko, F.P. (2024). A new find rare gasteromicetes *Pisolithus arhisus* (Sclerodermataceae, Boletales, Basidiomycota) in Ukraine [Nova znahidka ridkisnogo gasteromiceta *Pisolithus arhisus* (Sclerodermataceae, Boletales, Basidiomycota) v Ukraini] //Mechanisms of Development of the Scientific and Technical Potential of Modern Society: Proceedings of the XLth International scientific and practical conference (Sept. 25-27, 2024, Salzburg, Austria). – Salzburg, Pp. 32-35. DOI 1070286/ISU-25.09.2024.
23. Red data book of Ukraine. Plant world. Red. Ya.P. Diduh (2009). [Chervona kniga Ukraini. Rosliny svit. Red. Ya.P. Diduh]. K.: Globalconsalting. 565 s.

24. Funga Nordica. (2012). *Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gasteroid genera*. Ed. H. Khudsen & J. Vesterholt. Copenhagen: Nordswamp, 1085 pp.
25. Galli, R.I (2007) *Boleti*. Milano: dalla Natura, 293 pp.
26. Index Fungorum database. (2025). URL: [http:// www.indexfungorum.org/](http://www.indexfungorum.org/).
27. Melzer, A. (2012). Key to *Psathyrella*. Available at: <https://web.micolosa.net/wp-content/uploads/claves-psathyrellas.pdf>
28. Melzer, A. (2017). Key to coprinoid species (*Coprinellus*, *Coprinopsis*, *Parasola*). Available <https://www.fungipedia.org/media/kunena/attachments/5518/Clavescoprinelluscoprinopsis.pdf>
29. Mueller, G.M., Schmidt, J.P., Leacock P.R. et al. (2007) Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.* 16, (1). Pp. 37–48.
30. Petrova Stoyneva-Gärtner, V. & Angelov Uzunov, B. (2016) Checklist of macromycetes, observed during the last 20 years (1994-2014) in the Sofia city park Borisova gradina (Bulgaria)/Annual of Sofia university “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Biology. Book 2 – Botany. 99. Pp. 88-95.
31. Ryvarden, L. & Melo I. (2014). *Poroid fungi of Europe*. Oslo: Fungiflora, 455 pp.
32. Sarnari, M. (1998). *Monografia illustrata del Genere Russula in Europe. Tomo 1*. Trento: A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici. 799 p.
33. Sarnari, M. (2005). *Monografia illustrata del Genere Russula in Europe. Tomo 2*. Trento: A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici. 1567 p.
34. Shevchenko, V., Heluta, V., Zykoa, M. & Hayova, V. (2021) Current distribution data for the red-listed species aphyllophoroid fungi in Ukraine. *Ukr. Bot jour.*, 78(1). Pp. 47-61.
35. Szczepkowski, A. (2007). Macromycetes in the Dendrological Park of the Warsaw Agricultural University. *Acta Mycologica*, 42(2). Pp. 179-186.
36. Vukojevic, J., Hadzic, I., Knezevic, A., Stajic, M., Milovanovic, I. & Cilerdzic J. (2016). Diversity macromycetes in the Botanical Garden “Jevremovac” in Belgrad. *Botanica Serbia*. 40(2). Pp. 249-259.

ГЕНЕТИКА І МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ



[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337318](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337318)

УДК 595.773.4:591.3

С. В. Білоконь, к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0003-3375-1989>

Т. Г. Алексєєва, к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0002-1308-7673>

В. О. Сачалко, магістр

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики, вул. Змієнка Всеволода,
2, м. Одеса, 65082, Україна, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ОНТОГЕНЕЗ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ЯК МІШЕНЬ НІКОТИНОВОЇ ТОКСИЧНОСТІ. ПОВІДОМЛЕННЯ І

У роботі досліджено вплив нікобустера для електронних сигарет на розвиток *Drosophila melanogaster* при пероральному введенні. Показано, що нікотин зумовлює дозозалежну затримку метаморфозу, зниження виживаності та плодючості. Водночас виявлено підвищення ступеня політенізації ядер клітин слинних залоз личинок, що може свідчити про активацію компенсаторних механізмів у відповідь на токсичний стрес. Отримані результати вказують на личинку як критичну мішень дії нікотину та підкреслюють мультифакторний характер його впливу на розвиток *D. melanogaster*

Ключові слова: *Drosophila melanogaster*, нікобустер, нікотин, розвиток, політенні хромосоми, плодючість, фітнес, токсичний стрес

Вступ

Зловживання нікотинном залишається однією з найгостріших глобальних проблем охорони здоров'я. Незважаючи на добре відомі ризики куріння тютюну, чимало жінок продовжують вживати нікотин під час вагітності – чи то традиційно, чи за допомогою електронних сигарет та замісної нікотинової терапії [62; 90]. Окремі дослідження на гризунах показали, що пренатальний вплив нікотину призводить до низької маси тіла при народженні, затримки розвитку й порушень холінергічної та дофамінергічної систем [63; 79].

Моделні безхребетні – *Caenorhabditis elegans* і *Drosophila melanogaster* – дають змогу за допомогою швидких та економних експериментів вивчити ключові молекулярні й поведінкові ефекти нейроактивних речовин, зокрема нікотину [29; 40]. Особливу цінність становить *D. melanogaster*, оскільки приблизно 65–75% людських генів, що асоціюються з патологічними станами, мають у неї функціональні гомологи [14; 93], що робить її цінною моделлю для виявлення генетичних механізмів розвитку нікотинової токсичності [40; 73, 89].

Ранні дослідження на плодових мушках зосереджувалися переважно на інактивації ацетилхолінових рецепторів та інсектицидній дії нікотину [8]. Лише останніми роками увага перемістилася на довгострокові ефекти: N. A. Velazquez-Ulloa зі співавторами (2017) продемонстрували затримку роз-

витку й підвищену смертність при хронічній експозиції нікотину (включно з моделлю «від яйця до 3–4-денного імаго») [89]; М. Morris зі співавторами (2018) – збільшення часу розвитку завдяки активації генів стресової відповіді [56]; S. Rimal й Y. Lee, (2019) – участь смакових хеморецепторів у сприйнятті нікотину [68].

Нікотинові ацетилхолінові рецептори (nAChR) є основною мішенню нікотину в організмі *Drosophila melanogaster*. Із десяти відповідних генів найбільшу гомологію до хребетних демонструє ген *Da7*, активний у центральній нервовій системі на всіх стадіях розвитку, починаючи з ембріональної [13; 15; 21; 26; 32; 33]. Це дозволяє припустити його ключову роль у нейротоксичних ефектах нікотину включно з впливом на метаморфоз та дофамінергічну систему.

Попередні дослідження впливу нікотину на поведінку дрозофіли показали, що гострий вплив нікотину порушує просту вроджену поведінку мух, таку як здатність до негативного геотаксису [8; 43; 71], і що цей ефект у чутливих до nAChR дрозофіл опосередковується альфа-бунгаротоксином, через вихід біогенних амінів [29]. Дослідження Ren та ін. (2012) показали причетність *Da7* до хронічної гіперактивності, спричиненої ніотином, у дрозофіл [66]. Згідно з цими даними, рецептор *Da7* експресується, зокрема, у грибоподібних тілах – структурах, що відіграють ключову роль у формуванні пам'яті, навчанні та реагуванні на винагороду, а також у центральному комплексі, зокрема у віялоподібному та еліпсоїдному тілах, що відповідають за координацію рухів і просторову орієнтацію. Гомологія *Da7*, його експресія в цих ключових зонах мозку, а також його участь у спричиненій ніотином поведінці дорослих мух роблять *Da7* кандидатом на посередництво ефектів нікотину під час його впливу на розвиток комах, а саму дрозофілу – зручною моделлю для подібних досліджень.

Ще однією особливістю, що робить дрозофілу надзвичайно зручним організмом для вивчення токсичного стресу є здатність окремих соматичних клітин на певних стадіях індивідуального розвитку (зокрема клітин слиних залоз личинок) до багаторазової повногеномної ампліфікації шляхом ендоредуплікації. Ендоцикли (циклічна реплікація хромосом та подальша заборона мітотичного поділу) є ефективним механізмом для підвищення генної експресії та підвищення метаболічного потенціалу клітин. Ендоциклічні клітини нездатні до поділів, зате можуть забезпечувати репарацію ушкоджених тканин [50; 93] та пришвидшене зростання тканин та організмів [51]. Для дрозофіли показано, що зміни у інтенсивності ендоредуплікації можуть бути відповіддю на фізіологічний стрес, кліматичні фактори [28; 84], склад харчової суміші [11], вплив ксенобіотиків [1; 58; 59] та фізичних факторів [22; 78] та лежати в основі адаптації до умов середовища [82; 83].

Численні дослідження присвячені контролю ендоредуплікації; як і звичайний клітинний цикл, ендоцикл контролюється ключовими регуляторами, такими як цикліни, циклін-залежні кінази та їх інгібітори [28; 44; 99]. Показано,

що важливу роль відіграють гуморальні фактори, зокрема ювенільний гормон і екдистерон, які здатні модулювати як тривалість клітинного циклу, так і рівень плоідності клітин [57; 75; 98]. Крім того, у процесах переходу від мітозу до ендоеиклів, зокрема під час оогенезу у *Drosophila melanogaster*, важливу роль відіграють сигнальні шляхи, з яких найбільш вивчений Notch. Активація цього шляху сприяє інгібуванню мітотичної активності та ініціації ендоредуплікації в клітинах фолікулярного епітелію, частково через регуляцію експресії Fizzy-related (*Fzr*) – ключового активатора ендоеиклів [17; 76]. З іншого боку, у дрозофіли значний внесок у політенізацію хромосом належить спадковим факторам, зокрема генотипам лабораторних ліній [44; 83].

Мета даної роботи – комплексно оцінити вплив нікотину з нікобустеру для електронних сигарет на онтогенез *Drosophila melanogaster*, зокрема на темпи розвитку, виживаність, репродуктивну здатність і ступінь політенізації клітин слинних залоз на личинковій стадії.

Матеріали та методи

Мух *Drosophila melanogaster* дикого типу лінії Canton-S вирощували при температурі 24°C у контролі на стандартному живильному середовищі, що містило дріжджі, цукор, манну крупу та агар (контроль, варіант 1) та у досліді з додаванням до поживного середовища нікобустеру українського виробника South Bridge: 0,1 мг/мл нікотину (варіант 2), 0,2 мг/мл нікотину (варіант 3) та 0,3 мг/мл нікотину (варіант 4). Таким чином, нікотин, внесений у поживне середовище у формі нікобустера, надходив до організму мух, починаючи з моменту відкладання яєць, забезпечуючи безперервну експозицію на всіх стадіях розвитку – від ембріона до імаго.

Мух утримували в пробірках по 5 самиць, 2 самці. Через 3 доби батьківських мух видаляли із пробірок. Для визначення часу проходження розвитку від яйця до імаго фіксували час у днях, необхідних для вилуплення 50% лялечок (LT_{50}).

Репродуктивну здатність мух визначали за кількістю нащадків імаго, отриманих від однієї пари мух. Цей показник залежить від плодючості батьківського покоління та виживання нащадків на преімагінальних стадіях розвитку. Він дуже тісно пов'язаний із загальною пристосованістю особин за дії різних речовин та факторів [96]. Кількість нащадків рахували від вильоту першої до останньої мухи [70].

Тривалість життя мух з контрольного і дослідних варіантів вивчали, помістивши по 10 особин кожної статі окремо на поживні середовища з різними концентраціями нікобустеру для електронних сигарет та в стандартному поживному середовищі у контролі. Живих мух підраховували щодня, а середовище замінювали на 5-й день. Мух утримували до тих пір, поки 50% особин в кожній пробірці (Lt_{50}) не загинули. Результати виражали в днях [70].

Для більш детального вивчення плодючості було виконано тест на постембріональну загибель [4]. Для цього етапу досліду після виходу личинок на стінки пробірок спостерігали утворення лялечок. На цій фазі проводили розрахунок загальної кількості лялечок у дослідній та контрольній групах. Якщо з лялечки виходило імаго (доросла муха), то на стінках пробірок залишалася пуста прозора оболонка, яку легко можна було відрізнити від загиблих темних непрозорих лялечок. Таким чином, після завершення виходу імаго проводили підрахунок загиблих лялечок. Основним показником рівня домінантних летальних мутацій є частота постембріональних втрат, яка оцінюється за відношенням кількості загиблих лялечок до загальної кількості лялечок за формулою:

$$\text{ДЛМ} = \frac{\text{ЗЛ}}{\text{ЖЛ} + \text{ЗЛ}} \times 100\%,$$

де: ЗЛ - кількість загиблих лялечок;

ЖЛ - кількість живих лялечок.

Для порівняння експериментальних даних з контрольними, використовували t-критерій Стюдента.

Для виготовлення препаратів слинних залоз відбирали личинок дрозофіли жіночої статі на L3 стадії розвитку, вирощених на контрольному та двох дослідних середовищах зі вмістом нікотину 0,2 мг/мл і 0,3 мг/мл відповідно. Дисекцію слинних залоз та виготовлення мікропрепаратів клітин з політеними хромосомами провадили за стандартною методикою [3].

Ступінь політенізації хромосом визначали, виходячи з таких положень: завдяки припиненню ендоредуплікації на личиночній стадії L3 усі клітини слинних залоз у *Drosophila melanogaster* розподілені на чотири класи за кількістю хромосом у ядрі (256С, 512С, 1024С і 2048С); класи відрізняються між собою за шириною хромосом та інтенсивністю їх забарвлення ацетоорсеїном [1; 22; 69; 78]. На цитологічних препаратах слинних залоз 10 личинок для кожного з дослідних і контрольного варіантів визначали кількість і відсоткове співвідношення клітин у кожному класі, вірогідність відмінностей між розподілами визначали за допомогою критерію Пірсона [2]. Показник середньої політенії хромосом розраховували на основі даних про розподіл ядер за рівнями С-значень, відповідно до формули:

$$\text{СПХ} = \frac{\sum[(n_1 \times 256\text{C}) + (n_2 \times 512\text{C}) + (n_3 \times 1024\text{C}) + (n_4 \times 2048\text{C})]}{N},$$

де n_1 , n_2 , n_3 , n_4 - кількість ядер із хромосомами відповідного рівня політенії (256С, 512С, 1024С, 2048С), а N - загальна кількість ядер у вибірці [27].

Вірогідність відмінностей між показниками середньої політенії хромосом визначали за допомогою критерію Красскела-Уоліса [2].

Результати дослідження та їх обговорення

Розвиток тварин – це точний і складний процес, який дозволяє кожній особині обрати найкращий час і відповідні умови для переходу від ювенільної до дорослої стадії. У багатьох видів еволюціонували адаптивні механізми, що через нейроендокринні сигнали оптимізують розвиток і підвищують виживання в різних умовах [18; 31; 45].

У комах цим керують кілька ключових гормонів і нейропептидів, серед яких головним є екдизон – стероїдний гормон, що запускає линьку й метаморфоз. Піковий викид екдизону спричиняє виділення мозкового нейропептиду РТТН (prothoracicotropic hormone). РТТН вивільняється з нервових клітин мозку, потрапляє в протораціальну залозу (PG) і запускає там біосинтез екдизону. Без РТТН нормальний початок метаморфозу неможливий в багатьох видів, зокрема в гусіні *Manduca sexta*, шовковичного шовкопряда *Bombyx mori*, колорадського жука *Leptinotarsa decemlineata* та плодової мушки *Drosophila melanogaster* [41; 52; 95].

Цікаво, що і хребетні, і комахи мають подібні системи стероїдно-гормонального контролю: в комах екдизон регулюється РТТН, а в хребетних – кортикостероїди керуються АКТГ (adrenocorticotrophic hormone), функціональним аналогом РТТН. Обидва гормони виділяються імпульсно й забезпечують своєчасний розвиток і дозрівання [48; 67].

Довгий час вважалося, що РТТН-нейрони в мозку – єдине джерело сигналу, що запускає пік екдизону для кожної линьки і початку заляльковування [30; 87]. Однак нові дослідження показують, що сама протораціальна залоза також отримує різні сигнали безпосередньо (зокрема, про харчовий стан або рівень поживних речовин), і може самостійно відкладати або прискорювати виробництво екдизону [37; 67; 95].

При цьому РТТН залишається головним ініціювальним фактором: його імпульси завжди передують підйомам екдизону безпосередньо перед кожною линькою і заляльковуванням [52; 55]. На виділення РТТН впливають зовнішні фактори – освітлення, температура, щільність популяції, якість їжі, які, через РТТН, регулюють швидкість росту та час метаморфозу [30; 77].

У плодової мушки *Drosophila melanogaster* дві пари РТТН-нейронів у кожній півкулі мозку проєктують свої волокна в протораціальну залозу й вивільняють РТТН. Через рецептор Torsو вони активують MAPK-каскад, що призводить до синтезу екдизону й запускає метаморфоз. Мутація в гені *ptth* або видалення РТТН-нейронів затримує заляльковування на 4–5 днів і збільшує розмір лялечки [34; 52].

Додаткові дослідження виявили, що РТТН-нейрони також отримують нейрохімічні сигнали від інших нейронів: нейропептид AstA через свій рецептор AstAR1 пришвидшує вивільнення РТТН і запуск метаморфозу; корозонін (Crz) діє в середині третьої личинкової стадії, збільшуючи ріст і впливаючи на час

підйому екдизону; фактор розсіювання пігменту (PDF) передає циркадну інформацію, щоб узгодити внутрішній «годинник» залози й мозку [19; 38; 52].

Роль класичних нейромедіаторів (ацетилхоліну, октопаміну, дофаміну тощо) у розвитку дрозофіли досі вивчається, хоча в інших комах їх вплив на час метаморфозу доведений [6; 60].

Ці спостереження свідчать про чутливість системи запуску метаморфозу до нейротрансмітерних впливів, а отже – і до нікотину як фармакологічного агоніста nAChR.

З метою експериментальної перевірки цього припущення ми дослідили дію нікотину, введеного з поживним середовищем у формі нікобустера, на динаміку розвитку дрозофіли. Дані наведено на рис. 1.

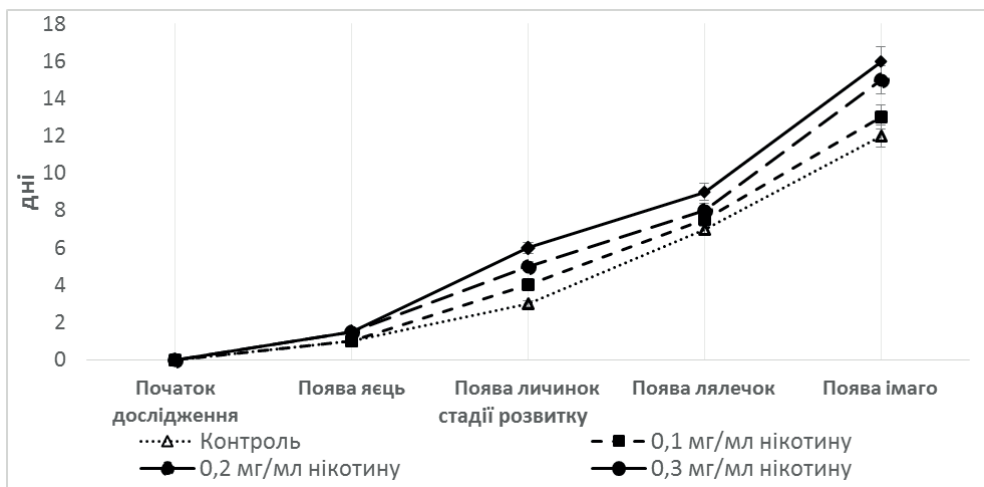


Рис. 1. Динаміка розвитку *Drosophila melanogaster* від яйця до імаго за різних концентрацій нікотину в поживному середовищі

Розвиток дрозофіли у дослідних варіантах, що містили нікотин, характеризувався дозозалежним сповільненням усіх онтогенетичних стадій. Мухи, що містилися на мінімальній концентрації нікотину (0,1 мг/мл) у поживному середовищі мали невелику затримку розвитку у порівнянні з контролем (на одну добу протягом всього періоду розвитку), – кожна наступна стадія після яйця відбувалася із затримкою на одну добу.

У наших дослідженнях нікобустер вводився безпосередньо в поживне середовище, отже стадії розвитку від яйця до личинки 3 віку зазнавали впливу нікотину. Вже на етапі появи яєць відбувається затримка у півдобу у варіантах дослідів з 0,2 і 0,3 мг/мл нікотину у середовищах.

На відміну від інгаляційної моделі, запропонованої El-Merhie зі співавторами, 2021, де дорослі самиці отримували нікотин через дихальні шляхи [25], наша модель забезпечує пероральне надходження токсиканта, з максимальним

поглинанням саме на личинковій стадії. Оскільки личинка є такою стадією, що активно живиться, основне надходження нікотину до тканин, ймовірно, відбувається через шлунково-кишковий тракт. Завдяки цьому личинка постає як критична мішень дії нікотину – у період, коли активуються РГТН-нейрони, тривають ключові нейроендокринні процеси, і клітини демонструють високу чутливість до молекулярних та стресових сигналів. Пероральна модель дозволяє безпосередньо досліджувати механізми дії нікотину саме на цій стадії, де найбільш інтенсивно проявляються як системні, так і клітинні ефекти.

Появу перших личинок реєстрували із затримкою в 1, 2 і 3 доби на варіантах дослідів 2, 3 і 4 відповідно. Інтервал від вилуплення з яйця до початку метаморфозу становив у контролі близько 100 годин, за цей час личинка зазнає майже 1000-кратного збільшення ваги. Як відомо, личинка зростає за рахунок збільшення клітин, а не за рахунок розподілу клітин, і окремі личинкові клітини стають надзвичайно великими та поліплоїдними [88].

Залляльковування мух у дослідних варіантах з нікотинном потребувало більш тривалого часу у порівнянні з контролем. На 12 годин збільшився час до появи перших лялечок у варіанті 2, на 24 і 48 годин для варіантів 3 і 4.

У контрольній групі кількість лялечок починає зростати з 7-го дня розвитку, досягаючи максимуму приблизно на 8-9-ту добу, а далі поступово знижується. Така динаміка свідчить про синхронний перебіг метаморфозу та низький рівень постембріональної загибелі за стандартних умов (рис. 2).

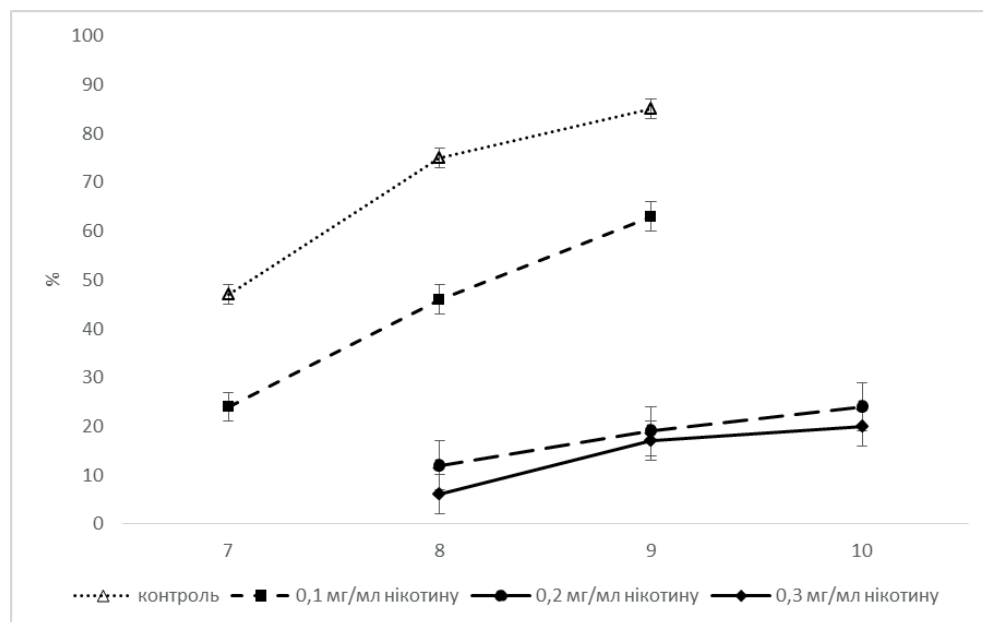


Рис. 2. Динаміка залляльковування в контролі та досліді за днями спостереження

У дослідних варіантах, що містили нікотин, спостерігалася дозозалежне зміщення кривої заляльковування. При концентрації 0,1 мг/мл (варіант 2) максимальна кількість лялечок спостерігався пізніше – на 9-10-ту добу. При 0,2 мг/мл і 0,3 мг/мл відбувалося суттєве зменшення загальної кількості лялечок, що свідчить про затримку розвитку і підвищену постембріональну смертність.

Затримка формування лялечок свідчать про негативний вплив нікотину на метаболічні та гормональні шляхи розвитку, що узгоджується з даними Mortis та співавторів (2018), які показали, що хронічна дія нікотину призводить до зменшення розміру мозку личинок, зниження активності тирозингідроксилази та зменшення кількості дофамінергічних нейронів у дорослих мух [56], що може бути наслідком порушень у нейророзвитку, пов'язаних з надмірною активацією nAChR.

Крива кількості лялечок чітко демонструє дозозалежну затримку розвитку та зниження виживаності личинок під впливом нікотину з рідин для електронних сигарет. Зсув піку вниз і вправо свідчить про уповільнення метаморфозу та підвищену постембріональну загибель.

Вихід перших імаго з пупаріїв реєстрували у контролі на 12 добу, у дослідах на 13, 15 і 17 добу на варіантах 2, 3 і 4 відповідно.

Окрім затримки розвитку, у дослідних варіантах із додаванням нікотину до поживного середовища також фіксувалося виражене зниження плодючості. Вже за мінімальної концентрації (0,1 мг/мл) спостерігалася зменшення кількості лялечок і дорослих особин порівняно з контролем, а також підвищення постембріональної смертності (табл. 1).

Таблиця 1

Плодючість та постембріональна загибель *Drosophila melanogaster* за різних концентрацій нікотину в поживному середовищі, n=30-40 сімей, абс, %

Поживне середовище	Кількість лялечок	Кількість імаго	Постембріональна загибель, %
Контроль	85,4 ± 2,1 (100 %)	79,0 ± 4,2 (100 %)	7,5
0,1 мг/мл	63, 8 ± 3,1* (74,7 %)	54,0 ± 3,6* (68,4 %)	15,4*
0,2 мг/мл	24,0 ± 5,2* ** (28,1 %)	14,4 ± 4,6* ** (18,2 %)*	40* **
0,3 мг/мл	19,5 ± 4,6 ** (22,8 %)	11,79 ± 4,6 ** (14,9 %)	39,5* **

* – достовірність відмінностей у порівнянні з контролем

** – достовірність відмінностей у порівнянні з концентрацією нікотину 0,1 мг/мл

При вищих концентраціях (0,2–0,3 мг/мл) спостерігалася різке зменшення числа життєздатних нащадків: кількість імаго зменшувалася до 14,4 та 11,8 особин відповідно, що становить лише 18,2% і 14,9% від контролю. Част-

ка постембріональної загибелі при цьому зростала до 40%, що є статистично достовірним ($p < 0,05$).

Таким чином, нікотин з рідин для електронних сигарет виявляє токсичний вплив на *Drosophila melanogaster* вже в низьких дозах, пригнічуючи репродуктивну функцію та підвищуючи летальність на преімагінальних стадіях розвитку. Враховуючи те, що личинкова стадія (період активного росту, метаболізму й гормональної регуляції) є основним етапом впливу обраної моделі досліджень, подальший аналіз було спрямовано на оцінку клітинного рівня адаптаційних відповідей.

Відомо, що такий своєрідний шлях росту, який властивий личинкам дрозофіли, а саме – збільшення не кількості клітин шляхом мітотичних поділів, а збільшення розмірів клітин завдяки проходженню ендоциклів, властиве фактично усім тканинам личинок, окрім первинних статевих клітин, нейроblastів та клітин імагінальних дисків [7; 5; 24], знаходиться, серед іншого, під гуморальним контролем ювенільного гормону (JH) та екдистерону [20; 57], що взаємодіють між собою. Під час личиночної стадії ювенільний гормон підтримує ріст і запобігає метаморфозу, його високі титри утримують личинку у активному рості і стимулюють політенізацію клітин її тіла. Високий рівень ювенільного гормону блокує експресію ключових генів ініціації метаморфозу завдяки активній транскрипції JH-залежного гену *Kr-h1* (Krüppel homolog 1), який є головним перемикачем програм личиночного та дорослого розвитку [39; 42]. На личиночній стадії хвилі збільшення титрів екдизону, який виробляють клітини проторакальних залоз під впливом РТТН відбуваються циклічно, викликаючи линяння, але не метаморфоз [52; 81].

На останньому личинковому етапі рівень JH різко падає, дозволяючи активній формі – 20-гідроксиекдизону стимулювати метаморфоз завдяки взаємодії з гетеродимерним білком, який складається з EcR (екдизонового рецептора) та USP (Ultraspiracle, ортолога ретіноїд-Х-рецептора хребетних) [47; 86]. Цей комплекс запускає каскад експресії декількох сотен метаморфозних генів через транскрипційні фактори Broad (Br), E74, E75 [91]. Активація генів метаморфозу іде двома хвилями і врешті решт призводить до залялькування, програмованої загибелі личинкових тканин та формування органів імаго. У цей період JH майже відсутній, а екдизон досягає піку, забезпечуючи остаточний перехід до дорослої стадії [12]. Після виходу імаго з лялечки JH знову зростає, регулюючи статеве дозрівання та поведінкові програми, шляхом активації значно меншої, у порівнянні з екдизоном, кількості генів [9; 10].

Протягом всього личинкового розвитку клітини тіла личинки у цілому і слинних залоз зокрема (рис. 3), потерпають ендоцикли, досягаючи високого ступеня політенії хромосом у ядрах.

У складних молекулярних механізмах ініціації переходу мітоз-ендоцикл (MES) важливу роль відіграє ювенільний гормон. Цей сесквітерпеноїд продукується клітинами *corpora allata* і індукуює гетеродимерізацію свого рецеп-

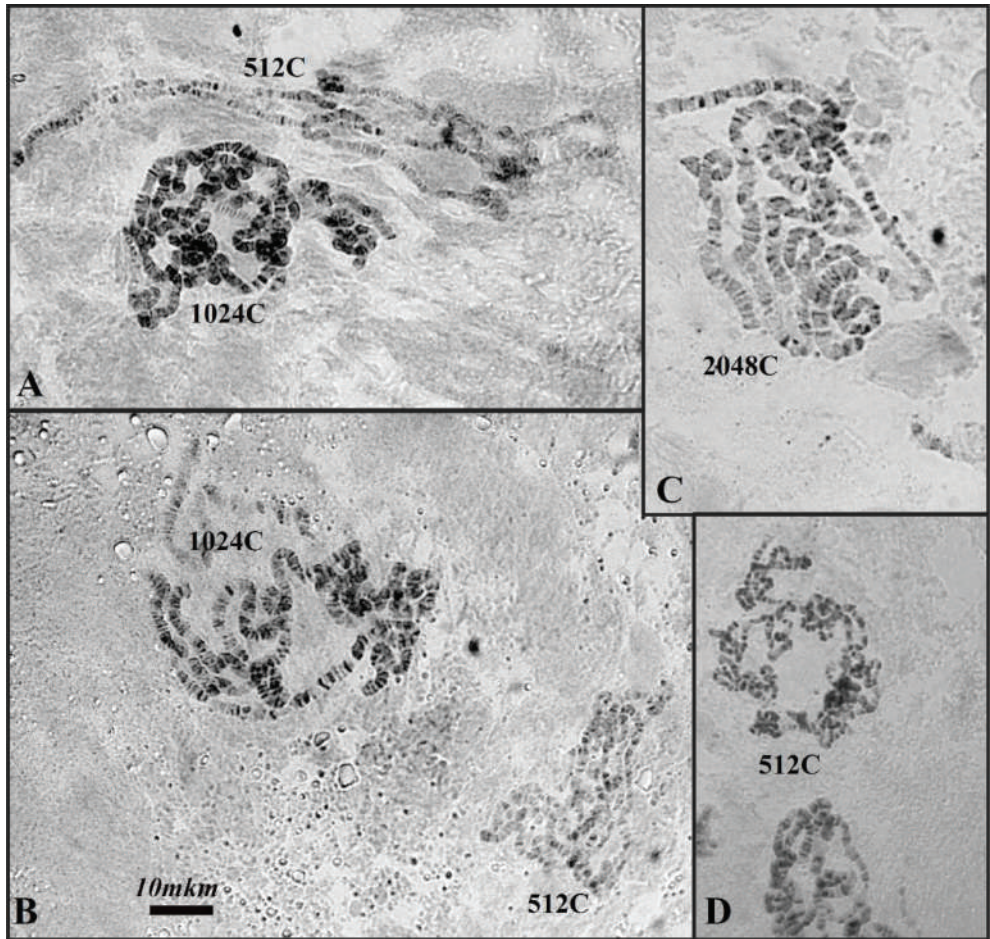


Рис. 3. Мікрофотографії препаратів політених хромосом клітин слинних залоз контрольного (А) та дослідних варіантів (В – личинки, вирощені на 0,2 мг/мл вмісті нікотину у середовищі, С, D – личинки, вирощені на 0,3 мг/мл вмісті нікотину у середовищі)

тора Methoprene-tolerant (Met), з білком Taiman (Tai). Серед іншого, комплекс JH-Met/Tai напряду активує транскрипцію циклін-залежної кінази Cdk6 та adenovirus E2 factor-1 (E2f1), для яких встановлено зворотній негативний зв'язок з рівнем поліплоїдії [65; 92], відіграючи таким чином значну роль у поліплоїдизації клітин.

Нещодавні дослідження виявили тісний зв'язок між ювенільним гормоном, екдизоном та розміром тіла дрозофіли [54]: показано, що ювенільний гормон може регулювати розмір тіла дрозофіли не тільки шляхом контролю тривалості росту, а ще й шляхом регулювання FOXO-залежної швидкості росту завдяки взаємовідносинам з екдизоном, який є антагоністом сигнального шляху інсуліну/інсуліноподібного фактора росту (IIS).

Таким чином, процес політенізації, властивий клітинам личинкових тканин дрозофіли є складним механізмом збільшення геномної копійності. Контроль політенізації – це тонко налаштована взаємодія між метаболічними сигналами, регуляцією клітинного циклу та гормональними факторами, такими як ювенільний гормон та екдизон. Кожен із цих компонентів сам по собі складний, а їх комплексний перетин створює динамічну мережу, де навіть незначні зміни можуть мати масштабні наслідки для клітини та організму в цілому. У той же час політенія є ефективним механізмом для прискорення росту та інтенсифікації генної експресії у еукаріот [46; 83]. Завдяки збільшенню кількості геномної ДНК, ендоеиклічні клітини є дуже активними метаболічно [24]. Окрім того, є свідчення на користь того, що ендоредуплікація є своєрідним механізмом захисту ДНК від ушкоджень [23] та апоптозу [53]. Переважна більшість авторів відмічає, що високі рівні політенізації клітин личинок дрозофіли позитивно корелюють зі стресостійкістю, плодючістю і іншими компонентами пристосованості організму [1; 78; 83; 84]. Усі ці властивості ендоредуплікованих клітин уможливають їх використання як чутливого маркера токсичної дії під час онтогенезу.

Результати оцінки ступеня політенізації ядер клітин слинних залоз личинок третього віку у контрольному та дослідних варіантах наведені на рис. 4. Незважаючи на те, що нікотин виявляє загальну токсичну дію на *Drosophila melanogaster*, знижуючи виживаність, затримуючи розвиток і зменшуючи кількість нащадків, отримані дані свідчать про підвищення ступеня політенізації ядер клітин слинних залоз у личинок, що розвивалися на середовищах із нікотинном.

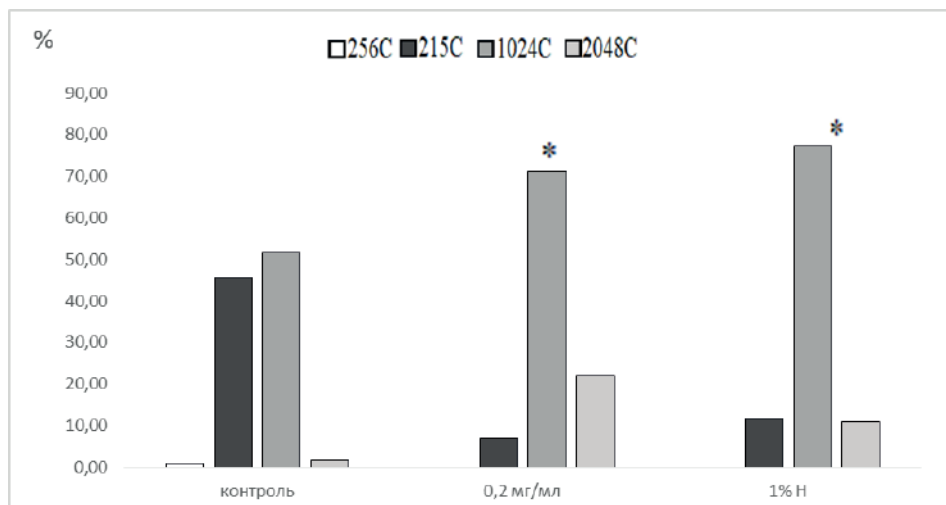


Рис. 4. Варіаційні ряди розподілу клітин на класи ядер з різним ступенем (256C, 512C, 1024C і 2048C відповідно) політенізації у личинок контрольного та дослідних варіантів.

* - відмінності між розподілом класів у контролі порівняно з дослідними варіантами вірогідні згідно з критерієм Пірсона при $P < 0,01$

Як вже зазначалося, протягом свого розвитку, вихідно диплоїдні клітини (2C) слинної залози личинки дрозофіли проходять до 10 циклів політенізації, які можна описати таким чином: $2C \rightarrow 4C \rightarrow 8C \rightarrow 16C \rightarrow 32C \rightarrow 64C \rightarrow 128C \rightarrow 256C \rightarrow 512C \rightarrow 1024C \rightarrow 2048C$; згідно зі спостереженнями, перед залялькуванням усі клітини слинної залози встигають пройти мінімум сім циклів і досягти стадії 256C. Переважна більшість клітин, в залежності від генотипу та умов навколишнього середовища, встигає пройти ще від одного до трьох циклів політенізації; співвідношення клітин, що досягли різного ступеня політенізації, є показником активності роботи генетичного апарату клітини та його відповіді на умови довкілля [84].

При перевірці розподілу ядер клітин слинних залоз личинок контрольного варіанту було виявлено, що переважна більшість з них досягла восьмого (512C) і дев'ятого (1024C) циклів політенізації (рис. 4). Трохи неочікувані результати були отримані при перевірці розподілу і визначенні показника середньої політенізації (табл. 2) у личинок дослідних варіантів, вміст нікотину 0,2 мг/мл і 0,3 мг/мл відповідно. Виявилося, що незважаючи на отримані нами у експериментах та відомі з літератури ефекти експозиції личинок на нікотин-вмісному середовищі (зменшені розміри личинок та їх органів, підвищена ембріональна загибель), нам не вдалося поспостерігати очікуваного негативного ефекту. Навпаки, в обох варіантах – і 0,2 мг/мл і 0,3 мг/мл ми спостерігали стимуляцію циклів політенізації у клітинах слинних залоз.

Порівняно з контролем, у слинних залозах личинок, вирощених на дослідному середовищі з 0,2 мг/мл нікотину, фактично відсутні клітини, що зупинилися на 7 циклі політенізації (256C), значно зменшена доля клітин восьмого циклу (512C) і збільшені долі клітин на дев'ятому (1024C) і десятому циклу (2048C) відповідно. Це зазнало відображення у найбільшому показнику середньої політенії хромосом клітин слинних залоз серед усіх досліджених варіантів (табл. 2).

Таблиця 2

Показники середньої політенії хромосом клітин слинних залоз личинок у контрольному і дослідних варіантах

Варіант	Контроль	0,2 мг/мл	0,3 мг/мл
Показник середньої політенії	756,04 ± 66,54	1193,78 ± 33,25*	1086,21 ± 54,18*

* – відмінності вірогідні на рівні значущості – $p < 0,05$ за критерієм Краскела-Уоліса.

Подвоєння вмісту нікотину у середовищі призвело до подібного ж ефекту, але з деякими відмінностями, які, втім, не були вірогідними у порівнянні з результатами, отриманими на середовищі з 0,2 мг/мл вмістом нікотину. Найбільшим за кількістю клітин був клас, у якому ядра клітин пройшли дев'ятий цикл політенізації (1024C). Порівняно з личинками, вирощеними на меншому вмісті нікотину, було виявлено меншу кількість клітин, що досягли десятого циклу

(2048С) і більшу кількість клітин, ядра яких зупинилися на восьмому (512 С) циклі політенізації.

Таким чином, нами був зафіксований ефект підвищення ступеня політенії ядер клітин слинних залоз личинок дрозофіли, вирощених на нікотин-вмісному середовищі, причому найвищі показники були властиві клітинам слинних залоз личинок, вирощених на півпроцентній концентрації нікотину у поживному середовищі, а найнижчі – клітинам личинок контрольного варіанту.

Традиційно високі ступені політенії ядер органів личинок дрозофіли, клітини тіла яких використовують ендоциклічний шлях як стратегію швидкого та дешевого зростання та ефективної продукції потрібних речовин, уникаючи витрачання часу, матеріалів та енергії на проходження повноцінних мітотичних циклів – властиві клітинам личинок, умови існування яких є сприятливими, і приводять до можливості за рахунок швидкого зростання запасти необхідні ресурси для залялькування тощо, отримати більші розміри та вагу личинок [22; 23; 75; 83; 84]. Яким же чином тоді можна узгодити між собою несприятливі ефекти нікотину на загальну плодючість, тривалість життя оброблених мух і вищі ступені політенізації клітин слинних залоз? Ми можемо запропонувати декілька механізмів пояснення цього феномену, базуючись на тому, що відомо про молекулярні основи контролю цього процесу.

Регуляція політенізації клітин є багаторівневим процесом, що залежить від взаємодії сигнальних шляхів клітинного росту, гормонального контролю та механізмів регуляції клітинного циклу. Ці механізми не працюють ізольовано: будь-яка зміна рівня інсулінового сигналу, гормональної регуляції чи активності регуляторів клітинного циклу може порушити баланс між підтримкою політенізації та її припиненням. Взаємодія між цими факторами формує динамічну, чутливу до змін мережу, в якій навіть невеликі зміни можуть мати критичні наслідки, впливаючи на ріст, метаболізм, регенерацію тканин та загальну життєздатність організму. Зовнішні фактори, такі як нікотин, можуть потенційно впливати на ці регуляторні етапи, змінюючи баланс між сигнальними шляхами та їх ефекторами.

Згідно з даними літератури та нашими експериментальними спостереженнями, вирощування *Drosophila melanogaster* на нікотин-вмісному середовищі зменшує виживаність мух, уповільнює вихід імаго з лялечок. Вираженість ефектів залежала від концентрації нікотину [89]. Крім того, як показали дослідження Morris et al. (2018), нікотинова експозиція призводила до зменшення розміру мозку личинок, зниження флуоресценції тирозингідроксилази у центральному мозку, а також до зменшення кількості дофамінергічних нейронів у дорослих мух [56]. Подібні ефекти описані й для пренатального впливу нікотину у мишей та щурів [72; 74].

В обох випадках автори пов'язують ці зміни із порушенням процесів диференціації та проліферації клітин, зокрема в межах дофамінергічної системи, яка розглядається як один із потенційних механізмів дії нікотину у комах.

Ацетилхолін є основним нейромедіатором у нервовій системі комах, а відповідні нікотинові ацетилхолінові рецептори (nAChR), зокрема $\alpha 7$, розглядаються як потенційні мішені дії нікотину на онтогенез дрозофіли. Відомо, що пренатальний вплив нікотину супроводжується змінами в дофамінергічній системі [16; 61; 80] і полягає у модуляції нейрональної активності та збільшенні вивільнення дофаміну в синапсах.

Bainton зі співавторами показали, що гострий вплив нікотину на дорослих мух спричиняє порушення в тесті на негативний геотаксис, а дофамін опосередковує чутливість до нікотину у цьому тесті [8]. Подальші дослідження підтвердили роль дофаміну у формуванні гіперактивності у дорослих мух після хронічної нікотинової експозиції [65; 97].

Окрім нейроповедінкових ефектів, дофамін також залучений у гормональну регуляцію розвитку. Зокрема, у самиць *Drosophila* встановлено, що біогенні аміни, включаючи дофамін, посередньо регулюють метаболізм ювенільного гормону, впливаючи на його рівень та деградацію [35; 36; 64].

Було показано, що зниження рівня дофаміну призводить до зменшення деградації ювенільного гормону, що, у свою чергу, може впливати на життєздатність організму через дисбаланс між ювенільним гормоном та екдизоном. З огляду на це, можна припустити, що аналогічні взаємозв'язки існують і на личинкових стадіях розвитку. Ця гіпотеза узгоджується з високою консервативністю регуляторних механізмів нейрогормонального контролю у дрозофіли.

Оскільки ювенільний гормон сприяє пролонгуванню політенізації, підтримуючи ендоредуплікацію клітин, а хронічне нікотинове навантаження здатне виснажувати дофамінергічні нейрони, можливе опосередковане порушення гормонального балансу. Це, в свою чергу, може впливати на динаміку політенізації в тканинах личинки. Вивчення взаємодії між дофаміном, ювенільним гормоном і клітинним циклом потребує подальших досліджень, оскільки має потенціал пояснити складні молекулярні ефекти нікотину на ранніх етапах онтогенезу.

Політенізація клітин *Drosophila melanogaster* залишається складним та недостатньо дослідженим процесом, що регулюється взаємодією нейрогормональних факторів, гормональної сигналізації та клітинних сигнальних шляхів. Відомо, що ювенільний гормон сприяє пролонгуванню політенізації, тоді як екдизон, навпаки, ініціює метаморфоз і залялькування [57; 75, 98]. Порушення цього гормонального балансу може призводити до затримки розвитку або атипових змін у клітинному циклі.

Як було показано вище, нікотин здатен впливати на рівень дофаміну та, опосередковано, на гормональний фон організму, включно з ювенільним гормоном і екдизоном. Додатково, нікотин може індукувати окиснювальний стрес, що негативно впливає на життєздатність дофамінергічних нейронів і тим самим змінює гормональну регуляцію розвитку.

Окремої уваги заслуговує потенційний вплив нікотину на інсуліновий сигнальний шлях (IIS), який регулює ріст, проліферацію та метаболізм. Оскільки екдизон є антагоністом цього каскаду [54], втручання нікотину у баланс між IIS та екдизоном може впливати на процеси політенізації.

Ще один можливий шлях дії – зміна метаболізму стеролів, зокрема холестеролу, який є попередником екдизону. Відомо, що нікотин може впливати на транспорт і рівень стеролів у клітинах, опосередковано змінюючи доступність екдизону [49; 85].

Таким чином, питання впливу нікотину на політенізацію потребує подальших досліджень. Відомі механізми показують, що цей вплив може реалізовуватися через кілька сигнальних шляхів, включаючи зміни в дофамінергічній системі, окиснювальний стрес, модуляцію IIS та баланс стероїдів. Дослідження цих процесів може не лише поглибити розуміння регуляції клітинного циклу у комах, але й допомогти вивчити загальні принципи гормональної регуляції та впливу токсичних факторів на розвиток і диференціацію клітин.

ВИСНОВКИ

Пероральна експозиція нікобустера викликає дозозалежну затримку розвитку, зниження плодючості та підвищення постембріональної смертності у *D. melanogaster*.

Нікотин активує компенсаторні механізми у вигляді підвищення ступеня політенізації, збільшуючи геномну копійність ядер клітин слинних залоз, що може бути адаптивною відповіддю на токсичний стрес.

Стаття надійшла до редакції 30.06.2025

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева Т. Г., Шерен А. В., Білоконь С. В. Оцінка впливу харчових барвників на *Drosophila melanogaster* Meigh. Вісн. ОНУ. Біологія. 2020. Т. 25, вип. 1(46), С. 55–66. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205811](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205811)
2. Атраментова Л. А., Утевська О. М. Статистичні методи в біології: Підручник. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. 288с.
3. Алексеева Т. Г., Білоконь С. В. Політенні хромосоми *Drosophila melanogaster* : метод. вказівки до великого спец. практикуму. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. 2019. 58 с.
4. Скоробагатько Д. А., Страшний В. Ю., Мазилів А. А. Компоненты приспособленности в потомстве *Drosophila melanogaster* после острого γ -облучения. *Фактори експ. еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 78–82.
5. Almeida Machado Costa C. M., X.-F. Wang, C. Ellsworth, W.-M. Deng. Polyploidy in development and tumor models in *Drosophila*, *Seminars in Cancer Biology*. 2022. V. 81. P. 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2021.09.011>
6. Aizono Y., Endo Y., Sattelle D. B., Shirai Y. Prothoracicotrophic hormone-producing neurosecretory cells in the silkworm *Bombyx mori*, express a muscarinic acetylcholine receptor. *Brain Res*. 1997. V. 763. P. 131–136. doi: 10.1016/S0006-8993(97)00496-4
7. Bailey E. C., Kobielski S., Park J., Losick V. P. Polyploidy in tissue repair and regeneration. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. 2021. 13(10), a040881. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040881>
8. Bainton R. J., Tsai L. T., Singh C.M., Moore M. S., Neckameyer W.S., Heberlein U. Dopamine modulates acute responses to cocaine, nicotine and ethanol in *Drosophila*. *Curr Biol CB*. 2000. V. 10(4). P. 187–94. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(00\)00336-5](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(00)00336-5)

9. Baumann A. A., Texada M. J., Chen H. M., Etheredge J. N., Miller D. L., Picard S., Warner R., Truman J. W., Riddiford L. M. Genetic tools to study juvenile hormone action in *Drosophila*. *Sci Rep*. 2017. V. 7, 2132. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02264-4>
10. Beckstead R. B., Lam G., Thummel C. S. Specific transcriptional responses to juvenile hormone and ecdysone in *Drosophila*. *Insect biochemistry and molecular biology*. 2007. V. 37(6). P. 570–578. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2007.03.001>
11. Britton J. S., Edgar B. A. Environmental control of the cell cycle in *Drosophila*: nutrition activated mitotic and endoreduplicative cells by distinct mechanisms. *Development*. 1998. V.125: 2149–2158. <https://doi.org/10.1242/dev.125.11.2149>
12. Cai M. J., Liu W., Pei X. Y., Li X. R., He H. J., Wang J. X., Zhao X. F. Juvenile hormone prevents 20-hydroxyecdysone-induced metamorphosis by regulating the phosphorylation of a newly identified broad protein. *The Journal of biological chemistry*. 2014. V. 289(38), P. 26630–26641. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.581876>
13. Celniker S. E., Dillon L. A. L., Gerstein M. B., Gunsalus K. C., Henikoff S., Karpen G.H., et al. Unlocking the secrets of the genome. *Nature*. 2009 V. 459 (7249). P. 927–930. <https://doi.org/10.1038/459927a>
14. Chien S., Reiter LT, Bier E., Gribskov M. Homophila: human disease gene cognates in *Drosophila*. *Nucleic Acids Res*. 2002. V. 30(1). P. 149–51. <https://doi.org/10.1093/nar/30.1.149>
15. Chintapalli V. R., Wang J., Dow J. A. T. Using FlyAtlas to identify better *Drosophila melanogaster* models of human disease. *Nat Genet*. 2007 V. 39(6). P.715–720. <https://doi.org/10.1038/ng2049>
16. Cornelius M. D., Day N. L. Developmental consequences of prenatal tobacco exposure. *Current opinion in neurology*. 2009. V. 22(2). P. 121–125. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328326f6dc>
17. Deng W.M., Althausen C, Ruohola-Baker H. Notch-Delta signaling induces a transition from mitotic cell cycle to endocycle in *Drosophila* follicle cells. *Development*. 2001 V. 128(23). P. 4737–4746. <https://doi.org/10.1242/dev.128.23.4737>
18. Denver R. J. (1997). Environmental stress as a developmental cue: corticotropin releasing hormone is a proximate mediator of adaptive phenotypic plasticity in amphibian metamorphosis. *Horm. Behav*. 31, 169–179. <https://doi.org/10.1006/hbeh.1997.1383>
19. Deveci D., Martin F. A., Leopold P., Romero N. M. AstA signaling functions as an evolutionary conserved mechanism timing juvenile to adult transition. *Curr. Biol*. 2019. V. 29, 813.e–822.e. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.01.053>
20. Dubrovsky E. B. Hormonal cross talk in insect development. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2005. V. 16, I. 1, 6 – 11. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2004.11.003>
21. Dupuis J., Louis T., Gauthier M., Raymond V. Insights from honeybee (*Apis mellifera*) and fly (*Drosophila melanogaster*) nicotinic acetylcholine receptors: from genes to behavioral functions. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012. V.36(6). P. 1553–1564. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.04.003>
22. Dyka L. D., Shakina L. A., Strashnyuk V. Yu., Shckorbatov Yu. G. Effects of 36,6 GHz and static magnetic field on degree of endoreduplication in *Drosophila melanogaster* polytene chromosomes. *Int J Radiat Biol*. 2016. V. 92. P. 222–227. <https://doi.org/10.3109/09553002.2016.1137105>
23. Edgar B. A., Orr-Weaver T. L. Endoreplication cell cycles: more for less. *Cell*. 2001. V. 105, P. 297–306. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(01\)00334-8](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(01)00334-8)
24. Edgar B., Zielke N., Gutierrez C. Endocycles: a recurrent evolutionary innovation for post-mitotic cell growth. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol*. 2014. V. 15. P. 197–210. <https://doi.org/10.1038/nrm3756>
25. El-Merhie N., Krüger A., Uliczka K., Papenmeier S., Roeder T., Rabe K. F., Wagner C., Angstmann H., Krauss-Etschmann S. Sex dependent effect of maternal e-nicotine on F₁ *Drosophila* development and airways. *Sci Rep*. 2021 V. 11(1). P. 4441. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81607-8>
26. Fayyazuddin A., Zaheer M. A., Hiesinger P. R., Bellen H. J. The nicotinic acetylcholine receptor Dalpha7 is required for an escape behavior in *Drosophila*. *PLoS Biol*. 2006. V. 4(3). P. e63. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040063>
27. Fráková V., Koprivý L., Pařová M., Kolarčík V., Mártonfi P. Evaluation of endopolyploidy patterns in selected *Capsicum* and *Nicotiana* species (*Solanaceae*). *Biologia*. 2021. V. 76. P. 2079–2092. <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00704-1>
28. Fox D. T., Duronio R. J. Endoreplication and polyploidy: insights into development and disease. *Development (Cambridge, England)*. 2013. V. 140(1). P. 3–12. <https://doi.org/10.1242/dev.080531>
29. Fuenzalida-Uribe N., Meza R.C., Hoffmann H.A., Varas R., Campusano J. M. nAChR-induced octopamine release mediates the effect of nicotine on a startle response in *Drosophila melanogaster*. *J Neurochem*. 2013 V. 125(2). P.281–290. <https://doi.org/10.1111/jnc.12161>

30. Gilbert, L. I., Goodman, W. Chemistry, metabolism, and transport of hormones controlling insect metamorphosis. In: Gilbert, L.I., Frieden, E. (eds). *Metamorphosis*. Springer, Boston, MA. 1981. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3246-6_5
31. Gotthard K., Nylin S. Adaptive plasticity and plasticity as an adaptation: a selective review of plasticity in animal morphology and life history. *Oikos*. 1995. V. 74, 3–17. <https://doi.org/10.2307/3545669>
32. Gramates L. S., Marygold S. J., Santos G. D., Urbano J.-M., Antonazzo G., Matthews B. B., et al. FlyBase at 25: looking to the future. *Nucleic Acids Res.* 2017 V. 45(D1). D663–671. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1016>
33. Grauso M., Reenan R. A., Culetto E., Sattelle D. B. Novel putative nicotinic acetylcholine receptor subunit genes, Dalpha5, Dalpha6 and Dalpha7, in *Drosophila melanogaster* identify a new and highly conserved target of adenosine deaminase acting on RNA-mediated A-to-I pre-mRNA editing. *Genetics*. 2002 V. 160(4). P. 1519–1533. <https://doi.org/10.1093/genetics/160.4.1519>
34. Grillo M., Furriols M., de Miguel C., Franch-Marro X., Casanova J. Conserved and divergent elements in Torso RTK activation in *Drosophila* development. *Sci Rep*. 2012. 2. 762 <https://doi.org/10.1038/srep00762>
35. Gruntenko N. E., Karpova E. K., Adonyeva N. V., Chentsova N. A., Faddeeva N. V., Alekseev A. A., Rauschenbach I. Y. Juvenile hormone, 20-hydroxyecdysone and dopamine interaction in *Drosophila virilis* reproduction under normal and nutritional stress conditions. *Journal of insect physiology*. 2005. V. 51(4). P. 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.01.007>
36. Gruntenko N. E., Karpova E. K., Alekseev A. A., Chentsova N. A., Saprykina Z. V., Bownes M., Rauschenbach I. Y. Effects of dopamine on juvenile hormone metabolism and fitness in *Drosophila virilis*. *Journal of insect physiology*, 2005. V. 51(9). P. 959–968. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.04.010>
37. Huang X., Warren J. T., Gilbert L. I. New players in the regulation of ecdysone biosynthesis. *J. Genet. Genomics*. 2008. V. 35, 1–10. [https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(08\)60001-6](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(08)60001-6)
38. Imura E., Shimada-Niwa Y., Nishimura T., Hückesfeld S., Schlegel P., Ohhara Y., et al. The Corazonin-PTTH neuronal axis controls systemic body growth by regulating basal ecdysteroid biosynthesis in *Drosophila melanogaster*. *Curr. Biol.* 2020. V. 30. 2156.e–2165.e. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.050>
39. Jindra M., Palli S. R., Riddiford L. M. The juvenile hormone signaling pathway in insect development. *Annu. Rev. Entomol.* 2013. V. 58, P. 181–204.
40. Kaun K.R., Devineni A.V., Heberlein U. *Drosophila melanogaster* as a model to study drug addiction. *Hum Genet.* 2012. V. 131, P. 959–975. <https://doi.org/10.1007/s00439-012-1146-6>
41. Kawakami A., Kataoka H., Oka T., Mizoguchi A., Kimura-Kawakami M., Adachi T., et al. Molecular cloning of the *Bombyx mori* prothoracicotropic hormone. *Science*. 1990. V. 247, 1333–1335. <https://doi.org/10.1126/science.2315701>
42. Kayukawa T., Nagamine K., Ito Y., Nishita Y., Ishikawa Y., Shinoda T. *Krüppel* homolog 1 inhibits insect metamorphosis via direct transcriptional repression of Broad-Complex, a pupal specifier gene. *J. Biol. Chem.* 2016. V. 291(4). P. 1751–1762. <https://doi.org/10.1074/jbc.M115.686121>
43. King I., Tsai L. T., Pflanz R., Voigt A., Lee S., Jackle H., et al. *Drosophila* tao controls mushroom body development and ethanol-stimulated behavior through par-1. *J Neurosci Off J Soc Neurosci*. 2011. V. 31(3). P. 1139–1148.
44. Larkins B. A., Dilkes B. P., Dante R. A., Coelho C. M., Woo Y., Liu Y. Investigating hows and whys of DNA endoreduplication. *J Exp Bot.* 2001. V. 52. P. 183–194. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.355.183>
45. Lessells C. M. Neuroendocrine control of life histories: what do we need to know to understand the evolution of phenotypic plasticity? *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2008. V. 363, P. 1589–1598. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0008>
46. Leitch A.R., Leitch I.J. Genome evolution: On the nature of trade-offs with polyploidy and endopolyploidy. *Curr. Biol.* 2022. V. 32(18). P. 952–954. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.012>
47. Li T.R., White, K.P. Tissue-specific gene expression and ecdysone-regulated genomic networks in *Drosophila*. *Dev. Cell*. 2003. V. 5. P. 59–72. [https://doi.org/10.1016/s1534-5807\(03\)00192-8](https://doi.org/10.1016/s1534-5807(03)00192-8)
48. Lightman S. L., Conway-Campbell B. L. The crucial role of pulsatile activity of the HPA axis for continuous dynamic equilibration. *Nat. Rev. Neurosci.* 2010. V. 11, P. 710–718. <https://doi.org/10.1038/nrn2914>
49. Liu Z., Huang X. Lipid metabolism in *Drosophila*: development and disease. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 2013. V. 45, I. 1. P. 44–50. <https://doi.org/10.1093/abbs/gms105>
50. Losick V. P., Fox D. T., Spradling A. C. Polyploidization and cell fusion contribute to wound healing in the adult *Drosophila* epithelium. *Curr Biol.* 2013. V. 23. P. 2224–2232. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.09.029>
51. Marguerat S., Bähler J. Coordinating genome expression with cell size. *Trends in Genetics*. 2012. V. 28. P. 560–565. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2012.07.003>
52. McBrayer Z., Ono H., Shimell M.J., Parvy J.-P., Beckstead R. B., Warren J. T., C. S. Thummel, C. Dauphin-Villemant, L. I. Gilbert, M.B. O'Connor. Prothoracicotropic hormone regulates developmental timing

- and body size in *Drosophila*. *Developmental Cel.*, 2007, V. 13, I.6. P. 857-871. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2007.11.003>
53. Mehrotra S., Maqbool S.B., Kolpakas A., Murnen K., Calvi B.R. Endocycling cells do not apoptose in response to DNA rereplication genotoxic stress. *Genes Dev.* 2008. V. 22. P. 3158–3171. <https://doi.org/10.1101/gad.1710208>
54. Mirth, C. K., Tang, H. Y., Makohon-Moore, S. C., Salhadar, S., Gokhale, R. H., Warner, R. D., Koyama, T., Riddiford, L. M., & Shingleton, A. W. Juvenile hormone regulates body size and perturbs insulin signaling in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2014. V. 111(19), P. 7018–7023. <https://doi.org/10.1073/pnas.1313058111>
55. Mizoguchi A., Dedos S. G., Fugo H., Kataoka H. Basic pattern of fluctuation in hemolymph PTTH titers during larval-pupal and pupal-adult development of the silkworm, *Bombyx mori*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 2002. V. 127. P. 181–189. [https://doi.org/10.1016/s0016-6480\(02\)00043-6](https://doi.org/10.1016/s0016-6480(02)00043-6)
56. Morris M., Shaw A., Lambert M., Perry H. H., Lowenstein E., Valenzuela D., Velazquez-Ulloa N.A. Developmental nicotine exposure affects larval brain size and the adult dopaminergic system of *Drosophila melanogaster*. *BMC Developmental Biology*. 2018. V. 18. 13 <https://doi.org/10.1186/s12861-018-0172-6>
57. Nässel D. R., Zandawala M. Hormonal axes in *Drosophila*: regulation of hormone release and multiplicity of actions. *Cell and tissue research*. 2020. V. 382(2). P. 233–266. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03264-z>
58. Nesterkina M., Bilokon S., Aliksieieva T., Chubyk I., Kravchenko I. The influence of monoterpenoids and phenol derivatives on *Drosophila melanogaster* viability. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2018. V. 21(3). P. 793-796. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.06.004>
59. Nesterkina M., Bilokon S., Aliksieieva T., Chebotar S., Kravchenko I. Toxic effect and genotoxicity of carvacrol ethers in *Drosophila melanogaster*. *Mutation research*. 2020. V. 821. 111713. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2020.111713>
60. Noguchi H., Hayakawa Y. Role of dopamine at the onset of pupal diapause in the cabbage armyworm *Mamestra brassicae*. *FEBS Lett.* 1997. V. 413, P. 157–161. [https://doi.org/10.1016/s0014-5793\(97\)00848-x](https://doi.org/10.1016/s0014-5793(97)00848-x)
61. Omelchenko N., Roy P., Balcita-Pedicino J.J., Poloyac S., Sesack S.R. Impact of prenatal nicotine on the structure of midbrain dopamine regions in the rat. *Brain Struct Funct.* 2016. V. 221(4). P. 1939–53. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1014-y>
62. Oncken C., Ricci K.A., Kuo C.L., Dornelas E., Kranzler H.R., Sankey H.Z. Correlates of electronic cigarettes use before and during pregnancy. *Nicotine Tob Res.* 2017. V. 19(5). P. 585-590. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntw225>
63. Pauly J.R., Sparks J.A., Hauser K.F., Pauly T.H. *In utero* nicotine exposure causes persistent, gender-dependant changes in locomotor activity and sensitivity to nicotine in C57Bl/6 mice. *Int J Dev Neurosci.* 2004. V. 22(5-6). P. 329-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2004.05.009>
64. Rauschenbach I. Y., Chentsova N. A., Alekseev A. A., Gruntenko N. E., Adonyeva N. V., Karpova E. K., Komarova T. N., Vasiliev V. G., Bownes M. Dopamine and octopamine regulate 20-hydroxyecdysone level *in vivo* in *Drosophila*. *Archives of insect biochemistry and physiology*. 2007. V. 65(2), P. 95–102. <https://doi.org/10.1002/arch.20183>
65. Ren D., Song J., Ni M., Kang L., Guo W. Regulatory mechanisms of cell polyploidy in insects. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2020. V. 8. P. 361 <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00361>
66. Ren J., Sun J., Zhang Y., Liu T., Ren Q., Li Y., Guo A. Down-regulation of Decapping Protein 2 mediates chronic nicotine exposure-induced locomotor hyperactivity in *Drosophila*. *PloS One*. 2012. V. 7(12): e52521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052521>
67. Rewitz, K. F., Yamanaka, N., Gilbert, L. I., & O'Connor, M. B. The insect neuropeptide PTTH activates receptor tyrosine kinase torso to initiate metamorphosis. *Science*, 2009. V. 326 (5958), 1403–1405. <https://doi.org/10.1126/science.1176450>
68. Rimal S., Lee Y. Molecular sensor of nicotine in taste of *Drosophila melanogaster*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2019. V. 111. 103178. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103178>
69. Rodman T. C. DNA replication in salivary gland nuclei of *Drosophila melanogaster* at successive larval and prepupal stages. *Genetics*. 1967. V. 55. P. 375–386. <https://doi.org/10.1093/genetics/55.3.375>
70. Rockwell A.L., Beaver I., Hongay C.F. A direct and simple method to assess *Drosophila melanogaster*'s viability from embryo to adult. *J Vis Exp*. 2019. V. 27;(150). <https://doi.org/10.3791/59996>
71. Rothenfluh A, Threlkeld R.J., Bainton R.J., Tsai L.T., Lasek A.W., Heberlein U. Distinct behavioral responses to ethanol are regulated by alternate RhoGAP18B isoforms. *Cell*. 2006. V. 127(1). P. 199-211. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.09.010>
72. Roy T. S., Seidler F. J., Slotkin T. A. Prenatal nicotine exposure evokes alterations of cell structure in hippocampus and somatosensory cortex. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*. 2002. V. 300, I.1, 124 – 133. <https://doi.org/10.1124/jpet.300.1.124>

73. Sanchez-Díaz I., Rosales-Bravo F., Reyes-Taboada J. L., Covarrubias A. A., Narvaez-Padilla V., Reynaud E. The *esg* gene is involved in nicotine sensitivity in *Drosophila melanogaster*. *Plos One*. 2015. 10(7), e0133956 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133956>
74. Santiago S.E, Huffman K.J. Postnatal effects of prenatal nicotine exposure on body weight, brain size and cortical connectivity in mice. *Neurosci Res*. 2012. 73(4) 282-91. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2012.05.005>
75. Shakina L.A., Strashnyuk V.Yu. Genetic, molecular, and humoral endocycle-regulating mechanisms. *Russ J Genet*. 2011. V. 47. P. 1151–1160.
76. Shcherbata HR, Althausen C, Findley SD, Ruohola-Baker H. The mitotic-to-endocycle switch in *Drosophila* follicle cells is executed by Notch-dependent regulation of G1/S, G2/M and M/G1 cell-cycle transitions. *Development*. 2004. V. 131(13). P.3169-81. <https://doi.org/10.1242/dev.01172>
77. Shimell M., Pan X., Martin F.A., Ghosh A.C., Leopold P., O'Connor M.B., Romero N.M. Prothoracicotropic hormone modulates environmental adaptive plasticity through the control of developmental timing. *Development* (2018). 145 (6). dev159699. <https://doi.org/10.1242/dev.159699>
78. Skorobagatko D. A., Mazilov A. A., Strashnyuk V. Y. Endoreduplication in *Drosophila melanogaster* progeny after exposure to acute γ -irradiation. *Radiat Environ Biophys*. 2020. V. 59. P. 211–220. <https://doi.org/10.1007/s00411-019-00828-8>
79. Slotkin T. A. Cholinergic systems in brain development and disruption by neurotoxicants: nicotine, environmental tobacco smoke, organophosphates. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2004. V. 198(2). P. 132–151. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2003.06.001>
80. Smith A.M., Dwoskin L.P., Pauly J.R. Early exposure to nicotine during critical periods of brain development: Mechanisms and consequences. *J Pediatr Biochem*. 2010. V. (2). P. 125–141. <https://doi.org/10.3233/JPB-2010-0012>
81. Smykal V., Daimon T., Kayukawa T., Takaki K., Shinoda T., Jindra M. Importance of juvenile hormone signaling arises with competence of insect larvae to metamorphose. *Dev. Biol*. 2014. V. 390. P. 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2014.03.006>
82. Strashnyuk V. Yu., Al-Hamed S., Nepeivoda S.N., Shakhbazov V.G. (1997) Cytogenetic and cytobiophysical investigation of mechanisms of temperature adaptation and heterosis in *Drosophila melanogaster* Meig. *Genetika*, V.33(6). P. 793–799
83. Strashnyuk V.Y., Shakina L.A. & Skorobagatko D.A. Variability of polyteny of giant chromosomes in *Drosophila melanogaster* salivary glands. *Genetica*. 2023. V. 151, P. 75–86. <https://doi.org/10.1007/s10709-022-00168-4>
84. Strashnyuk V., Vakulenko E., Koptevtsova Y. Seasonal variation in endoreduplication and polyteny in the fruit fly *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae): How does it contribute to adaptation? *EJE*. 2025. V. 122, Article 1-10. <https://doi.org/10.14411/eje.2025.001>
85. Texada M. J., Lassen M., Pedersen L. H., Koyama T., Malita A., Rewitz K. . Insulin signaling couples growth and early maturation to cholesterol intake in *Drosophila*. *Current Biology*, V. 32, I. 7, P. 1548 - 1562.e6 <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.02.021>
86. Thummel C. S., Chory J. Steroid signaling in plants and insects – common themes, different pathways. *Genes Dev*. 2002. 169240. P. 3113-3129. <https://doi.org/10.1101/gad.1042102>
87. Truman J. W., Riddiford L. M. Physiology of insect rhythms. 3. The temporal organization of the endocrine events underlying pupation of the tobacco hornworm. *J. Exp. Biol*. 1974. V. 60(2). P. 371–382. <https://doi.org/10.1242/jeb.60.2.371>
88. Truman J. W., Riddiford L. M. *Drosophila* postembryonic nervous system development: a model for the endocrine control of development. *Genetics*. 2023. V. 2;223(3). <https://doi.org/10.1093/genetics/iyac184>
89. Velazquez-Ulloa N. A. A *Drosophila* model for developmental nicotine exposure. *PloS one*. 2017. V. 12(5), e0177710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177710>
90. Wagner N. J., Camerota M., Propper C.. Prevalence and perceptions of electronic cigarette use during pregnancy. *Matern Child Health J*. 2017. V. 21(8). P.1655-1661. <https://doi.org/10.1007/s10995-016-2257-9>
91. Wilson T. G. The molecular site of action of juvenile hormone and juvenile hormone insecticides during metamorphosis: how these compounds kill insects. *Journal of Insect Physiology*. 2004. V. 50, I. 2–3. P. 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2003.12.004>
92. Wu Z., Guo W., Yang L., He Q., Zhou S. Juvenile hormone promotes locust fat body cell polyploidization and vitellogenesis by activating the transcription of Cdk6 and E2f1. *Insect Biochem. Mol. Biol*. 2018. V. 102, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2018.09.002>
93. Xiang J., Bandura J., Zhang P., Jin Y., Reuter H., Edgar B.A. EGFR-dependent TOR-independent endocycles support *Drosophila* gut epithelial regeneration. *Nat Commun*. 2017. V. 8. P. 1–13. <https://doi.org/10.1038/ncomms15125>

94. Yamamoto, S., Jaiswal, M., Charnig, W.-L. et al. A *Drosophila* genetic resource of mutants to study mechanisms underlying human genetic diseases. *Cell*. 2014. V. 159(1). P. 200–214. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.09.002>
95. Yamanaka N., Rewitz K. F., O'Connor M. B. Ecdysone control of developmental transitions: lessons from *Drosophila* research. *Annu. Rev. Entomol.* 2013. V. 58. P. 497–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153608>
96. Yamazaki T. Measurement of fitness and its components in six laboratory strains of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*. 1984. V. 108. P. 201–211. <https://doi.org/10.1093/genetics/108.1.201>
97. Zhang Y, Guo J, Guo A, Li Y. Nicotine-induced acute hyperactivity is mediated by dopaminergic system in a sexually dimorphic manner. *Neuroscience*. 2016. V. 332. P. 149–59. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.043>
98. Zhang, X., Li, S., & Liu, S. Juvenile hormone studies in *Drosophila melanogaster*. *Frontiers in physiology*. 2022. V. 12, 785320. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.785320>
99. Zielke N., Kim K.J., Tran V., Shibutani S.T., Bravo M.J., Nagarajan S., van Straaten M., Woods B., von Dassow G., Rottig C., Lehner C.F., Grewal S.S., Duronio R.J., Edgar B.A. Control of *Drosophila* endocycles by E2F and CRL4CDT2. *Nature*. 2011. V. 480. P. 123–127.

С. В. Білоконь, Т. Г. Алексєєва, В. О. Сачалко

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики, вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ОНТОГЕНЕЗ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ЯК МІШЕНЬ НІКОТИНОВОЇ ТОКСИЧНОСТІ. ПОВІДОМЛЕННЯ І

Резюме

Проблема. Незважаючи на відомі ризики, нікотин – як у вигляді традиційних сигарет, так і з використанням інших способів вживання – є широко вживаним у світі, у тому числі і жінками під час вагітності. Велика кількість досліджень присвячена механізмам впливу нікотину на різні аспекти здоров'я населення, однак нікотинові ефекти у ранньому онтогенезі залишаються недостатньо вивченими. Попри те, що *Drosophila melanogaster* активно використовується як модель для вивчення дії нікотину, більшість досліджень зосереджені на ефектах у дорослих особин – поведінкових змінах, активації nAChR та впливі на дофамінергічну систему. Натомість залишається мало вивченим вплив нікотину на ранні етапи розвитку, особливо на личинкову стадію, що характеризується активним ростом, метаболізмом і гормональною регуляцією. Личинка, як активна живильна стадія у онтогенезі дрозофіли, потенційно є головною мішенню для токсикантів, які потрапляють через шлунково-кишковий тракт. Вплив нікотину саме на ранні стадії онтогенезу *Drosophila*, зокрема на личинок, є вивченим фрагментарно, хоча і є відомості про порушення нейроендокринної координації метаморфозу. Крім того, на клітинному рівні розвиток личинки супроводжується явищем політенізації, що залежить як від гормонального балансу, так і від дії зовнішніх чинників, включаючи токсиканти. Однак роль нікотину у зміні патернів політенізації, що може виступати чутливим індикатором стресу та метаболічної адаптації, досі лишається практично не дослідженою. Таким чином, вивчення ефектів перорального надходження нікотину в онтогенезі дрозофіли є важливим як для розуміння фунда-

ментальних механізмів дії цієї речовини, так і для екстраполяції даних на інші біологічні об'єкти.

Мета. Оцінити вплив нікотину з нікобустера на онтогенез *Drosophila melanogaster*, включно з темпами розвитку, плодючістю, виживаністю та ступенем політенізації клітин слинних залоз на личинковій стадії.

Методика.

Мух *Drosophila melanogaster* дикого типу лінії Canton-S вирощували на стандартному живильному середовищі з додаванням комерційного нікобустера, призначеного для електронних сигарет з концентраціями нікотину 0,1, 0,2 та 0,3 мг/мл, а також на контрольному середовищі без нікотину. У дослідних і контрольному варіантах визначали тривалість розвитку (LT_{50}), репродуктивну здатність, тривалість життя і постембріональну загибель нащадків. Клітинну відповідь на нікотинове навантаження досліджували на моделі політенних хромосом слинних залоз личинок третього віку, визначаючи частоту стривальності ядер з різним ступенем політенізації та показник середньої політенії. Статистичний аналіз включав t-критерій Стюдента, критерії Пірсона і Краскела-Уоліса для виявлення достовірних відмінностей між варіантами.

Основні результати.

Нікотин з рідин для електронних сигарет викликає дозозалежну затримку онтогенезу *Drosophila melanogaster*, що проявлюється на всіх стадіях розвитку – від ембріональної до імаго. При мінімальній концентрації (0,1 мг/мл) фіксували уповільнення метаморфозу, а у варіантах з 0,2 та 0,3 мг/мл спостерігали істотне зменшення кількості лялечок, зростання часу їх появи та суттєве зниження виживаності личинок. Встановлені зменшення загальної кількості імаго у 4–5 разів і рівень постембріональної загибелі до 40%, що свідчить про сильну токсичність нікотину для преімагінальних стадій. Разом із цим, незважаючи на загальне пригнічення життєвих функцій, було виявлено підвищення ступеня політенізації клітин слинних залоз личинок, вирощених на нікотин-вмісному середовищі. Найвищий рівень політенії було зафіксовано при концентрації 0,2 мг/мл, що супроводжувалося збільшенням долі клітин, які досягли 9–10 циклів ендоредуплікації. Цей ефект може відображати активацію компенсаторних клітинних механізмів у відповідь на токсичне навантаження, зокрема за участі гормональних регуляторів, таких як ювенільний гормон і екдизон.

Висновки. Пероральна експозиція нікобустера викликає дозозалежну затримку розвитку, зниження плодючості та підвищення постембріональної смертності у *D. melanogaster*. Нікотин активує компенсаторні механізми у вигляді підвищення ступеня політенізації, збільшуючи геномну копійність ядер клітин слинних залоз, що може бути адаптивною відповіддю на токсичний стрес.

Ключові слова: *Drosophila melanogaster*, нікобустер, нікотин, розвиток, політенні хромосоми, плодючість, фітнес, токсичний стрес

S. V. Bilokon, T. G. Aliksieieva, V. O. Sachalko

Odesa I. I. Mechnikov National University, Department of Molecular Biology, Biochemistry and Genetics, 2 Zmiiienka Vsevoloda St, Odesa 65082, Ukraine, e-mail: s.v.belokon@onu.edu.ua

ONTOGENESIS OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* AS A TARGET OF NICOTINE TOXICITY. PART I

Summary

Introduction. Despite the well-documented risks, nicotine continues to be widely used globally, both through traditional cigarettes and alternative delivery methods, including among pregnant women. Although many studies have addressed the mechanisms of nicotine's impact on human health, its effects during early ontogenesis remain poorly understood. While *Drosophila melanogaster* is extensively used as a model to study nicotine exposure, most research has focused on adult flies: examining behavioral changes, activation of nicotinic acetylcholine receptors (nAChRs), and effects on the dopaminergic system. In contrast, the impact of nicotine on early developmental stages, particularly the larval stage, which is marked by intensive growth, metabolism, and endocrine regulation, has received much less attention. The larval stage, being the main feeding phase of the *Drosophila* life cycle, may be especially vulnerable to toxicants ingested via the gastrointestinal tract. Although some evidence suggests that nicotine disrupts neuroendocrine coordination of metamorphosis, its effects on larvae remain fragmented. At the cellular level, larval development is accompanied by polytenization, a process influenced by both hormonal balance and environmental factors, including toxicants. However, the role of nicotine in modulating polytenization patterns (potentially a sensitive indicator of stress and metabolic adaptation) has not yet been adequately explored. Therefore, investigating the effects of oral nicotine exposure during *Drosophila* development is essential for understanding its fundamental mechanisms of action and for extrapolating these findings to other biological systems.

Aim. To assess the impact of nicotine derived from a commercial nicotine booster (nicobooster) on *Drosophila melanogaster* development, including developmental timing, fertility, survival, and the degree of polytenization in salivary gland cells at the larval stage.

Methods. Wild-type *Drosophila melanogaster* (Canton-S strain) were reared on standard culture medium supplemented with a commercial nicotine booster designed for e-cigarettes at concentrations of 0.1, 0.2, and 0.3 mg/mL. A control group was reared on nicotine-free medium. Across experimental and control groups, the following parameters were measured: developmental duration (LT₅₀), reproductive capacity, adult lifespan, and post-embryonic mortality of offspring. Cellular responses to nicotine exposure were analyzed using the model of polytene chromosomes in third-instar larval salivary glands. Nuclear ploidy was assessed based on the frequency distribution of polytenization degrees and the mean polyteny index. Statistical analyses included Student's *t*-test, Pearson's chi-squared test, and Kruskal–Wallis test to determine significant differences among treatment groups.

Results. Nicotine from e-cigarette liquids caused a dose-dependent delay in *Drosophila melanogaster* ontogenesis, evident across all developmental stages, from embryo to imago. At the lowest concentration (0.1 mg/mL), a delay in metamorphosis was observed, while higher concentrations (0.2 and 0.3 mg/mL) led to a significant reduction in the number of pupae, increased time to pupation,

and decreased larval survival. The total number of adult flies was reduced 4–5-fold, with post-embryonic mortality reaching up to 40%, indicating substantial toxicity of nicotine for pre-imaginal stages. Interestingly, despite overall suppression of vital functions, an increase in the degree of polytenization was observed in the salivary gland cells of larvae reared on nicotine-containing medium. The highest polyteny levels occurred at 0.2 mg/mL, accompanied by an increased proportion of nuclei undergoing 9–10 endoreduplication cycles. This response may reflect the activation of compensatory cellular mechanisms under toxic stress, potentially mediated by endocrine regulators such as juvenile hormone and ecdysone.

Conclusions. Oral exposure to nicotine boosters induces a dose-dependent developmental delay, reduced fertility, and increased post-embryonic mortality in *D. melanogaster*. Nicotine triggers compensatory mechanisms such as enhanced polytenization, increasing genomic copy number in salivary gland cells, which may represent an adaptive response to toxic stress.

Keywords: *Drosophila melanogaster*, nicobooster, nicotine, development, polytene chromosomes, fertility, fitness, toxic stress

References

1. Aliexsieva, T.G., Sheren, A. V. & Bilokon, S. V. (2020). Otsinka vplyvu kharchovykh barvnykiv na *Drosophila melanogaster* Meigh [Assessment of influence of food dyes on *Drosophila melanogaster* Meigh]. *Odesa National University Herald. Biology*, 25(1(46)), 55–66. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205811](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205811) [in Ukrainian].
2. Atramentova, L. A., & Utevska, O. M. (2007). Statystychni metody v biolohii: Pidruchnyk. [Statistical Methods in Biology: Textbook] Kh.: KhNU imeni V. N. Karazina, 2007. 288s. [in Ukrainian].
3. Aliexsieva, T.G., & Bilokon S. V. Politenni khromosomy *Drosophila melanogaster* : metod. vkazivky do velykoho spets. praktykumu [Polytene chromosomes of *Drosophila melanogaster*: methodological guidelines for the Large Special Practicum] Odesa: Odesa I. I. Mechnikov National University. 58 pp. [in Ukrainian].
4. Skorobagatko, D. A., Strashnyuk, V. Yu., & Mazilov, A. A. (2015). Komponenty prysposoblenosti v potomstve *Drosophila melanogaster* Meig. posle ostroho γ -oblucheniya [Fitness components in the offsprings of *Drosophila melanogaster* Meig. after acute γ -irradiation]. *Factors in Experimental Evolution of Organisms*, T. 16. C. 78-82. [in Russian].
5. Almeida Machado Costa, C., Wang, X. F., Ellsworth, C., & Deng, W. M. (2022). Polyploidy in development and tumor models in *Drosophila*. *Seminars in cancer biology*, 81, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2021.09.011>
6. Aizono, Y., Endo, Y., Sattelle, D. B., and Shirai, Y. (1997). Prothoracicotrophic hormone-producing neurosecretory cells in the silkworm. *Bombyx mori*, express a muscarinic acetylcholine receptor. *Brain Res.* 763, 131–136. doi: 10. 1016/s0006-8993(97)00496-4
7. Bailey, E. C., Kobielski, S., Park, J., & Losick, V. P. (2021). Polyploidy in Tissue Repair and Regeneration. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 13(10), a040881. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040881>
8. Bainton, R. J., Tsai, L. T., Singh, C. M., Moore, M. S., Neckameyer, W. S., & Heberlein, U. (2000). Dopamine modulates acute responses to cocaine, nicotine and ethanol in *Drosophila*. *Current biology : CB*, 10(4), 187–194. [https://doi.org/10.1016/s0960-9822\(00\)00336-5](https://doi.org/10.1016/s0960-9822(00)00336-5)
9. Baumann, A.A., Texada, M.J., Chen, H.M., Etheredge J. N., Miller D. L., Picard S., Warner R., Truman J. W. & Riddiford L. M. (2017). Genetic tools to study juvenile hormone action in *Drosophila*. *Sci Rep* 7, 2132 <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02264-4>
10. Beckstead, R. B., Lam, G., & Thummel, C. S. (2007). Specific transcriptional responses to juvenile hormone and ecdysone in *Drosophila*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 37(6), 570–578. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2007.03.001>
11. Britton, J. S., & Edgar, B. A. (1998). Environmental control of the cell cycle in *Drosophila*: nutrition activates mitotic and endoreplicative cells by distinct mechanisms. *Development (Cambridge, England)*, 125(11), 2149–2158. <https://doi.org/10.1242/dev.125.11.2149>
12. Cai, M. J., Liu, W., Pei, X. Y., Li, X. R., He, H. J., Wang, J. X., & Zhao, X. F. (2014). Juvenile hormone prevents 20-hydroxyecdysone-induced metamorphosis by regulating the phosphorylation of a newly identified

- broad protein. *The Journal of biological chemistry*, 289(38), 26630–26641. <https://doi.org/10.1074/jbc.M114.581876>
13. Celniker, S. E., Dillon, L. A., Gerstein, M. B., Gunsalus, K. C., Henikoff, S., Karpen, G. H., Kellis, M., Lai, E. C., Lieb, J. D., MacAlpine, D. M., Micklem, G., Piano, F., Snyder, M., Stein, L., White, K. P., Waterston, R. H., & modENCODE Consortium (2009). Unlocking the secrets of the genome. *Nature*, 459(7249), 927–930. <https://doi.org/10.1038/459927a>
14. Chien, S., Reiter, L. T., Bier, E., & Gribskov, M. (2002). Homophila: human disease gene cognates in *Drosophila*. *Nucleic acids research*, 30(1), 149–151. <https://doi.org/10.1093/nar/30.1.149>
15. Chintapalli, V. R., Wang, J., & Dow, J. A. (2007). Using FlyAtlas to identify better *Drosophila melanogaster* models of human disease. *Nature genetics*, 39(6), 715–720. <https://doi.org/10.1038/ng2049>
16. Cornelius, M. D., & Day, N. L. (2009). Developmental consequences of prenatal tobacco exposure. *Current opinion in neurology*, 22(2), 121–125. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e328326f6dc>
17. Deng, W. M., Althausen, C., & Ruohola-Baker, H. (2001). Notch-Delta signaling induces a transition from mitotic cell cycle to endocycle in *Drosophila* follicle cells. *Development (Cambridge, England)*, 128(23), 4737–4746. <https://doi.org/10.1242/dev.128.23.4737>
18. Denver, R. J. (1997). Environmental stress as a developmental cue: corticotropin releasing hormone is a proximate mediator of adaptive phenotypic plasticity in amphibian metamorphosis. *Horm. Behav.* 31, 169–179. <https://doi.org/10.1006/hbeh.1997.1383>
19. Deveci, D., Martin, F. A., Leopold, P., & Romero, N. M. (2019). AstA signaling functions as an evolutionary conserved mechanism timing juvenile to adult transition. *Curr. Biol.* 29, 813.e–822.e. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.01.053>
20. Dubrovsky, E. B. (2005). Hormonal cross talk in insect development. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 16(1), 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2004.11.003>
21. Dupuis, J., Louis, T., Gauthier, M., & Raymond, V. (2012). Insights from honeybee (*Apis mellifera*) and fly (*Drosophila melanogaster*) nicotinic acetylcholine receptors: from genes to behavioral functions. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 36(6), 1553–1564. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.04.003>
22. Dyka, L. D., Shakina, L. A., Strashnyuk, V. Y., & Shchekorbatov, Y. G. (2016). Effects of 36.6 GHz and static magnetic field on degree of endoreduplication in *Drosophila melanogaster* polytene chromosomes. *International journal of radiation biology*, 92(4), 222–227. <https://doi.org/10.3109/09553002.2016.1137105>
23. Edgar, B. A., & Orr-Weaver, T. L. (2001). Endoreplication cell cycles: more for less. *Cell*, 105(3), 297–306. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(01\)00334-8](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(01)00334-8)
24. Edgar, B. A., Zielke, N., & Gutierrez, C. (2014). Endocycles: a recurrent evolutionary innovation for post-mitotic cell growth. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 15(3), 197–210. <https://doi.org/10.1038/nrm3756>
25. El-Merhie, N., Krüger, A., Uliczka, K., Papenmeier, S., Roeder, T., Rabe, K.F., Wagner, C., Angstmann, H., Krauss-Etschmann, S. (2021). Sex dependent effect of maternal e-nicotine on *F₁* *Drosophila* development and airways. *Sci Rep.* <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81607-8>
26. Fayyazuddin, A., Zaheer, M. A., Hiesinger, P. R., & Bellen, H. J. (2006). The nicotinic acetylcholine receptor Dalpha7 is required for an escape behavior in *Drosophila*. *PLoS biology*, 4(3), e63. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040063>
27. Fráková V., Koprivý L., Pařová M., Kolarčík V., & Mártonfi P. (2021). Evaluation of endopolyploidy patterns in selected *Capsicum* and *Nicotiana* species (*Solanaceae*). *Biologia* 76, 2079–2092 <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00704-1>
28. Fox, D. T., & Duronio, R. J. (2013). Endoreplication and polyploidy: insights into development and disease. *Development (Cambridge, England)*, 140(1), 3–12. <https://doi.org/10.1242/dev.080531>
29. Fuenzalida-Urbe, N., Meza, R. C., Hoffmann, H. A., Varas, R., & Campusano, J. M. (2013). nAChR-induced octopamine release mediates the effect of nicotine on a startle response in *Drosophila melanogaster*. *Journal of neurochemistry*, 125(2), 281–290. <https://doi.org/10.1111/jnc.12161>
30. Gilbert, L.I., & Goodman, W. (1981). Chemistry, metabolism, and transport of hormones controlling insect metamorphosis. In: Gilbert, L.I., Frieden, E. (eds) *Metamorphosis*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3246-6_5
31. Gotthard, K., & Nylin, S. (1995). Adaptive plasticity and plasticity as an adaptation: a selective review of plasticity in animal morphology and life history. *Oikos* 74, 3–17. <https://doi.org/10.2307/3545669>
32. Gramates, L. S., Marygold, S. J., Santos, G. D., Urbano, J. M., Antonazzo, G., Matthews, B. B., Rey, A. J., Tabone, C. J., Crosby, M. A., Emmert, D. B., Falls, K., Goodman, J. L., Hu, Y., Ponting, L., Schroeder, A. J., Strelets, V. B., Thurmond, J., Zhou, P., & the FlyBase Consortium (2017). FlyBase at 25: looking to the future. *Nucleic acids research*, 45(D1), D663–D671. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw1016>
33. Grauso, M., Reenan, R. A., Culetto, E., & Sattelle, D. B. (2002). Novel putative nicotinic acetylcholine receptor subunit genes, Dalpha5, Dalpha6 and Dalpha7, in *Drosophila melanogaster* identify a new and

- highly conserved target of adenosine deaminase acting on RNA-mediated A-to-I pre-mRNA editing. *Genetics*, 160(4), 1519–1533. <https://doi.org/10.1093/genetics/160.4.1519>
34. Grillo, M., Furriols, M., de Miguel, C., Franch-Marro, X., & Casanova, J. (2012). Conserved and divergent elements in Torso RTK activation in *Drosophila* development. *Sci. Rep.* 2. 762. <https://doi.org/10.1038/srep00762>
 35. Gruntenko, N. E., Karpova, E. K., Adonyeva, N. V., Chentsova, N. A., Faddeeva, N. V., Alekseev, A. A., & Rauschenbach, I. Y. (2005). Juvenile hormone, 20-hydroxyecdysone and dopamine interaction in *Drosophila* virilis reproduction under normal and nutritional stress conditions. *Journal of insect physiology*. 51(4), 417–425. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.01.007>
 36. Gruntenko, N. E., Karpova, E. K., Alekseev, A. A., Chentsova, N. A., Saprykina, Z. V., Bownes, M., & Rauschenbach, I. Y. (2005). Effects of dopamine on juvenile hormone metabolism and fitness in *Drosophila* virilis. *Journal of insect physiology*, 51(9), 959–968. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.04.010>
 37. Huang, X., Warren, J. T., & Gilbert, L. I. (2008). New players in the regulation of ecdysone biosynthesis. *Journal of genetics and genomics*. 35(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(08\)60001-6](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(08)60001-6)
 38. Imura, E., Shimada-Niwa, Y., Nishimura, T., Hückesfeld, S., Schlegel, P., Ohhara, Y., Kondo, S., Tanimoto, H., Cardona, A., Pankratz, M. J., & Niwa, R. (2020). The Corazonin-PTTH neuronal axis controls systemic body growth by regulating basal ecdysteroid biosynthesis in *Drosophila melanogaster*. *Current biology : CB*, 30(11), 2156–2165.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.050>
 39. Jindra, M., Palli, S. R., & Riddiford, L. M. (2013). The juvenile hormone signaling pathway in insect development. *Annual review of entomology*, 58, 181–204. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153700>
 40. Kaun, K.R., Devineni, A.V. & Heberlein, U. (2012). *Drosophila melanogaster* as a model to study drug addiction. *Hum Genet.* 131, 959–975 <https://doi.org/10.1007/s00439-012-1146-6>
 41. Kawakami, A., Kataoka, H., Oka, T., Mizoguchi, A., Kimura-Kawakami, M., Adachi, T., Iwami, M., Nagasawa, H., Suzuki, A., & Ishizaki, H. (1990). Molecular cloning of the *Bombyx mori* prothoracicotropic hormone. *Science (New York, N.Y.)*, 247(4948), 1333–1335. <https://doi.org/10.1126/science.2315701>
 42. Kayukawa, T., Nagamine, K., Ito, Y., Nishita, Y., Ishikawa, Y., & Shinoda, T. (2016). Krüppel Homolog 1 Inhibits Insect Metamorphosis via Direct Transcriptional Repression of Broad-Complex, a Pupal Specifier Gene. *The Journal of biological chemistry*, 291(4), 1751–1762. <https://doi.org/10.1074/jbc.M115.686121>
 43. King, I., Tsai, L. T., Pflanz, R., Voigt, A., Lee, S., Jäckle, H., Lu, B., & Heberlein, U. (2011). *Drosophila* tao controls mushroom body development and ethanol-stimulated behavior through par-1. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 31(3), 1139–1148. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4416-10.2011>
 44. Larkins, B. A., Dilkes, B. P., Dante, R. A., Coelho C. M., Woo, Y., & Liu, Y. (2001) Investigating hows and whys of DNA endoreduplication. *J Exp Bot.* 52. 183–194. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.355.183>
 45. Lessells, C. K. (2008). Neuroendocrine control of life histories: what do we need to know to understand the evolution of phenotypic plasticity? *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 363(1497), 1589–1598. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.0008>
 46. Leitch, A.R., & Leitch, I.J. (2022). Genome evolution: On the nature of trade-offs with polyploidy and endopolyploidy. *Curr. Biol.* 32. 952–954. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.08.012>
 47. Li, T. R., & White, K. P. (2003). Tissue-specific gene expression and ecdysone-regulated genomic networks in *Drosophila*. *Developmental cell*. 5(1), 59–72. [https://doi.org/10.1016/s1534-5807\(03\)00192-8](https://doi.org/10.1016/s1534-5807(03)00192-8)
 48. Lightman, S. L., & Conway-Campbell, B. L. (2010). The crucial role of pulsatile activity of the HPA axis for continuous dynamic equilibration. *Nature reviews. Neuroscience*, 11(10), 710–718. <https://doi.org/10.1038/nrn2914>
 49. Liu, Z., & Huang, X. (2013). Lipid metabolism in *Drosophila*: development and disease. *Acta biochimica et biophysica Sinica*, 45(1), 44–50. <https://doi.org/10.1093/abbs/gms105>
 50. Losick, V. P., Fox, D. T., & Spradling, A. C. (2013). Polyploidization and cell fusion contribute to wound healing in the adult *Drosophila* epithelium. *Current biology : CB*, 23(22), 2224–2232. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.09.029>
 51. Marguerat, S., & Bähler, J. (2012). Coordinating genome expression with cell size. *Trends in genetics : TIG*, 28(11), 560–565. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2012.07.003>
 52. McBrayer, Z., Ono, H., Shimell, M., Parvy, J. P., Beckstead, R. B., Warren, J. T., Thummel, C. S., Dauphin-Villemant, C., Gilbert, L. I., & O'Connor, M. B. (2007). Prothoracicotropic hormone regulates developmental timing and body size in *Drosophila*. *Developmental cell*, 13(6), 857–871. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2007.11.003>
 53. Mehrotra, S., Maqbool, S. B., Kolpakas, A., Murnen, K., & Calvi, B. R. (2008). Endocycling cells do not apoptose in response to DNA rereplication genotoxic stress. *Genes & development*, 22(22), 3158–3171. <https://doi.org/10.1101/gad.1710208>

54. Mirth, C. K., Tang, H. Y., Makohon-Moore, S. C., Salhadar, S., Gokhale, R. H., Warner, R. D., Koyama, T., Riddiford, L. M., & Shingleton, A. W. (2014). Juvenile hormone regulates body size and perturbs insulin signaling in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(19), 7018–7023. <https://doi.org/10.1073/pnas.1313058111>
55. Mizoguchi, A., Dedos, S. G., Fugo, H., & Kataoka, H. (2002). Basic pattern of fluctuation in hemolymph PTTH titers during larval-pupal and pupal-adult development of the silkworm, *Bombyx mori*. *General and comparative endocrinology*, 127(2), 181–189. [https://doi.org/10.1016/s0016-6480\(02\)00043-6](https://doi.org/10.1016/s0016-6480(02)00043-6)
56. Morris, M., Shaw, A., Lambert, M., Perry, H. H., Lowenstein, E., Valenzuela, D., & Velazquez-Ulloa, N. A. (2018). Developmental nicotine exposure affects larval brain size and the adult dopaminergic system of *Drosophila melanogaster*. *BMC developmental biology*, 18(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12861-018-0172-6>
57. Nässel, D. R., & Zandawala, M. (2020). Hormonal axes in *Drosophila*: regulation of hormone release and multiplicity of actions. *Cell and tissue research*, 382(2), 233–266. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03264-z>
58. Nesterkina M., Bilokon S., Aliksieieva T., Chubyk I., & Kravchenko I. (2018). The influence of monoterpenoids and phenol derivatives on *Drosophila melanogaster* viability, *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(3), 793–796. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.06.004>
59. Nesterkina, M., Bilokon, S., Aliksieieva, T., Chebotar, S., & Kravchenko, I. (2020). Toxic effect and genotoxicity of carvacrol ethers in *Drosophila melanogaster*. *Mutation research*, 821, 111713. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2020.111713>
60. Noguchi, H., & Hayakawa, Y. (1997). Role of dopamine at the onset of pupal diapause in the cabbage armyworm *Mamestra brassicae*. *FEBS letters*, 413(1), 157–161. [https://doi.org/10.1016/s0014-5793\(97\)00848-x](https://doi.org/10.1016/s0014-5793(97)00848-x)
61. Omelchenko, N., Roy, P., Balcita-Pedicino, J. J., Poloyac, S., & Sesack, S. R. (2016). Impact of prenatal nicotine on the structure of midbrain dopamine regions in the rat. *Brain structure & function*, 221(4), 1939–1953. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1014-y>
62. Oncken, C., Ricci, K. A., Kuo, C. L., Dornelas, E., Kranzler, H. R., & Sankey, H. Z. (2017). Correlates of electronic cigarettes use before and during pregnancy. *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco*, 19(5), 585–590. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntw225>
63. Pauly, J. R., Sparks, J. A., Hauser, K. F., & Pauly, T. H. (2004). *In utero* nicotine exposure causes persistent, gender-dependant changes in locomotor activity and sensitivity to nicotine in C57Bl/6 mice. *International journal of developmental neuroscience : the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, 22(5-6), 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2004.05.009>
64. Rauschenbach, I. Y., Chentsova, N. A., Alekseev, A. A., Gruntenko, N. E., Adonyeva, N. V., Karpova, E. K., Komarova, T. N., Vasiliev, V. G., & Bownes, M. (2007). Dopamine and octopamine regulate 20-hydroxyecdysone level *in vivo* in *Drosophila*. *Archives of insect biochemistry and physiology*, 65(2), 95–102. <https://doi.org/10.1002/arch.20183>
65. Ren, D., Song, J., Ni, M., Kang, L., & Guo, W. (2020). Regulatory Mechanisms of Cell Polyploidy in Insects. *Frontiers in cell and developmental biology*, 8, 361. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00361>
66. Ren, J., Sun, J., Zhang, Y., Liu, T., Ren, Q., Li, Y., & Guo, A. (2012). Down-regulation of Decapping Protein 2 mediates chronic nicotine exposure-induced locomotor hyperactivity in *Drosophila*. *PloS one*, 7(12), e52521. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052521>
67. Rewitz, K. F., Yamanaka, N., Gilbert, L. I., & O'Connor, M. B. (2009). The insect neuropeptide PTTH activates receptor tyrosine kinase torso to initiate metamorphosis. *Science (New York, N.Y.)*, 326(5958), 1403–1405. <https://doi.org/10.1126/science.1176450>
68. Rimal, S., & Lee, Y. (2019). Molecular sensor of nicotine in taste of *Drosophila melanogaster*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 111, 103178. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2019.103178>
69. Rodman, T. C. (1967). DNA replication in salivary gland nuclei of *Drosophila melanogaster* at successive larval and prepupal stages. *Genetics*, 55(3), 375–386. <https://doi.org/10.1093/genetics/55.3.375>
70. Rockwell, A. L., Beaver, I., & Hongay, C. F. (2019). A direct and simple method to assess *Drosophila melanogaster*'s viability from embryo to adult. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (150), 10.3791/59996. <https://doi.org/10.3791/59996>
71. Rothenfluh, A., Threlkeld, R. J., Bainton, R. J., Tsai, L. T., Lasek, A. W., & Heberlein, U. (2006). Distinct behavioral responses to ethanol are regulated by alternate RhoGAP18B isoforms. *Cell*, 127(1), 199–211. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.09.010>
72. Roy, T. S., Seidler, F. J., & Slotkin, T. A. (2002). Prenatal nicotine exposure evokes alterations of cell structure in hippocampus and somatosensory cortex. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 300(1), 124–133. <https://doi.org/10.1124/jpet.300.1.124>
73. Sanchez-Díaz, I., Rosales-Bravo, F., Reyes-Taboada, J. L., Covarrubias, A. A., Narvaez-Padilla, V., & Reynaud, E. (2015). The *esg* gene is involved in nicotine sensitivity in *Drosophila melanogaster*. *PloS one*, 10(7), e0133956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133956>

74. Santiago, S. E., & Huffman, K. J. (2012). Postnatal effects of prenatal nicotine exposure on body weight, brain size and cortical connectivity in mice. *Neuroscience research*, 73(4), 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2012.05.005>
75. Shakina L. A., & Strashnyuk V. Yu. (2011). Genetic, molecular, and humoral endocycle-regulating mechanisms. *Russ J Genet*. 47:1151–1160.
76. Shcherbata, H. R., Althausen, C., Findley, S. D., & Ruohola-Baker, H. (2004). The mitotic-to-endocycle switch in *Drosophila* follicle cells is executed by Notch-dependent regulation of G1/S, G2/M and M/G1 cell-cycle transitions. *Development (Cambridge, England)*, 131(13), 3169–3181. <https://doi.org/10.1242/dev.01172>
77. Shimell, M., Pan, X., Martin, F. A., Ghosh, A. C., Leopold, P., O'Connor, M. B., & Romero, N. M. (2018). Prothoracicotrophic hormone modulates environmental adaptive plasticity through the control of developmental timing. *Development (Cambridge, England)*, 145(6), dev159699. <https://doi.org/10.1242/dev.159699>
78. Skorobagatko, D.A., Mazilov, A.A. & Strashnyuk, V.Y. (2020). Endoreduplication in *Drosophila melanogaster* progeny after exposure to acute γ -irradiation. *Radiat Environ Biophys*. 59, 211–220. <https://doi.org/10.1007/s00411-019-00828-8>
79. Slotkin, T. A. (2004). Cholinergic systems in brain development and disruption by neurotoxicants: nicotine, environmental tobacco smoke, organophosphates. *Toxicology and applied pharmacology*, 198(2), 132–151. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2003.06.001>
80. Smith, A. M., Dwoskin, L. P., & Pauly, J. R. (2010). Early exposure to nicotine during critical periods of brain development: Mechanisms and consequences. *Journal of pediatric biochemistry*, 1(2), 125–141. <https://doi.org/10.3233/JPB-2010-0012>
81. Smykal, V., Daimon, T., Kayukawa, T., Takaki, K., Shinoda, T., & Jindra, M. (2014). Importance of juvenile hormone signaling arises with competence of insect larvae to metamorphose. *Developmental biology*, 390(2), 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2014.03.006>
82. Strashniuk, V. Iu, Al'-Khaled, S., Nepeivoda, S. N., & Shakhbazov, V. G. (1997). Cytogenetic and cytophysical study of temperature adaptation and heterosis mechanisms in *Drosophila melanogaster* Meig. *Genetika*, 33(6), 793–799.
83. Strashnyuk, V. Y., Shakina, L. A., & Skorobagatko, D. A. (2023). Variability of polyteny of giant chromosomes in *Drosophila melanogaster* salivary glands. *Genetica*, 151(1), 75–86. <https://doi.org/10.1007/s10709-022-00168-4>
84. Strashnyuk, V., Vakulenko, E., & Koptevtsova, Y. (2025). Seasonal variation in endoreduplication and polyteny in the fruit fly *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae): How does it contribute to adaptation? *EJE*, 122, 1–10. <https://doi.org/10.14411/eje.2025.001>
85. Texada, M. J., Lassen, M., Pedersen, L. H., Koyama, T., Malita, A., & Rewitz, K. (2022). Insulin signaling couples growth and early maturation to cholesterol intake in *Drosophila*. *Current biology : CB*, 32(7), 1548–1562.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.02.021>
86. Thummel, C. S., & Chory, J. (2002). Steroid signaling in plants and insects--common themes, different pathways. *Genes & development*, 16(24), 3113–3129. <https://doi.org/10.1101/gad.1042102>
87. Truman, J. W., & Riddiford, L. M. (1974). Physiology of insect rhythms. 3. The temporal organization of the endocrine events underlying pupation of the tobacco hornworm. *The Journal of experimental biology*, 60(2), 371–382. <https://doi.org/10.1242/jeb.60.2.371>
88. Truman, J. W., & Riddiford, L. M. (2023). *Drosophila* postembryonic nervous system development: a model for the endocrine control of development. *Genetics*, 223(3), iyac184. <https://doi.org/10.1093/genetics/iyac184>
89. Velazquez-Ulloa, N. A. (2017). A *Drosophila* model for developmental nicotine exposure. *PloS one*, 12(5), e0177710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177710>
90. Wagner, N. J., Camerota, M., & Propper, C. (2017). Prevalence and Perceptions of Electronic Cigarette Use during Pregnancy. *Maternal and child health journal*, 21(8), 1655–1661. <https://doi.org/10.1007/s10995-016-2257-9>
91. Wilson T. G. (2004). The molecular site of action of juvenile hormone and juvenile hormone insecticides during metamorphosis: how these compounds kill insects. *Journal of insect physiology*, 50(2-3), 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2003.12.004>
92. Wu, Z., Guo, W., Yang, L., He, Q., & Zhou, S. (2018). Juvenile hormone promotes locust fat body cell polyploidization and vitellogenesis by activating the transcription of Cdk6 and E2f1. *Insect biochemistry and molecular biology*, 102, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2018.09.002>
93. Xiang, J., Bandura, J., Zhang, P., Jin, Y., Reuter, H., & Edgar, B. A. (2017). EGFR-dependent TOR-independent endocycles support *Drosophila* gut epithelial regeneration. *Nature communications*, 8, 15125. <https://doi.org/10.1038/ncomms15125>
94. Yamamoto, S., Jaiswal, M., Charng, W. L., Gambin, T., Karaca, E., Mirzaa, G., Wiszniewski, W., Sandoval, H., Haelterman, N. A., Xiong, B., Zhang, K., Bayat, V., David, G., Li, T., Chen, K., Gala, U., Harel, T., Pehlivan,

- D., Penney, S., Vissers, L. E. L. M., ... & Bellen, H. J. (2014). A *Drosophila* genetic resource of mutants to study mechanisms underlying human genetic diseases. *Cell*, 159(1), 200–214. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.09.002>
95. Yamanaka, N., Rewitz, K. F., & O'Connor, M. B. (2013). Ecdysone control of developmental transitions: lessons from *Drosophila* research. *Annual review of entomology*, 58, 497–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153608>
96. Yamazaki T. (1984). Measurement of fitness and its components in six laboratory strains of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 108(1), 201–211. <https://doi.org/10.1093/genetics/108.1.201>
97. Zhang, Y., Guo, J., Guo, A., & Li, Y. (2016). Nicotine-induced acute hyperactivity is mediated by dopaminergic system in a sexually dimorphic manner. *Neuroscience*, 332, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.043>
98. Zhang, X., Li, S., & Liu, S. (2022). Juvenile hormone studies in *Drosophila melanogaster*. *Frontiers in physiology*, 12, 785320. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.785320>
99. Zielke, N., Kim, K. J., Tran, V., Shibutani, S. T., Bravo, M. J., Nagarajan, S., van Straaten, M., Woods, B., von Dassow, G., Rottig, C., Lehner, C. F., Grewal, S. S., Duronio, R. J., & Edgar, B. A. (2011). Control of *Drosophila* endocycles by E2F and CRL4(CDT2). *Nature*, 480(7375), 123–127. <https://doi.org/10.1038/nature10579>

[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337319](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337319)

УДК 595.771:574:577.2

В. А. Рудік^{1,2}, аспірант; <https://orcid.org/0009-0001-6293-6651>**С. В. Чеботар**^{1,3}, д.б.н., професорка; <https://orcid.org/0000-0002-9130-7272>¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики, вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна²Філія «Протичумний інститут імені І. І. Мечникова»

ДУ «Центр Громадського Здоров'я Міністерства охорони здоров'я України», вул. Церковна, 4, м. Одеса, 65003, Україна

³Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, вул. Овідіопольська дор., 3, м. Одеса, 65036, Україна
e-mail: lab.nii.rudik@stud.onu.edu.ua

ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИДІВ КОМПЛЕКСУ *ANOPHELES MACULIPENNIS* S. L. В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ: НОВІ ДАНІ ДЛЯ ФАУНИ УКРАЇНИ

У дослідженні вперше в Україні застосовано молекулярно-генетичні методи для диференціації криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l. у біотопі дренажного каналу поблизу с. Яськи (Одеська область). За допомогою ПЛР-аналізу *ITS2*-ділянки рДНК ідентифіковано п'ять видів комплексу: *An. atroparvus*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon* та *An. messeae*. Види *An. labranchiae* та *An. melanoon* задокументовано на території України вперше. Загалом у біотопі виявлено шість видів, включно з *An. hircanus*. Отримані результати підтверджують ефективність застосування молекулярних маркерів для визначення складу криптичних видів, що має важливе значення для таксономії й епідеміологічного моніторингу малярійних комарів. Дослідження відкриває нові перспективи для подальшого використання молекулярних підходів у вивченні фауни малярійних комарів на території України.

Ключові слова: Culicidae; *An. maculipennis* s. l.; *An. labranchiae*; *An. melanoon*; малярійні комарі; криптичні види; молекулярна ідентифікація; ПЛР-аналіз; *ITS2* рДНК; Україна; Одеська область.

Вступ

Малярія залишається найпоширенішим трансмісивним паразитарним захворюванням людини та становить серйозну загрозу для громадського здоров'я. Через глобальні зміни, такі як інтенсифікація міжнародних перевезень, зростання міграційних потоків і зміни клімату зростає ризик відновлення місцевої передачі навіть у регіонах, де хворобу було ліквідовано. За оцінками, у 2022 році в світі зареєстровано 250 мільйонів випадків малярії, що на 5 мільйонів більше, ніж у 2021 році, та на 16 мільйонів більше порівняно з 2019 роком [31].

Збільшення кількості завезених випадків малярії через подорожі та імміграцію з ендемічних країн сприяло появі автохтонних випадків у країнах Європи, зокрема в Італії, Греції, Франції, Іспанії, Великій Британії та Німеччині [10, 16–18, 22, 28]. Місцева передача малярії у цих країнах реєструється щорічно, що свідчить про наявність умов для циркуляції збудника в регіоні. У 2021 році в країнах ЄС зареєстровано 4 856 підтверджених випадків малярії [19]. В Україні за період 2018–2023 рр. зареєстровано 165 випадків завезеної малярії [2]. Висока чисельність популяцій малярійних комарів у Європі, а також присутність у місцевих екосистемах резервуарних господарів плазмодіїв (гаметоносіїв) можуть сприяти відновленню природної циркуляції збудника.

Малярійні комарі роду *Anopheles* (Diptera: Culicidae) є основними переносниками збудників малярії, що зумовлює необхідність їх цілеспрямованого вивчення в контексті епідеміологічного моніторингу в Україні. Вивчення фауни цього роду розпочалося ще у першій половині XX століття, зокрема в Північно-Західному Причорномор'ї [5, 6], і залишається актуальним у зв'язку з оцінкою ризику відновлення місцевої передачі малярії.

На сьогодні в Україні зареєстровано сім видів малярійних комарів [3, 4, 8], серед яких провідну епідеміологічну роль відіграють представники криптичного комплексу *Anopheles maculipennis* sensu lato (s. l.) – морфологічно подібні, але генетично відмінні види, що потребують додаткових методів для надійної ідентифікації. До цього комплексу належать *An. atroparvus* (van Thiel, 1927), *An. maculipennis* sensu stricto (s.s.) (Meigen, 1818) та *An. messeae* (Falleroni, 1926), які вважаються основними потенційними переносниками плазмодіїв у південних регіонах України [1, 5, 9]. Ці види широко поширені, зокрема в прибережних і заплавних ландшафтах, де існують сприятливі умови для їх розвитку та підтримання популяцій [7, 9, 26].

Інші види роду *Anopheles*, що не належать до зазначеного комплексу, – *An. algeriensis* (Theobald, 1903), *An. claviger* (Meigen, 1804), *An. hyrcanus* (Pallas, 1771) та *An. plumbeus* (Stephens, 1828) – зазвичай мають другорядне епідеміологічне значення через свої екологічні особливості: екзофільну поведінку, специфічні місця виплоду та обмежений контакт із людиною [1, 4–6, 12].

Ідентифікація цих видів традиційно ґрунтується на морфологічних критеріях. Проте значна морфологічна схожість представників комплексу *An. maculipennis* s. l., а також виражена морфологічна мінливість у межах виду ускладнюють їх розмежування за класичними таксономічними ознаками, такими як малюнок екзохоріону яєць чи морфологічні характеристики личинок і імаго [1, 12]. Додаткову інформацію може надати цитогенетичний аналіз, що базується на особливостях будови політених хромосом. Однак у випадку гомосексентних видів (наприклад, *An. atroparvus* / *An. labranchiae*; *An. maculipennis* s. s. / *An. melanoon*) навіть цей підхід має обмеження [4, 7, 9, 26, 29].

З огляду на це, таксономічна ідентифікація криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s.l. є ключовим завданням для вивчення природних популяцій малярійних комарів.

Використання сучасних молекулярно-генетичних методів, зокрема аналіз другого внутрішнього транскрибованого спейсеру (*ITS2*) генів рРНК, дозволяє чітко розмежовувати окремі види на основі інсерційно-делеційних відмінностей і поліморфізму первинної структури рДНК [15, 24]. Цей підхід дає змогу уточнити видовий склад, визначити ареали поширення та виявити нові або раніше не підтверджені види комплексу *An. maculipennis* s. l., які відіграють важливу роль у передачі малярії.

Метою цієї роботи була ідентифікація криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l. в одному з біотопів Одеської області із застосуванням молекулярних маркерів.

Матеріали та методи досліджень

Для дослідження було використано 2 вибірки личинок малярійних комарів 3–4 віку в кількості 112 особин, зібраних 10 червня (39 личинок) та 14 вересня (73 личинки) 2023 року у дренажному каналі поблизу с. Яски Одеського району Одеської області (46.519120 ° пн. ш., 30.110979 ° сх. д.) (рис. 1).

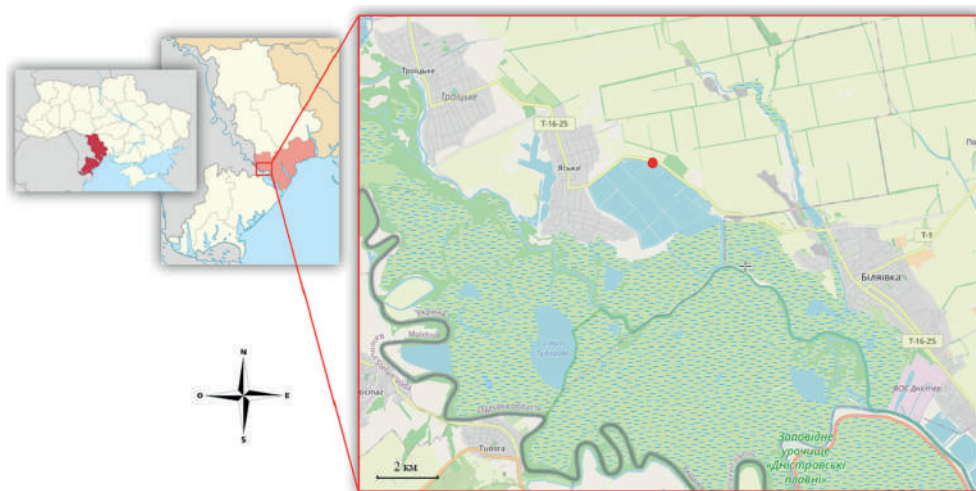


Рис. 1. Місця відбору проб личинок малярійних комарів у дренажному каналі рисових чеків поблизу с. Яски (Одеський район, Одеська область, 2023 рік)

Загальний вигляд середовища існування личинок під час збору матеріалу представлений на рисунку 2.

Збір личинок проводили у світлий час доби за допомогою сачка (Ø 20 см) та піпетки. Відбір проб проводили у 10 випадково вибраних точках водойми,



Рис. 2. Біотоп личинок малярійних комарів – дренажний канал рисових чеків, поблизу с. Яськи (Одеський район, Одеська область):
А – стан водойми 10.06.2023; В – стан водойми 14.09.2023

кожна з яких охоплювала площу 2 м² водної поверхні, що загалом становило 20 м² водяного дзеркала на одну вибірку. Щільність личинок розраховували у перерахунку на 1 м² водної поверхні. Зразки фіксували у 70% етанолі. Видову ідентифікацію личинок малярійних комарів здійснювали на основі морфологічних ознак із використанням спеціалізованих визначників [1, 12, 20]. Особин, ідентифікованих як представників комплексу *An. maculipennis* s. l., відбирали для подальших молекулярно-генетичних досліджень.

Виділення геномної ДНК з індивідуальних особин комарів здійснювали за допомогою модифікованого методу з використанням лізуючого СТАВ-буферу [30]. Цей підхід забезпечив отримання ДНК у концентрації, придатній для проведення ПЛР.

Для ідентифікації видів комплексу використовували генетичний маркер *ITS2* рДНК (міжгенну ділянку між генами 5.8S і 28S рРНК). Ампліфікацію *ITS2*-регіону здійснювали за допомогою специфічних для кожного виду комарів олігонуклеотидних праймерів із подальшим визначенням видів за довжиною отриманих ПЛР-продуктів відповідно до методик [15, 23, 24].

Для розрізнення видів *An. atroparvus*, *An. beklemishevi* (Stegnii & Kabanova, 1976), *An. labranchiae* (Falleroni, 1926), *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon* (Hackett, 1934), *An. messeae* та *An. sacharovi* (Favre, 1903) у реакційній суміші одночасно застосовували універсальний та сім видоспецифічних праймерів [23, 24] (табл. 1).

Реакцію проводили на термоциклері FlexCycler (Analytik Jena, Німеччина) із використанням реакційної суміші загальним об'ємом 10 мкл. До її складу входили: 5 мкл Dream Tag Master Mix (2x) (Thermo Scientific), 0,6 мкл прямого олігонуклеотидного праймеру, по 0,3 мкл кожного із видоспецифічних праймерів (Metabion, Німеччина), 1 мкл ДНК-матриці (50 нг) та стерильна деіонізована вода (до 10 мкл).

Продукти ампліфікації розділяли методом вертикального електрофорезу в 7% поліакриламідному гелі (ПААГ) розмірами 200×200×0,75 мм. Електрофо-

рез проводили протягом 1,5 годин з напругою 300 В. Візуалізацію продуктів ампліфікації проводили шляхом фарбування гелю нітратом срібла (AgNO₃) відповідно до методики [11]. Розміри фрагментів визначали відповідно до маркера молекулярної маси pUC19/*Msp* I (Thermo Scientific).

Таблиця 1

Характеристика праймерів для ампліфікації ділянки *ITS2*

Вид	Код праймеру	Нуклеотидна послідовність праймеру (5' → 3')	Довжина ПЛР продукту (п.н.)
	5.8S-UN*	TGTGAAGTGCAGGACACATG	-
<i>An. maculipennis</i> s.s.	AMA	TATTTGAGGCCCATGGGCTA	410
<i>An. atroparvus</i>	AAT	CGTTTGGCTTGGGTATGA	117
<i>An. messeae</i>	AMS	GACGCCTCACGATGACCTT	305
<i>An. melanoon</i>	AML	TGCAAGTTGAAACCTGGGGC	224
<i>An. sacharovi</i>	ASA	CAAGAGATGGATGTTTTACG	180
<i>An. labranchiae</i>	ALA	GTATCTCTGCTGCTATGGTC	374
<i>An. beklemishevi</i>	ABE	TCCCGCTGCTAGGAGCAA	735

*- Універсальний праймер (forward)

Статистичне опрацювання даних проводили шляхом обчислення вибіркової частки (р), похибки вибіркової частки (Sp), генеральної частки (P*), меж довірчого інтервалу для генеральної частки (Pн, Pв) при 95% рівні значущості (p≤0,05), використовуючи пакет програм Microsoft Office Excel.

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті морфологічної ідентифікації 112 личинок малярійних комарів було визначено 64 особини комплексу *An. maculipennis* s. l. та 48 – виду *An. hyrcanus*, який не належить до цього комплексу. У першій вибірці ідентифіковано 28 особин комплексу *An. maculipennis* s. l. та 11 – *An. hyrcanus*; у другій – відповідно 36 і 37. Для подальшого молекулярно-генетичного аналізу використано лише особин комплексу *An. maculipennis* s. l.

Продукти ПЛР, отримані з видоспецифічними праймерами, фракціонували у 7% ПААГ гелі, у результаті чого виявлено п'ять різних за розміром фрагментів ампліфікації, видоспецифічних за довжиною, як вказано [23], які відповідають п'яти видам комплексу *An. maculipennis* s.l.: фрагмент розміром 117 п.н. – *An. atroparvus*, 374 п.н. – *An. labranchiae*, 410 п.н. – *An. maculipennis* s. s., 224 п.н. – *An. melanoon* та 305 п.н. – *An. messeae* (рис. 3-6). Видоспецифічні фрагменти ампліфікації для видів *An. beklemishevi* та *An. sacharovi* не виявлено.

За результатами ПЛР-аналізу 64 особини личинок комплексу *An. maculipennis* s. l., з використанням видоспецифічних молекулярних маркерів, у біотопі

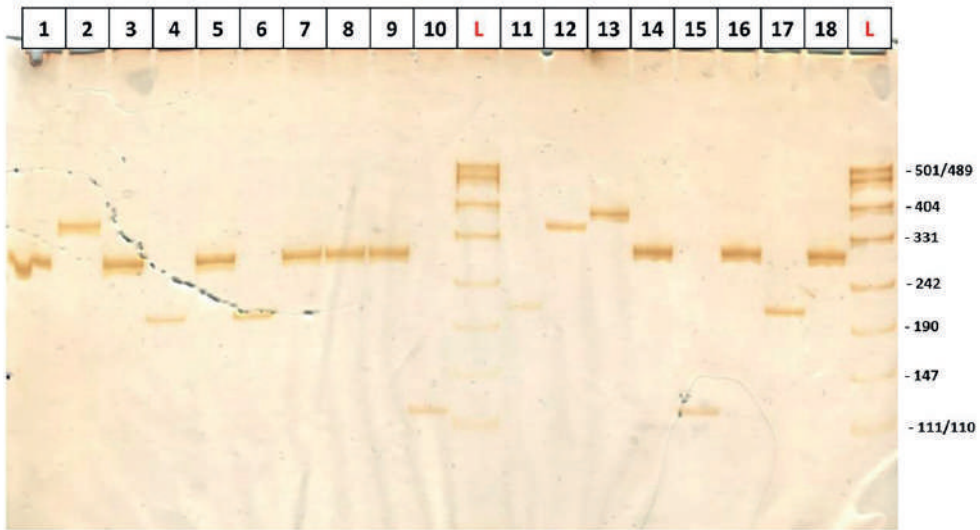


Рис. 3. Результати електрофорезу в 7% ПААГ фрагментів ампліфікації другого внутрішнього транскрибуючого спейсеру (ITS2) рДНК малярійних комарів комплексу *An. maculipennis s. l.* вибірки № 1 (10.06.2023) з біотопу біля с. Яськи Одеської області: доріжки 10, 15 – *An. atroparvus*; 12 – *An. labranchiae*; 2, 13 – *An. maculipennis s. s.*; 4, 6, 11, 17 – *An. melanoon*; 1, 3, 5, 7–9, 14, 16, 18 – *An. messeae*; L – маркер молекулярної маси pUC19/Msp I

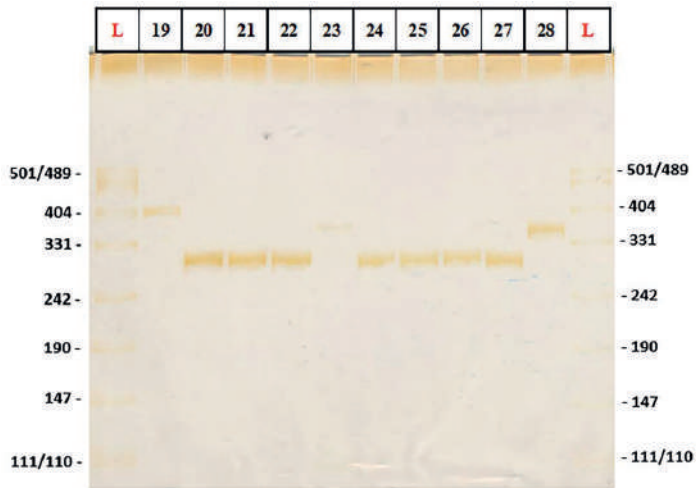


Рис. 4. Результати електрофорезу в 7% ПААГ фрагментів ампліфікації другого внутрішнього транскрибуючого спейсеру (ITS2) рДНК малярійних комарів комплексу *An. maculipennis s. l.* вибірки № 1 (10.06.2023) з біотопу біля с. Яськи Одеської області: доріжки 23, 28 – *An. labranchiae*; 19 – *An. maculipennis s. s.*; 20–22, 24–27 – *An. messeae*; L – маркер молекулярної маси pUC19/Msp I

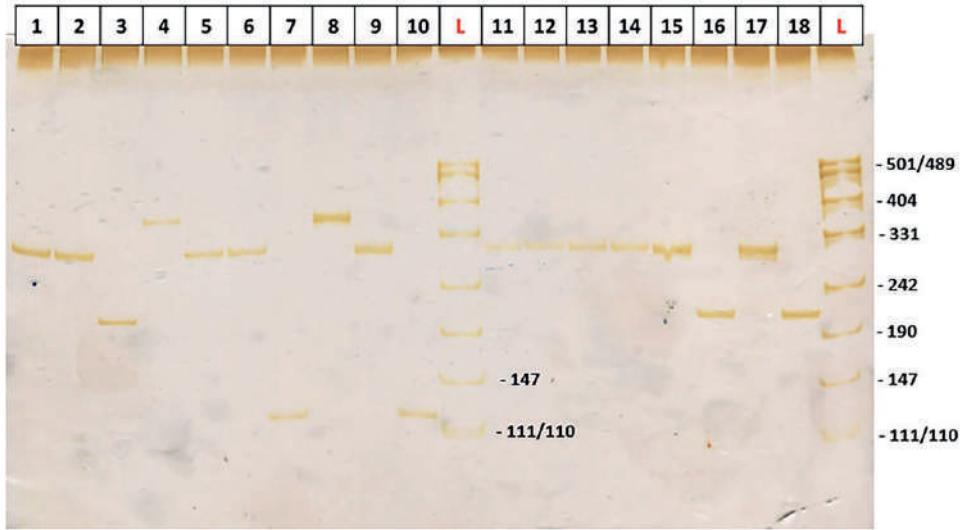


Рис. 5. Результати електрофорезу в 7% ПААГ фрагментів ампліфікації другого внутрішнього транскрибуючого спейсеру (ITS2) рДНК малярійних комарів комплексу *An. maculipennis s. l.* збірки № 2 (14.09.2023) з біотопу біля с. Яськи Одеської області: доріжки 7, 10 – *An. atroparvus*; 4, 8 – *An. labranchiae*; 3, 16, 18 – *An. melanoon*; 1, 2, 5, 6, 9, 11–15, 17 – *An. messeae*; L – маркер молекулярної маси pUC19/Msp I



Рис. 6. Результати електрофорезу в 7% ПААГ фрагментів ампліфікації другого внутрішнього транскрибуючого спейсеру (ITS2) рДНК малярійних комарів комплексу *An. maculipennis s. l.* збірки № 2 (14.09.2023) з біотопу біля с. Яськи Одеської області: доріжки 1 – *An. atroparvus*; 20, 25, 26, 29, 31, 32, 36 – *An. labranchiae*; 30 – *An. melanoon*; 21–24, 27, 28, 33–35 – *An. messeae*; L – маркер молекулярної маси pUC19/Msp I

дренажного каналу було виявлено п'ять палеарктичних видів: *An. atroparvus*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon* та *An. messeae*. Загалом у межах біотопу встановлено наявність шести видів малярійних комарів, включаючи зазначених представників комплексу *An. maculipennis* s. l. та один вид – *An. hyrcanus*, що не належить до цього комплексу. Виявлений видовий спектр свідчить про високий рівень таксономічного різноманіття ентомофауни малярійних комарів навіть у межах просторово обмеженого біотопу. Середня щільність личинок малярійних комарів становила 1,9 лич./м² у червневій вибірці та 3,6 лич./м² у вересневій. Відносну чисельність та видовий склад личинок у кожній вибірці наведено в таблиці 2 та на рисунку 7, межі довірчих інтервалів для генеральної частки кожного виду – у таблиці 3.

Таблиця 2

Відносна чисельність личинок малярійних комарів у пробах із дренажного каналу поблизу с. Яськи (Одеський район, Одеська область, 2023 рік)

Дата відбору проб	Види Anopheles, %						Розмір вибірки
	Види комплексу <i>An. maculipennis</i> s. l.					<i>An. hyrcanus</i>	
	<i>An. atroparvus</i>	<i>An. labranchiae</i>	<i>An. maculipennis</i> s. s.	<i>An. messeae</i>	<i>An. melanoon</i>		
10.06.2023	5,1 ± 3,5	7,7 ± 4,3	7,7 ± 4,3	41,0 ± 7,9	10,3 ± 4,9	28,2 ± 7,2	39
14.09.2023	4,1 ± 2,3	12,3 ± 3,8	0	27,4 ± 5,2	5,5 ± 2,7	50,7 ± 5,9	73

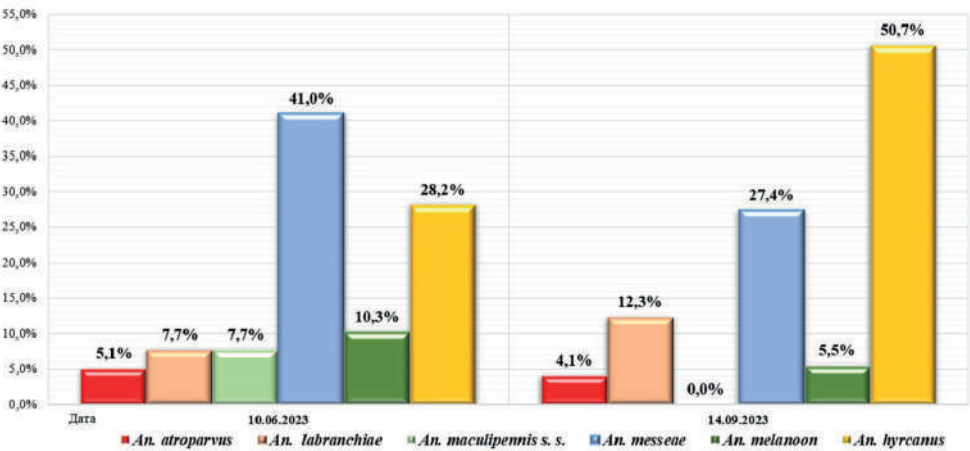


Рис. 7. Співвідношення личинок малярійних комарів у двох пробах із дренажного каналу поблизу с. Яськи (Одеський район, Одеська область, 2023 рік)

Таблиця 3

Межі довірчих інтервалів для генеральної частки видів малярійних комарів
у вибірках із дренажного каналу поблизу с. Яськи
(Одеський район, Одеська область, 2023 рік)

№ вибірки, дата	Види Anopheles	Вибір- ка, n	Число виду у ви- бірці, m	Вибіркова частка, p %	Похибка вибіркової частки, Sp %	Генеральна. частка, (P=95 %) P* %	Довірчий інтервал, %	Межі довірчого інтервалу для генеральної частки, Pн – Pв %
1 10.06.2023	An. atroparvus	39	2	5,1	± 3,5	9,4	± 8,0	1,4–17,4
	An. labranchiae		3	7,7	± 4,3	11,7	± 9,1	2,6–20,8
	An. maculipennis s. s.		3	7,7	± 4,3	11,7	± 9,1	2,6–20,8
	An. messeae		16	41,0	± 7,9	41,9	± 15,2	26,7–57,1
	An. melanoon		4	10,3	± 4,9	14,0	± 10,1	3,9–24,1
	An. hyrcanus		11	28,2	± 7,2	30,3	± 14,0	16,3–44,3
2 14.09.2023	An. atroparvus	73	3	4,1	± 2,3	6,5	± 5,1	1,4–11,6
	An. labranchiae		9	12,3	± 3,8	14,3	± 7,7	6,6–22,0
	An. maculipennis s. s.		0	0,0	-	-	-	-
	An. messeae		20	27,4	± 5,2	28,6	± 10,2	18,4–38,8
	An. melanoon		4	5,5	± 2,7	7,8	± 5,7	2,1–13,4
	An. hyrcanus		37	50,7	± 5,9	50,6	± 11,4	39,3–62,0

Кількісний аналіз структури угруповання показав, що *An. hyrcanus* і *An. messeae* є домінуючими видами. У червневій вибірці їхня частка становила відповідно 28,2% і 41,0% від загальної кількості ідентифікованих особин, тоді як у вересневій – 50,7% і 27,4%. Таким чином, вид *An. messeae* переважав на початку літа, тоді як *An. hyrcanus* домінував наприкінці сезону, досягаючи 50,7%. Схожа сезонна динаміка чисельності *An. hyrcanus* вже описана в попередніх дослідженнях і є типовою для регіону [9]. Довірчі інтервали генеральної частки *An. messeae* на рівні 95% становили 16,3–44,3% у червні та 18,4–38,8% у вересні. Для *An. hyrcanus* ці інтервали становили від 3,6–28,1% у червні до 39,3–62,0% у вересні, що підтверджує зростання чисельності цього виду наприкінці сезону.

Інші виявлені види мали незначну представленість у досліджуваному біотопі: частота їх виявлення була низькою, і вони були представлені нечисленними особинами. Водночас, серед малочисельних видів у вересневій вибірці слід відзначити *An. labranchiae*, частка якого становила 12,3%, що є відносно високим показником у порівнянні з іншими другорядними видами. Наявність видів *An. beklemishevi* та *An. sacharovi* у межах досліджуваного біотопу не встановлена.

Отримані результати загалом узгоджуються з попередніми дослідженнями, у яких за морфологічними та цитогенетичними ознаками було підтверджено присутність *An. atroparvus*, *An. maculipennis* s. s. та *An. messeae* на півдні України [5, 6, 7, 9, 26]. Водночас, вперше на території України було виявлено види *An. labranchiae* і *An. melanoon*. Ці нові реєстрації, здійснені в Одеській області, істотно розширюють сучасні уявлення про поширення криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l. та доповнюють наявні дані щодо фауни кровосисних комарів України [8]. Такі результати пояснюються тим, що раніше в Україні не застосовувалися молекулярно-генетичні методи для розрізнення криптичних видів малярійних комарів, тоді як традиційні морфологічні та цитогенетичні підходи мають обмежену здатність до надійної диференціації таких видів-двійників.

Виявлення *An. labranchiae* та *An. melanoon* у регіоні може свідчити як про розширення ареалу цих видів, так і про їхню давню, але раніше неідентифіковану присутність. З огляду на визнану ефективність цих видів як переносників малярійних плазмодіїв у країнах Південно-Східної Європи [13, 14, 21, 25], їх реєстрація в Україні має важливе епідеміологічне значення. У цьому контексті виявлення *An. labranchiae* і *An. melanoon* може свідчити про ускладнення потенційних сценаріїв передавання малярії через залучення додаткових переносників із різними екологічними характеристиками [27]. Це підкреслює необхідність розширення географії досліджень малярійних комарів, а також інтеграції молекулярно-генетичних методів у систему моніторингу переносників трансмісивних захворювань.

Наявність шести видів *Anopheles* у межах локального біотопу свідчить про сприятливі умови для їхнього розвитку та співіснування, ймовірно, зумовлені стабільним гідрологічним режимом і низьким тиском з боку природних воро-

гів. Визначений рівень видового різноманіття може пояснюватися відмінностями в біоекології та поведінці видів, що знижують міжвидову конкуренцію. Оскільки різні види *Anopheles* можуть віддавати перевагу різним типам водойм для розвитку личинок, уточнення їхніх локальних екологічних уподобань є важливим для підвищення ефективності моніторингу та контролю в південних регіонах України, зокрема в Одеській області.

Таким чином, у цьому дослідженні вперше в Україні застосовано молекулярно-генетичні методи, зокрема ПЛР-аналіз *ITS2*-ділянки рДНК, для диференціації криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l., що дозволило виявити види, недоступні для ідентифікації за допомогою традиційних методів. Результати цього дослідження, проведеного в Одеській області, свідчать про значне таксономічне різноманіття малярійних комарів у межах досліджуваного біотопу, зокрема про перші для України реєстрації *An. melanoon* та *An. labranchiae*. Отримані результати відкривають нові перспективи та підкреслюють важливість впровадження молекулярно-генетичних підходів для точної ідентифікації видів, що є ключовим для ефективного моніторингу та оцінки епідеміологічних ризиків.

Попри певні обмеження – невеликий обсяг вибірки та локалізований характер досліджуваного біотопу – це дослідження стало першим кроком до системного застосування сучасних методів у вивченні популяцій малярійних комарів в Україні. Подальше розширення географічного охоплення та збільшення вибірок дозволить комплексно оцінити поширення криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l. і сприятиме вдосконаленню системи епідеміологічного моніторингу.

Висновки

У межах дослідження, проведеного в біотопі дренажного каналу поблизу с. Яськи Одеської області, ідентифіковано шість видів малярійних комарів, серед яких п'ять представників комплексу *Anopheles maculipennis* s. l. (*An. atroparvus*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon* та *An. messeae*) та один вид – *An. hyrcanus*, що не належить до цього комплексу.

Вперше для території України задокументовано наявність видів *An. melanoon* та *An. labranchiae*, що раніше не фіксувалися в межах національної фауни.

Виявлення *An. labranchiae* і *An. melanoon* свідчить про ускладнення потенційних сценаріїв передавання малярії через залучення додаткових переносників, що мають відмінні екологічні характеристики.

Аналіз сезонної структури угруповання продемонстрував домінування *An. messeae* у червні та *An. hyrcanus* у вересні, що узгоджується з наявними даними про сезонну динаміку цих видів.

Результати дослідження підтверджують високу ефективність застосування молекулярних маркерів для точної ідентифікації криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l., що має важливе значення як для систематики, так і для епідеміологічного моніторингу потенційних переносників.

Список використаної літератури

1. Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Комары (Семейство Culicidae). Л.: Наука, 1970. 384 с.
2. Державна установа «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України», Інфекційна захворюваність населення України. Київ: ЦГЗ; 2025. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvanist-naselennya-ukraini> (дата звернення: 07.02.2025).
3. Кілючицька Н. П. Короткий визначник кровосисних комарів фауни України. Київ: Геопринт, 2008. 90 с.
4. Павліченко В. І., Приходько О. Б., Ємець Т. І., Малєєва Г. Ю. Біологічні аспекти малярії: переносники. *Питання біоіндикації та екології*. 2017. Вип. 22(2). С. 130–145.
5. Прендель О. Р. До питання про поширення різновидностей *Anopheles maculipennis* в степовій Україні. *Праці протозойно-паразитол. відділу Одеського бактеріол. ін-ту і Обл. малярійної станції*. Київ: Держ. Мед. Вид-во. 1937. С. 64–78.
6. Прендель О. Р., Корнєвська Г. О. Комари Молдавської РСР та суміжних районів Одеської області УРСР. *Матеріали до вивчення фауни кровосисних комарів південно-західної частини СРСР. Праці Одеського держ. ун-ту ім. І. І. Мечникова*. Т. 147, Сер. біологічних наук. Вип. 8. 1957. С. 127–129.
7. Рудік В. А. Аналіз видового складу, поширення та сезонного співвідношення малярійних комарів Північно-Західного Причорномор'я. *Природничий альманах (біологічні науки)*. 2019. Вип. 26. С. 157–170. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2019-26-15>
8. Шеремет В. П. Кровосисні комарі України. Київ: Наук. думка, 1998. 34 с.
9. Шуваликов В. Б. Цитогенетический мониторинг популяций малярийных комаров в Нижнем Приднепровье. *Вестник зоологии*. 2008. Vol. 42(3). С. 249–254.
10. Baldari M., Tamburro A., Sabatinelli G., Romi R., Severini C., Cuccagna G., Fiorilli G., Allegri M. P., Buriani C., Toti M. Malaria in Maremma, Italy. *Lancet (London, England)*. 1998. Vol. 351(9111). P. 1246–1247. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)10312-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)10312-9)
11. Bassam B. J., Gresshoff P. M. Silver staining DNA in polyacrylamide gels. *Nature protocols*. 2007. Vol. 2 (11). P. 2649–2654. DOI: <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.330>
12. Becker N., Petrić D., Zgomba M., Boase C., Madon M.B., Dahl C., Kaiser A. Mosquitoes: identification, ecology and control. Cham: Springer Nature, 2020. 570 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1>
13. Boccolini D., Menegon M., Di Luca M., Toma L., Severini F., Marucci G., D'Amato S., Caraglia A., Maraglino F. P., Rezza G., Romi R., Gradoni L., Severini C., Italian Malaria Surveillance Group. Non-imported malaria in Italy: paradigmatic approaches and public health implications following an unusual cluster of cases in 2017. *BMC public health*. 2020. Vol. 20(1). P. 857. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08748-9>
14. Calzolari M., Desiato R., Albieri A., Bellavia V., Bertola M., Bonilauri P., Callegari E., Canziani S. Mosquitoes of the *Maculipennis* complex in Northern Italy. *Scientific reports*. 2021. Vol. 11(1). P. 6421. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85442-9>
15. Collins F. H., Paskewitz, S. M. A review of the use of ribosomal DNA (rDNA) to differentiate among cryptic *Anopheles* species. *Insect Mol. Biol.* 1996. Vol. 5. P. 1–9.
16. Doudier B., Bogreau H., DeVries A., Ponçon N., Stauffer W. M., Fontenille D., Rogier C., Parola P. Possible autochthonous malaria from Marseille to Minneapolis. *Emerging infectious diseases*. 2007. Vol. 13(8). P. 1236–1238. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid1308.070143>
17. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2017. Stockholm: ECDC; 2019. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2017> (дата звернення: 07.02.2025).
18. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2018. Stockholm: ECDC; 2020. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2018> (дата звернення: 07.02.2025).
19. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2021. Stockholm: ECDC; 2023. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2021> (дата звернення: 07.02.2025).
20. Gunay F., Picard M., Robert V. MosKey Tool: an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean and Black Sea regions. *International Journal of Infectious Diseases*. 2017. Vol. 53. P. 110–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2016.11.277>

21. Ivanescu M. L., Acatrinei D., Pavel I., Sulesco T., Miron L. PCR identification of five species from the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in North-Eastern Romania. *Acta parasitologica*. 2015. Vol. 60(2). P. 283–289. DOI: <https://doi.org/10.1515/ap-2015-0040>
22. Kampen H., Maltezos E., Pagonaki M., Hunfeld K. P., Maier W. A., Seitz H. M. Individual cases of autochthonous malaria in Evros Province, northern Greece: serological aspects. *Parasitology research*. 2002. Vol. 88(3). P. 261–266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-001-0530-2>
23. Kampen H. Integration of *Anopheles beklemishevi* (Diptera: Culicidae) in a PCR assay diagnostic for Palearctic *Anopheles maculipennis* sibling species. *Parasitology Research*. 2005. Vol. 97. P. 113–117. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1392-9>
24. Proft J., Maier W. A., Kampen H. Identification of six sibling species of the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) by a polymerase chain reaction assay. *Parasitology Research*. 1999. Vol. 85. P. 837–843. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004360050642>
25. Romi R., Boccolini D., Vallorani R., Severini F., Toma L., Cocchi M., Tamburro A., Messeri G., Crisci A., Angeli L., Costantini R., Raffaelli I., Pontuale G., Thiéry I., Landier A., Le Goff G., Fausto A. M., Di Luca M. Assessment of the risk of malaria re-introduction in the Maremma plain (Central Italy) using a multi-factorial approach. *Malaria journal*. 2012. Vol. 11. p. 98. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-98>
26. Rudik V. The Risk of the Spread of Malaria in Anophelogenous Southern Ukraine Against the Backdrop of Global Climate Change. *Abstracts of the Fourth Annual BTRP Ukraine Regional One Health Research Symposium* (Kyiv, 20-24 May 2019). Kyiv, P. 193. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9043>
27. Rudik V. A., Korzhov Ye. I. Dynamics of climatic predictors of a possible invasion of epidemiologically dangerous blood sucking mosquitoes (Diptera: Culicidae) into North-Western Black Sea Coast areas. *Biological sciences and education in the context of European integration: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. P. 63–80. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-4>
28. Santa-Olalla Peralta P., Vazquez-Torres M. C., Latorre-Fandos E., Mairal-Claver P., Cortina-Solano P., Puy-Azón A., Adiego Sancho B., Leitmeyer K., Lucientes-Curdi J., Sierra-Moros M. J. First autochthonous malaria case due to *Plasmodium vivax* since eradication, Spain, October 2010. *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2010. Vol. 15(41). P. 19684. DOI: <https://doi.org/10.2807/ese.15.41.19684-en>
29. Vaulin O. V., Novikov Yu. M. Phylogenetic relationships between Palaearctic species of the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) revealed by different approaches and markers. The problem of consensus. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016. Vol. 20(5). P. 695–703. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ16.189>
30. Winnepenninckx B., Backeljau T., De Wachter R. Extraction of high molecular weight DNA from molluscs. *Trends in Genetics*. 1993. Vol. 9(12). P. 407.
31. World malaria report 2023. Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: URL: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2023> (дата звернення: 07.11.2024).

В. А. Рудік^{1,2}, С. В. Чеботар^{1,3}

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики, вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна,

²Філія «Протичумний інститут імені І. І. Мечникова»

ДУ «Центр Громадського Здоров'я Міністерства охорони здоров'я України», вул. Церковна, 4, м. Одеса, 65003, Україна

³Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, вул. Овідіопольська дор., 3, м. Одеса, 65036, Україна
e-mail: lab.nii.rudik@stud.onu.edu.ua

ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИДІВ КОМПЛЕКСУ *ANOPHELES MACULIPENNIS* S. L. В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ: НОВІ ДАНІ ДЛЯ ФАУНИ УКРАЇНИ

Резюме

Вступ. Малярія залишається однією з найнебезпечніших паразитарних хвороб у світі, а її поширеність зросла в останні роки. Завезення малярії та поява локальних випадків передачі в Європі підкреслюють значення місцевих переносників – комарів роду *Anopheles*. В Україні зареєстровано сім видів малярійних комарів, зокрема три представники комплексу *Anopheles maculipennis* s. l., які є основними потенційними переносниками малярії. Точна ідентифікація криптичних видів у цьому комплексі є надзвичайно важливою, але складною через їхню морфологічну схожість. Молекулярні методи ідентифікації малярійних комарів дають змогу розрізняти види, які морфологічно не відрізняються.

Метою цієї роботи була ідентифікація криптичних видів комплексу *An. maculipennis* s. l. в одному з біотопів Одеської області із застосуванням молекулярних маркерів.

Методика. У 2023 році (10 червня та 14 вересня) з дренажного каналу поблизу с. Яськи (Одеська обл.) було зібрано 112 личинок малярійних комарів. Морфологічно виокремлених особин комплексу *An. maculipennis* s. l. відбирали для молекулярно-генетичних досліджень. Виділення геномної ДНК проводили за допомогою лізуючого буферу зі СТАВ, а видову ідентифікацію здійснювали за допомогою ПЛР-аналізу ITS2 рДНК. Ампліфікація ПЛР з видоспецифічними праймерами дозволила ідентифікувати види за довжиною фрагментів. Обробку даних здійснено з розрахунком відносних часток та довірчих інтервалів.

Основні результати. У досліджуваному біотопі виявлено шість видів малярійних комарів, у тому числі п'ять представників комплексу *An. maculipennis* s. l. (*An. atroparvus*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon* та *An. messeae*) і один вид – *An. hyrcanus*, що не належить до цього комплексу. Види *An. labranchiae* та *An. melanoon* зареєстровані в Україні вперше. Проведено кількісний аналіз угруповання, виявлено домінуючі та супутні види. Отримані нами результати демонструють ефективність молекулярних маркерів у диференціації близьких видів та підкреслюють їх цінність для виявлення потенційних переносників збудників малярії в Україні. Виявлення *An. labranchiae* та *An. melanoon* підкреслює необхідність проведення аудиту малярійних комарів комплексу *An. maculipennis* s. l. в регіоні.

Ключові слова: Culicidae; *Anopheles maculipennis* s. l.; *An. labranchiae*; *An. melanoon*; малярійні комарі; криптичні види; молекулярна ідентифікація; ПЛР-аналіз; ITS2 рДНК; Україна; Одеська область.

V. A. Rudik^{1,2}, S. V. Chebotar^{1,3}

¹Odesa I. I. Mechnikov National University, Department of Molecular Biology, Biochemistry and Genetics, 2 Zmiiienka Vsevoloda St, Odesa 65082, Ukraine

²The Subsidiary "I. I. Mechnikov Anti-Plague Institute" of the State Institution "Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine", 4 Tserkovna St, Odesa, 65003, Ukraine

³Plant Breeding and Genetic Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 3 Ovidiopolska Rd, Odesa, 65036, Ukraine, e-mail: lab.nii.rudik@stud.onu.edu.ua

FIRST RESULTS OF MOLECULAR IDENTIFICATION OF SPECIES OF THE *ANOPHELES MACULIPENNIS* S. L. COMPLEX IN ODESA REGION: NEW DATA FOR THE FAUNA OF UKRAINE

Summary

Introduction. Malaria remains one of the most dangerous parasitic diseases worldwide, with its incidence increasing in recent years. The importation of malaria cases and the emergence of local transmission in Europe underscore the importance of indigenous vectors – mosquitoes of the genus *Anopheles*. In Ukraine, seven species of malaria mosquitoes have been recorded, including three members of the *Anopheles maculipennis* s. l. complex, which are considered the principal potential vectors. Accurate identification of cryptic species within this complex is crucial, yet challenging, due to their morphological similarity. Molecular identification methods enable differentiation of morphologically indistinguishable cryptic species.

Aim. The aim of this study was to identify cryptic species of the *An. maculipennis* s. l. complex in a selected biotope in the Odesa region using molecular markers.

Methods. On 10 June and 14 September 2023, the total of 112 *Anopheles* larvae were collected from a drainage canal near the village of Yasky (Odesa Region). Specimens of the *An. maculipennis* s. l. complex, distinguished on the basis of morphological characteristics, were selected for molecular genetic analysis. Genomic DNA was extracted using the protocol with CTAB lysis buffer, and species identification was carried out via PCR-analysis of the *ITS2* region of rDNA. PCR amplification with species-specific primers enabled species determination based on a fragment length. The resulting data were used to calculate relative abundances and corresponding confidence intervals.

Main results. Six species of malaria mosquitoes were found in the study habitat, including five representatives of the *An. maculipennis* complex (*An. atroparvus*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s. s., *An. melanoon*, and *An. messeae*) and one species – *An. hyrcanus*, which does not belong to this complex. The species *An. labranchiae* and *An. melanoon* were registered in Ukraine for the first time. A quantitative analysis of species composition was performed, identifying both dominant and accompanying species. The results demonstrate the effectiveness of molecular markers in differentiating closely related species and highlight their value in detecting potential malaria vectors in Ukraine. The detection of *An. labranchiae* and *An. melanoon* underlines the need for a comprehensive survey of *An. maculipennis* s. l. mosquitoes in the region.

Keywords: Culicidae; *Anopheles maculipennis* s. l.; *An. labranchiae*; *An. melanoon*; malaria mosquitoes; cryptic species; molecular identification; PCR-analysis; *ITS2* of rDNA; Ukraine; Odesa region.

References

1. Hutsevych, A. V., Monchadskyi, & A. S., Shtakelberh, A. A. (1970). *Fauna SSSR. Nasekomi dvokryli. T. III. Komary (semeistvo Culicidae)* [Fauna of the USSR. Dipterous Insects. Mosquitoes]. L.: Nauka [in Russian].
2. Derzhavna ustanova "Tsentr hromadskoho zdorov'ya Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrainy" (2025). Infektsiina zakhvoryuvannist naselennya Ukrainy [Infectious morbidity of the population of Ukraine]. Kyiv: TsHZ. Accessed 7 Feb 2025. Retrieved from <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvann/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvannist-naselennya-ukraini> [in Ukrainian].
3. Kilochytska, N. P. (2008). Korotkyi vyznachnyk krovosysnykh komariv fauny Ukrainy [A brief identification guide to bloodsucking mosquitoes of Ukraine]. Kyiv: Heoprynt [in Ukrainian].
4. Pavlichenko, V. I., Prykhod'ko, O. B., Yemets, T. I., & Malieieva, H. Yu. (2017). Biologichni aspekty malyariyi: perenosnyky [Biological aspects of malaria: Vectors]. *Pytannia bioindykatsiyi ta ekolohiyi*, 22(2), 130–145 [in Ukrainian].
5. Prendel, O. R. (1937). Do pytannya pro poshyrennya riznovydnostei Anopheles maculipennis v stepovii Ukraini [On the distribution of *Anopheles maculipennis* varieties in the steppe region of Ukraine]. *Pratsi protozoino-parazytologichnoho viddilu Odeskoho bakteriologichnoho instytutu i Oblasnoi malyariinoi stantsii*, 64–78 [in Ukrainian].
6. Prendel, O. R., & Kornechevska, H. O. (1957). Komary Moldavskoi RSR ta sumizhnykh raioniv Odeskoi oblasti URSR [Mosquitoes of the Moldavian SSR and adjacent areas of the Odesa region of the Ukrainian SSR]. *Materialy do vyvchennya fauny krovosysnykh komariv pvidenno-zakhidnoi chastyny SRSR. Pratsi Odeskoho derzhavnoho universytetu imeni I. I. Mechnikova. Seriya biologichnykh nauk*, 147(8), 127–129 [in Ukrainian].
7. Rudik, V. A. (2019). Analiz vydovoho skladu, poshyrennia ta sezonnoho spivvidnoshennia maliariynykh komariv Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ia [Analysis of the species composition, distribution and seasonal correlation of malarial mosquitoes in the North-Western Black Sea region]. *Pryrodnychiy al'manakh (biologichni nauky)*, 26, 157–170. <https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2019-26-15> [in Ukrainian].
8. Sheremet, V. P. (1998). *Krovosysni komari Ukrainy* [Blood-sucking mosquitoes of Ukraine]. Kyiv: Naukova Dumka [in Ukrainian].
9. Shuvalikov, V. B. (2008). Tsitogeneticheskiy monitoring populyatsiy malyariynykh komarov v Nizhnem Pridneprov'e [Cytogenetic monitoring of malaria mosquito populations in the Lower Dnieper region]. *Vestnik Zoologii*, 42(3), 249–254 [in Russian].
10. Baldari, M., Tamburro, A., Sabatinelli, G., Romi, R., Severini, C., Cuccagna, G., ... Toti, M. (1998). Malaria in Maremma, Italy. *Lancet (London, England)*, 351(9111), 1246–1247. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)10312-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)10312-9)
11. Bassam, B. J., & Gresshoff, P. M. (2007). Silver staining DNA in polyacrylamide gels. *Nature protocols*, 2 (11), 2649–2654. <https://doi.org/10.1038/nprot.2007.330>
12. Becker, N., Petrić, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M.B., Dahl, C., & Kaiser, A. (2020). *Mosquitoes: identification, ecology and control*. Cham: Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1>
13. Boccolini, D., Menegon, M., Di Luca, M., Toma, L., Severini, F., Marucci, G., ... Italian Malaria Surveillance Group (2020). Non-imported malaria in Italy: paradigmatic approaches and public health implications following an unusual cluster of cases in 2017. *BMC public health*, 20(1), 857. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08748-9>
14. Calzolari, M., Desiato, R., Albieri, A., Bellavia, V., Bertola, M., Bonilauri, P., Callegari, E., & Canziani, S. (2021). Mosquitoes of the Maculipennis complex in Northern Italy. *Scientific reports*, 11(1), 6421. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85442-9>
15. Collins, F. H., & Paskewitz, S. M. (1996). A review of the use of ribosomal DNA (rDNA) to differentiate among cryptic *Anopheles* species. *Insect Mol. Biol.*, 5, 1–9.
16. Doudier B., Bogreau, H., DeVries, A., Ponçon, N., Stauffer, W. M., Fontenille, D., ... Parola, P. (2007). Possible autochthonous malaria from Marseille to Minneapolis. *Emerging infectious diseases*, 13(8), 1236–1238. <https://doi.org/10.3201/eid1308.070143>
17. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2017. Stockholm: ECDC; 2019. Accessed 7 Feb 2025. Retrieved from <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2017>
18. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2018. Stockholm: ECDC; 2020. Accessed 7 Feb 2025. Retrieved from <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2018>

19. European Centre for Disease Prevention and Control. Malaria. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2021. Stockholm: ECDC; 2023. Accessed 7 Feb 2025. Retrieved from <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/malaria-annual-epidemiological-report-2021>
20. Gunay, F., Picard, M., & Robert, V. (2017). MosKey Tool: an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean and Black Sea regions. *International Journal of Infectious Diseases*, 53, 110-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2016.11.277>
21. Ivanescu, M. L., Acatrinei, D., Pavel, I., Sulesco, T., & Miron, L. (2015). PCR identification of five species from the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in North-Eastern Romania. *Acta parasitologica*, 60(2), 283–289. <https://doi.org/10.1515/ap-2015-0040>
22. Kampen, H., Maltezos, E., Pagonaki, M., Hunfeld, K. P., Maier, W. A., & Seitz, H. M. (2002). Individual cases of autochthonous malaria in Evros Province, northern Greece: serological aspects. *Parasitology research*, 88(3), 261–266. <https://doi.org/10.1007/s00436-001-0530-2>
23. Kampen, H. (2005). Integration of *Anopheles beklemishevi* (Diptera: Culicidae) in a PCR assay diagnostic for Palearctic *Anopheles maculipennis* sibling species. *Parasitology Research*, 97, 113–117. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1392-9>
24. Proft, J., Maier, W. A., & Kampen, H. (1999). Identification of six sibling species of the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) by a polymerase chain reaction assay. *Parasitology Research*, 85, 837–843. <https://doi.org/10.1007/s004360050642>
25. Romi, R., Boccolini, D., Vallorani, R., Severini, F., Toma, L., Cocchi, M., ... Di Luca, M. (2012). Assessment of the risk of malaria re-introduction in the Maremma plain (Central Italy) using a multi-factorial approach. *Malaria journal*, 11, 98. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-11-98>
26. Rudik, V. (2019). The Risk of the Spread of Malaria in Anophelogenous Southern Ukraine Against the Backdrop of Global Climate Change. Proceedings from: *Fourth Annual BTRP Ukraine Regional One Health Research Symposium* (Kyiv, May 20-24, 2019) (pp. 193). Ukraine, Kyiv. Retrieved from <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9043>
27. Rudik, V. A., & Korzhov Ye. I. (2024). Dynamics of climatic predictors of a possible invasion of epidemiologically dangerous blood sucking mosquitoes (Diptera: Culicidae) into North-Western Black Sea Coast areas. In *Biological sciences and education in the context of European integration: Scientific monograph* (p. 63-80). Riga, Latvia: Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-4>
28. Santa-Olalla Peralta P., Vazquez-Torres M. C., Latorre-Fandos E., Mairal-Claver P., Cortina-Solano P., Puy-Azón A., ... Sierra-Moros M. J. (2010). First autochthonous malaria case due to *Plasmodium vivax* since eradication, Spain, October 2010. *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 15(41), 19684. <https://doi.org/10.2807/es.15.41.19684-en>
29. Vaulin, O. V., & Novikov, Yu. M. (2016). Phylogenetic relationships between Palaearctic species of the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) revealed by different approaches and markers. The problem of consensus. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 20(5), 695–703. <https://doi.org/10.18699/VJ16.189>
30. Winnepenninckx, B., Backeljau, T., & De Wachter, R. (1993). Extraction of high molecular weight DNA from molluscs. *Trends. Genet.*, 9(12), 407.
31. World malaria report 2023. Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Accessed 7 Nov 2024. Retrieved from <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2023>

ЗООЛОГІЯ



[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337320](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337320)

УДК 576.89

К. Й. Черничко, к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0002-4543-270X>

С. Я. Підгорна, к.б.н., доцент; <https://orcid.org/0000-0003-4203-6282>

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, біологічний факультет, кафедра зоології, гідробіології та загальної екології, вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна, e-mail: chernichko@onu.edu.ua

ПОШИРЕННЯ ГЕЛЬМІНТІВ ДОМАШНЬОЇ КУРКИ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* (LINNAEUS, 1758) У ПРИВАТНИХ ГОСПОДАРСТВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ (УКРАЇНА)

В статті наведені результати дослідження гельмінтофауни домашньої курки *Gallus gallus domesticus* на території Одеської області. В ході дослідження було визначено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типів Nematoda та Plathelminthes, двох класів Cestoda та Chromadorea, 4 родин (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariidae) та 5 родів (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*). Найбільш представлені у *Gallus gallus domesticus* були *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%. Всі зареєстровані види гельмінтів являються звичайними і широко поширеними паразитами домашніх курей. Загальна екстенсивність зараженості становила 56,6%. Проаналізовано зараженість птахів за статтю, ступінь зараженості самок становила 65,2%, самців – 28,5%. Встановлено, що ступінь зараження птахів з вигульною системою утримання значно вищий (66,7%), ніж з підлоговою (33,3%).

Ключові слова: *Gallus gallus domesticus*, гельмінти, цестоди, нематоди.

Гельмінтози птахів у всі часи є найсерйознішою перешкодою для розвитку птаківництва, оскільки завдають значних економічних збитків. Комплексним захистом сільськогосподарських птахів від паразитарних захворювань є епізотологічний моніторинг, метою якого є отримання і аналіз даних поширення екто- та ендопаразитів [9].

Гельмінтози у птахів призводять до порушень мікробіоценозу травного тракту, порушують цілісність його органів, що призводить до розвитку атрофічних процесів. У заражених птахів збільшується у два і більше разів кількість умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів. Подразнювальна дія токсинів гельмінтів із боку центральної й периферичної нервової систем зумовлена судомами та паралічами крил та кінцівок хворої птиці. Загибель може становити 60% птахопоголов'я [2; 5; 9].

Географічне розташування Одеської області сприяє зосередженню на її території у весняно-літній період багатомільйонного поголів'я пернатих мігрантів з різних куточків світу, чим сприяють занесенню збудників гельмінтозів. При цьому відмічається суттєвий вплив організаційно-господарських заходів

на поширення гельмінтів або найпростіших в навколишньому середовищі, а саме – зміна температурного режиму, вологості, освітлення, годівлі, газообміну, щільності посадки тощо [2; 7].

Відомо, що багато видів паразитів є спільними як для диких, так і для свійських куроподібних птахів. Гельмінти є невід’ємними компонентами екосистеми і нерідко виступають в ролі стабілізуючого фактора завдяки своєму впливу на динаміку чисельності популяцій як проміжних, так і остаточних хазяїв [3; 7; 10; 11].

Значна частина гельмінтів завершує свій розвиток в птахів, які в якості харчових об’єктів використовують проміжних хазяїв – безхребетних. Саме такою групою є Куроподібні (Galliformes), які відіграють важливу роль в циркуляції гельмінтів в наземних екосистемах [1; 10; 11; 13].

Незважаючи на велику кількість повідомлень щодо гельмінтозів курей, залишається недостатньо дослідженим їх ареал поширення та видовий склад на півдні України [6; 10; 11; 17].

Отже, всебічне вивчення гельмінтів домашньої курки у формуванні біоценозу потребує дослідження гостальних відносин, а також пошуку нових та/або вдосконалення відомих методів лабораторної діагностики.

Мета роботи – дослідження поширення гельмінтів домашньої курки *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) у приватних господарствах Одеської області (Україна).

Матеріал та методи дослідження

Матеріалом для роботи слугували власні збори гельмінтів, які були отримані з гельмінтологічних розтинів домашніх курей *Gallus gallus domesticus*, які належать до ряду Куроподібні (Galliformes) [4; 12]. Дослідження проводились на території приватних господарств селища Велика Михайлівка Одеської області (Україна). Було проведено обстеження великих, середніх та малих господарств з різними технологіями утримання птахів (з підлоговою та вигульною системою утримання). Всього методом неповного гельмінтологічного розтину було досліджено 30 екземплярів птахів. Більша частина матеріалу зібрана в весняно-літній період у 2022–2023 роках. Розтину підлягав свіжий матеріал. Вміст кишково-шлункового тракту промивали через сито із вічком 300 мкм. Паренхіматозні органи перед вивченням розчавлювали. Для зберігання гельмінтів використовували 70 етанол. Живих гельмінтів фіксували в гарячій воді. Обробку гельмінтів перед визначенням та вивченням морфології здійснювали за загальноприйнятими методиками [14; 16].

Для аналізу зараженості використовували індекс екстенсивності – відсоток хазяїв, заражених гельмінтами (Р, %) [14].

Результати та їх обговорення

За результатами паразитологічних досліджень загальна екстенсивність зараження гельмінтозами домашньої курки становила – 56,6% (17 із 30 досліджених птахів) (табл. 1).

Таблиця 1

Екстенсивність зараженості гельмінтозами домашньої курки

Вид птаха	Кількість оглянутих особин		Кількість заражених особин		Екстенсивність Р, %	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Gallus gallus domesticus	23	7	15	2	65,2	28,5
Всього	30		17		56,6	

Ступінь зараженості самок становила 65,2%, самців – 28,5%. Відомо, що стать хазяїна певною мірою впливає на зараженість гельмінтозами. Ґрунтуються ці знання на певних анатомо-фізіологічних особливостях організму самців та самок. Також, непрямий вплив на рівень зараженості може чинити різний спосіб життя: їжа, роль самців та самок у насиджуванні та вигодовуванні пташенят [2; 3; 10; 11].

Домінувальною у паразитофауні домашньої курки виявилась фауна Cestoda (Cestoda – 36,7%,Chromadorea – 20%). Домінування чітко спостерігається не тільки у різноманітті видів цестод, у порівнянні з нематодами, але проявляється і в екстенсивності інвазії цими паразитами.

Аналіз зараженості домашньої курки окремими групами гельмінтів показав вищий рівень зараженості Cestoda серед самок (90,9%) (табл. 2). Нематодозна інвазія також частіше зустрічалася серед самок домашньої курки – 83,3%.

Таблиця 2

Екстенсивність зараженості домашньої курки цестодами та нематодами

Таксон паразита	Кількість заражених особин за статтю		Екстенсивність Р,%	
	♀	♂	♀	♂
Cestoda	10	1	90,9	9,1
Chromadorea	5	1	83,3	16,6

В ході дослідження було визначено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типів Nematoda та Plathelminthes, двох класів Cestoda та Chromadorea, 4 родин (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariididae) та 5 родів (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*) (табл. 3).

Таблиця 3

Таксономічний склад гельмінтів домашньої курки

Тип	Клас	Родина	Рід	Вид	Кількість особин
Platyhelminthes	Cestoda	Hymenolepididae	<i>Echinolepis</i>	<i>Echinolepis carioca</i>	3
		Davaineidae	<i>Raillietina</i>	<i>Raillietina echinobothrida</i>	11
			<i>Davainea</i>	<i>Davainea proglottina</i>	2
Nematoda	Chromadorea	Ascarididae	<i>Ascaridia</i>	<i>Ascaridia galli</i>	10
		Heterakidae	<i>Heterakis</i>	<i>Heterakis gallinarum</i>	3
2	2	4	5	5	29

Серед виявлених видів гельмінтів, за кількістю виявлених особин, переважали *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35% (рис. 1). Переважна більшість з них є біогельмінтами (60%), для завершення життєвого циклу яких потрібна зміна хазяїна – безхребетних різних класів: олігохет, ракоподібних, комах, молюсків, 40% – геогельмінти.

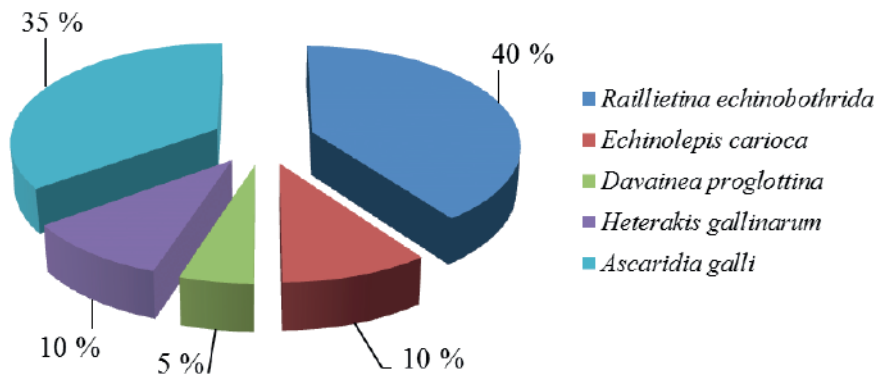


Рис. 1. Представленість видового складу гельмінтів домашньої курки

Нижче наведено систематичний нарис виявлених паразитів, хазяї та локалізація.

Тип Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Клас Cestoda Rudolphi, 1808

Родина Hymenolepididae (Ariola, 1899) Railliet et Henry, 1909

Рід Echinolepis Magalhaes, 1898

Echinolepis carioca (Magalhaes, 1898) Spassky et Spasskaja, 1954

Хазяї: домашня курка та індик (*Gallus gallus dom.*, *Meleagris gallopavo*) [2; 8; 10].

Локалізація: тонкий кишківник.

Родина Heterakidae Railliet et Henry, 1912

Рід *Heterakis* Scharank, 1790

Heterakis gallinarum Schrank, 1788

Хазяї: домашня курка та індик [2; 8; 10].

Локалізація: сліпа кишка.

Родина Davaineidae Braun 1900

Рід *Raillietina* Fuhrman, 1920

Raillietina echinobothrida, Megnin, 1880

Хазяїн: домашня курка [2; 8; 10].

Локалізація: тонкий кишківник.

Родина Davaineidae Braun, 1900

Рід *Davainea* Blanchard, 1891

Davainea proglottina, Davaine, 1860

Хазяїн: домашня курка [2; 8; 10].

Локалізація: тонкий кишківник.

Тип Nematoda Rudolphi, 1808

Клас Chromadorea Inglis, 1932

Родина Ascariididae Travassos, 1919

Рід *Ascaridia* Dujardin, 1845

Ascaridia galli Schrank, 1788

Хазяїн: домашня курка [2; 8; 10].

Локалізація: тонкий кишківник.

За літературними даними [2; 5; 10; 11] показано, що на екстенсивність зараження гельмінтами впливають умови утримання на одиницю площі виходу, за відсутності зміни виходів та неповноцінному годуванні.

Аналіз зараженості домашніх курей в залежності від системи утримання продемонстровано в таблиці 4.

Таблиця 4

Зараженість курей гельмінтами залежно від системи утримання

Система утримання птиці	Досліджено птахів (n)	Заражено птахів (n)	Екстенсивність Р, %
з підлоговою системою утримання	9	3	33,3
з вихідною системою утримання	21	14	66,7

З 9 досліджених птахів з підлоговою системою утримання зараженими гельмінтами виявились 3 особин, екстенсивність зараження становила 33,3%. Це пояснюється тим, що в домашніх господарствах птахи майже не перебувають на природних пасовищах і водоймах. Це дуже обмежує контакт між домашніми птахами і безхребетними, які є проміжними господарями гельмінтів. У птахів з вихідною системою утримання з 21 особин інвазовано було 14.

Екстенсивність зараження становила 66,7%. Таким чином, в умовах необмеженого доступу курей до вигульних територій в індивідуальних господарствах створювались сприятливі умови контактів домашніх курей з синантропними та дикими птахами.

Висновки

1. В результаті дослідження домашньої курки *Gallus gallus domesticus* на території приватних господарств Одеської області виявлено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типів Nematoda та Plathelminthes, двох класів Cestoda та Chromadorea, 4 родин (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariidae) та 5 родів (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*).

2. Серед виявлених паразитів найбільш представлені за кількістю виявлених особин гельмінти видів *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%.

3. Екстенсивність зараженості гельмінтами домашньої курки становила 56,6%. Домінувальною у паразитофауні свійських птахів є фауна цестод – 36,7%.

4. Відсоток зараження самок домашньої курки виявився набагато вищим за зараження самців.

5. Встановлено ступінь зараження серед птахів з різною системою утримання: з підлоговою системою утримання екстенсивність зараження становила 33,3%; з вигульною системою утримання – 66,7%.

Список використаної літератури

1. Бережний Д. В. Гельмінтофауна та гельмінтоценози диких водоплаваючих птахів Біосферного заповідника «Асканія Нова» імені Ф. Е. Фальц-Фейна, розробка заходів боротьби та профілактики: автореф. дис....канд. ветеринарних наук. Харків, 1999. 19 с.
2. Богач М. В., Степанова Н. О. Сезонна та вікова динаміка райетинозно-давеїнозної інвазії курей в умовах Одеської області. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. Збірник наукових праць Харківської зооветеринарної академії*. Сер. Ветеринарна медицина, Харків, 2012. Вип. 24. Ч. 2. С. 444-447.
3. Богач М. В., Степанова Н. О. Патогістоморфологічні зміни в органах курей при експериментальному райетинозі. *Ветеринарна медицина України*. 2014. Вип. 6. С. 35-38.
4. Воїнственський, М. А., Кістяківський, О. Б. Визначник птахів УРСР. Київ: Радянська школа, 1962. 372 с.
5. Галат В. Ф., Довгій Ю. Ю., Довгій М. Ю. Поширення кишкових паразитозів у сільськогосподарських птахогосподарствах Житомирської області. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1(53), т. 1. С. 188–193.
6. Довгій М. Ю. Кишкові інвазії сільськогосподарської птиці (поширення, діагностика, заходи боротьби): дис....канд. біол. наук: 16.00.11 «Паразитологія». Житомир, 2019. 170 с.
7. Кириленко Н. А., Келембет Н. О. Огляд досліджень гельмінтофауни птахів водно-болотних угідь України. *Вісник ОНУ*. 2011. Т. 16. Вип. 6. С. 79–87.
8. Корнюшин В. В., Сергієнко М. І., Капрусь І. Я., Рукавець С. В. Колекція цестод птахів у фондах Державного природознавчого музею НАН України. *Наук. зап. Державного природознавчого музею*. 2011. Вип. 27. С. 37-50.
9. Приходько Ю. О. Система інтегрованого захисту тварин від паразитів в Україні. *Здоров'я тварин і ліки*. 2013. № 12 (145). С. 18-19.
10. Степанова Н. О. Райетинозна інвазія курчат у присадибних господарствах Тарутинського району Одеської області. *Аграрний вісник Причорномор'я. Сер. Ветеринарні науки*. 2010. Вип. 56. С. 112-116.

11. Степанова Н. О., Богач М. В., Корнюшин В. В., Гребінь О. Б. Скрябініози – небезпечні захворювання свійських курей та індиків півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва*. 2016. Вип. 237. С. 357-365.
12. Фесенко Г. В., Бокотей А. А. Анований список українських наукових назв птахів фауни України (з характеристикою статусу видів). Київ-Львів: РомусПоліграф, 2007. 112 с.
13. Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M., Shostak A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolisetal. revisited *J. Parasitol.* 1997. Vol. 83, N 4. P. 575-583.
14. Clarke K., Gorley, R. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E. Plymouth, 2006. 192 p.
15. Lawal J. R. I. U. Hambali, S. M. Jajere, A. M. Bello, A.A. Biu Survey and prevalence of gastro-intestinal cestodes in village chickens (*Gallus gallus domesticus*) slaughtered in gombe metropolis poultry dressing slabs. *International journal of livestock research*. 2015. 28p.
16. Lutz H. L., Tkach, V.V., Weckstei, J. D. Methods for Specimen-based Studies of avian Symbionts, in: Webster, M.S. (Ed.), *The Extended Specimen: Emerging Frontiers in Collections-Based Ornithological Research*. CRC Press, 2017. P. 157-183.
17. Vasileva G. P., Korniyushin V. V., Genov T. Hymenolepidid cestodes from grebesin Ukraine: thegenus *Confluria*. *Вестник зоологии*. 2001. V. 35, № 6. P. 1-31

К. Й. Черничко, С. Я. Підгорна

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, біологічний факультет, кафедра зоології, гідробіології та загальної екології, вул. Змієнка Всеволода, 2, м. Одеса, 65082, Україна, e-mail: chernichko@onu.edu.ua

ПОШИРЕННЯ ГЕЛЬМІНТІВ ДОМАШНЬОЇ КУРКИ *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* (LINNAEUS, 1758) У ПРИВАТНИХ ГОСПОДАРСТВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ (УКРАЇНА)

Резюме

Вступ. Гельмінтози птахів у всі часи є найсерйознішою перешкодою для розвитку птаівництва, оскільки завдають значних збитків. Комплексним захистом сільськогосподарських птахів від паразитарних захворювань є епізоотологічний моніторинг, метою якого є отримання і аналіз даних поширення екто- та ендопаразитів. Географічне розташування Одеської області сприяє зосередженню на її території у весняно-літній період багатомільйонного поголів'я пернатих мігрантів з різних куточків світу, чим сприяють занесенню збудників гельмінтозів. Багато видів паразитів є спільними як для диких, так і для свійських куроподібних птахів. Гельмінти є невід'ємними компонентами екосистеми і нерідко виступають в ролі стабілізуючого фактора завдяки своєму впливу на динаміку чисельності популяцій як проміжних, так і остаточних хазяїв. Незважаючи на велику кількість повідомлень щодо гельмінтозів курей, залишається недостатньо дослідженим їх ареал поширення та видовий склад на Півдні України.

Мета роботи – дослідження поширення гельмінтів домашньої курки *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) у приватних господарствах Одеської області (Україна).

Методика роботи. Матеріалом для роботи слугували власні збори гельмінтів, які були отримані з гельмінтологічних розтинів домашніх курей *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758), які належать до ряду Куроподібні (Galliformes). Було проведено обстеження великих, середніх та малих господарств з різними технологіями утримання птахів (з підлоговою та вигульною системою утримання). Всього методом неповного гельмінтологічного розтину було досліджено

30 екземплярів птахів. Більша частина матеріалу зібрана в весняно-літній період у 2022–2023 роках. Птахів визначали за визначниками та атласами. Розтину підлягав свіжий матеріал. Обробку гельмінтів перед визначенням та вивченням морфології здійснювали за загальноприйнятими методиками.

Основні результати. Серед 30 особин домашньої курки *Gallus gallus domesticus* виявлено 5 видів гельмінтів, які відносяться до типів Nematoda та Plathelminthes, двох класів Cestoda та Chromadorea, 4 родин (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariidae) та 5 родів (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*). Найбільш представлені гельмінти видів *Raillietina echinobothrida* – 40% та *Ascaridia galli* – 35%. Екстенсивність зараженості гельмінтами домашньої курки становила 56,6%. Домінують у паразитофауні свійських птахів є фауна цестод – 36,7%. Проаналізовано зараженість птахів за статтю, ступінь зараженості самок становила 65,2%, самців – 28,5%. Встановлено, що ступінь зараження птахів з вигульною системою утримання значно вищий (66,7%), ніж з підлоговою (33,3%).

Ключові слова: *Gallus gallus domesticus*, гельмінти, цестоди, нематоди.

K. Y. Chernychko, S. Ya. Pidhorna

Odesa I. I. Mechnikov National University, Faculty of Biology, Department of Zoology, Hydrobiology and General Ecology, 2 Zmiiienka Vsevoloda St, Odesa 65082, Ukraine, e-mail: chernichko@onu.edu.ua

DISTRIBUTION OF HELMINTHS IN DOMESTIC CHICKENS *GALLUS GALLUS DOMESTICUS* (LINNAEUS, 1758) IN PRIVATE HOLDINGS OF ODESA REGION (UKRAINE)

Summary

Introduction. Helminthiasis of birds has always been the most serious obstacle to the development of poultry farming, as it causes significant losses. Comprehensive protection of farm birds from parasitic diseases is epizootological monitoring, the purpose of which is to obtain and analyze data on the distribution of ecto- and endoparasites. The geographical location of the Odesa region contributes to the concentration of a multimillion-strong population of migratory birds from different parts of the world on its territory in the spring-summer period, which contributes to the introduction of helminthiasis pathogens. Many species of parasites are common to both wild and domestic gallinaceous birds. Helminths are integral components of the ecosystem and often act as a stabilizing factor due to their influence on the dynamics of the population of both intermediate and final hosts. Despite the large number of reports on helminthiasis of chickens, their distribution area and species composition in the South of Ukraine remain insufficiently studied.

The aim of the work was to study the distribution of helminths in domestic chicken *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) in private farms of the Odesa region (Ukraine).

Methods. The material for the work was our own collections of helminths, which were obtained from helminthological dissections of domestic chickens *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758), belonging to the order Galliformes). A survey of large, medium and small farms with different technologies of keeping birds (with floor

and free-range housing systems) was conducted. In total, 30 specimens of birds were examined by the method of incomplete helminthological dissection. Most of the material was collected in the spring-summer period in 2022-2023. Birds were identified by determinants and atlases. Fresh material was subjected to dissection. Processing of helminths before determining and studying their morphology was carried out according to generally accepted methods.

Main results. Among 30 individuals of domestic chicken *Gallus gallus domesticus*, 5 species of helminths were found, which belong to the types Nematoda and Plathelminthes, two classes Cestoda and Chromadorea, 4 families (Hymenolepididae, Davaineidae, Heterakidae, Ascariidae) and 5 genera (*Echinolepis*, *Raillietina*, *Davainea*, *Heterakis*, *Ascaridia*). The most represented were helminths of the species *Raillietina echinobothrida* – 40% and *Ascaridia galli* – 35%. The extensiveness of infection with helminths in domestic chickens was 56.6%. The dominant parasite fauna in domestic birds is the cestode fauna – 36.7%. The infection rate of birds by sex was analysed, with the degree of infection in females being 65.2% and in males – 28.5%. It was found that the degree of infection of birds with a free-range system of maintenance is significantly higher (66.7%) than with a floor system (33.3%).

Key words: *Gallus gallus domesticus*, helminths, cestodes, nematodes

References

1. Berezhny, D. V. (1999). *Helminthofauna ta helmintotsenozy dykykh vodoplavaiuchykh ptakhiv Biosferneho zapovidnyka «Askaniia Nova» imeni F. E. Falts-Feina, rozrobka zakhodiv borotby ta profilaktyky* [Helminth fauna and helminth coenoses of wild waterfowl of the F. E. Falz-Fein Biosphere Reserve "Askania Nova", development of control and prevention measures] [Author's abstract of candidate's dissertation of veterinary sciences; 19 p]. Kharkiv, [in Ukrainian].
2. Bogach, M. V., & Stepanova, N. O. Sezonna ta vikova dynamika raiietynozno-daveneoznoi invazii kurei v umovakh Odeskoi oblasti [Seasonal and age dynamics of rayetinose-daveneosis invasion of chickens in the conditions of the Odesa region]. *Problems of zooengineering and veterinary medicine. Collection of scientific papers of the Kharkiv Zooveterinary Academy. Ser. Veterinary medicine*, Kharkiv, 2012. 24/2. 444-447 [in Ukrainian].
3. Bogach, M. V., & Stepanova, N. O. (2014). Patohistomorfologichni zminy v orhanakh kurei pry eksperymentalnomu raiietynozii [Pathohistomorphological changes in the organs of chickens with experimental rayetinose]. *Veterinary medicine of Ukraine* [in Ukrainian].
4. Voynstvensky, M. A., & Kistyakivsky, O. B. (1962). *Vyznachnyk ptakhiv USSR* [Bird identifier of the Ukrainian SSR]. Kyiv: Soviet School [in Ukrainian].
5. Galat, V.F., Dovgii, Yu. Yu., & Dovgii, M. Yu. (2016). Poshyrennia kyshkovykh parazytoziv u silskohospodarskykh ptakhohospodarstvakh Zhytomyrskoi oblasti [Spread of intestinal parasitosis in agricultural poultry farms of Zhytomyr region]. *Bulletin of ZhNAEU* [in Ukrainian].
6. Dovgii, M. Yu. Kyshkovi invazii silskohospodarskoi ptytsi (poshyrennia, diagnostyka, zakhody borotby [Intestinal invasions of agricultural poultry (spread, diagnostics, control measures)] [Candidate's dissertation, Zhytomyr National Agroecological University; 170 p.]. Zhytomyr [in Ukrainian].
7. Kyrylenko, N. A., & Kelembet, N. O. (2011). Ohliad doslidzen helmintofauny ptakhiv vodno-bolotnykh uhid Ukrainy [Review of studies of helminth fauna of wetland birds of Ukraine]. *Bulletin of ONU* [in Ukrainian].
8. Korniyushyn, V. V., Sergienko, M. I., Kaprus I. Ya., & Rukavets S. V. (2011). Kolektsiia tsestod ptakhiv u fondakh Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu NAN Ukrainy [Collection of cestodes of birds in the funds of the State Museum of Natural History of the NAS of Ukraine]. *Scientific. Proceedings of the State Museum of Natural History* [in Ukrainian].
9. Prykhodko, Yu. O. (2013). Systema intehrovanoho zakhystu tvaryn vid parazytiv v Ukraini. [System of integrated protection of animals against parasites in Ukraine]. *Animal health and medicines* [in Ukrainian].
10. Stepanova, N. O. (2010). Raiietynozna invaziia kurchat u prysadybnykh gospodarstvakh Tarutynskoho raionu Odeskoi oblasti [Rayetynous invasion of chickens in homestead farms of Tarutyn district of Odesa region]. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Region. Ser. Veterinary Sciences* [in Ukrainian].

11. Stepanova, N. O., Bogach, M. V., Korniyushyn, V. V., & Hrebin, O. B. (2016). Skriabiniozy – nebezpechni zakhvoriuvannia sviiskyykh kurei ta indykiv pivdnia Ukrainy [Scriabiniosis - dangerous diseases of domestic chickens and turkeys of southern Ukraine]. Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Ser. Veterinary Medicine, Quality and Safety of Livestock Products [in Ukrainian].
12. Fesenko, G. V., & Bokotey, A. A. (2007). Anotovanyi spysok ukrainskykh naukovykh nazv ptakhiv fauny Ukrainy (z kharakterystykoiu statusu vydiv) [Annotated list of Ukrainian scientific names of birds of the fauna of Ukraine (with a description of the status of species)]. Kyiv-Lviv: RomusPoligraf, [in Ukrainian].
13. Vasileva, G. P., Korniyushin, V. V., & Genov, T. (2001). Hymenolepidid cestodes from grebes in Ukraine: the genus *Confluria*. Herald of Zoology.
14. Clarke, K., & Gorley, R. (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E. Plymouth.
15. Lawal, J. R. I. U. Hambali, S. M. Jajere, A. M. & Bello, A.A. (2015). Biu Survey and prevalence of gastrointestinal cestodes in village chickens (*Gallus gallus domesticus*) slaughtered in Gombe metropolis poultry dressing slabs. International journal of livestock research.
16. Lutz, H.L., Tkach, V.V., & Weckstei, J.D. (2017). Methods for Specimen-based Studies of avian Symbionts, in: Webster, M.S. (Ed.), The Extended Specimen: Emerging Frontiers in Collections-Based Ornithological Research. CRC Press.
17. Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolisetal. revisited J. Parasitol.

ІСТОРІЯ НАУКИ



[https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1\(56\).337321](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2025.1(56).337321)

УДК 595.76(477.87)"18/19"

М. П. Луцька, к. б. н, доцент; <https://orcid.org/0000-0003-4317-7482>
ЗВО «Університет Короля Данила», кафедра психології та
суспільствознавчих дисциплін імені Академіка УАН о. Івана Луцького,
вул. Коновальця Є., 35, м. Івано-Франківськ, 76014, Україна
e-mail: mariana.lutska@ukd.edu.ua

ВНЕСОК МАР'ЯНА АЛОЇЗА ЛОМНИЦЬКОГО У ВИВЧЕННЯ КОРОТКОНАДКРИЛИХ ЖУКІВ (STAPHYLINIDAE, COLEOPTERA, INSECTA) КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Українські Карпати характеризуються наявністю різноманітних типів екосистем, що відрізняються між собою за мікрокліматичними особливостями. Саме ця особливість забезпечує формування різноманітних флористичних та ентомологічних комплексів. Окрім того варто зазначити, що на їхні особливості впливає змінність біотичних та абіотичних чинників. Тому на сьогоднішній день дуже важливо мати чіткий аналіз фауністичного складу угруповань та проводити їхній ретроспективний аналіз. Колосальний внесок у вивчення коротконадкрилих жуків Карпатського регіону зробив Мар'ян Алоїз Ломницький, який, по суті, став основоположником натуралістичних досліджень у вказаному регіоні.

Ключові слова: коротконадкрилі жуки; Ломницький; висотний розподіл, Українські Карпати.

Карпати – це гірська система, що розміщується у центральній частині Європи. Їхня загальна протяжність становить 1500 кілометрів, а на теренах України розміщуються Східні, або іншими словами Лісисті Карпати, протяжність яких становить 280 км, а ширина – 100–110 км. Безпосередньо Українські Карпати займають площу 24 тисячі км², а із урахуванням Передкарпаття та Закарпаття – 37 тисяч км².

Лісисті Карпати частково займають Закарпатську, Івано-Франківську, Львівську та Чернівецьку області. Абсолютні висоти тут коливаються від 120 до 2000 м над р.м. Кліматичні особливості змінюються з урахуванням геологічного положення гір та їхньої висоти, що зумовлює доволі варіативні мікрокліматичні особливості та формування подекуди унікальних біотопів [1]. Власне самі ці особливості є визначальними для приділення особливої уваги дослідженню регіональних фауністичних особливостей, адже це дозволяє сформувати цілісну картину природи не лише для окремо взятого регіону, а й України загалом.

Натуралістичний аналіз Карпатського краю впродовж різних років здійснювала ціла плеяда видатних науковців як минулих століть, так і сучасності. Основоположниками цих досліджень були: Максиміліан Сила-Новицький та Алоїз

Мар'ян Ломницький [9, 10]. Згодом вагомий внесок у дослідження фауністичного складу аналізованого регіону зробили Чумак В. О. та Глотов С. В. [2]

Мар'ян Алоїз Ломницький – це перший науковець, який здійснював комплексний аналіз не тільки фауністичного різноманіття Карпат та Передкарпаття, а й аналізував геологічні та кліматичні особливості аналізованого регіону.

Народився Маріан Алоїз Ломницький 9 вересня 1845 року у сім'ї Якуба Ломницького та Магдалени Борковської у невеличкому селі Баворова поблизу Тернополя. Завдяки невтомній праці він зміг стати одним із найбільш відомих вчених-натуралістів Австрійської імперії. Здобуття освіти Мар'ян Алоїз розпочав у школі с. Баворова, після закінчення якої навчався у Академічній Гімназії у Львові. Саме тут він проявив особливі здібності до вивчення природничих дисциплін. Вагому роль у цьому контексті відіграли ентомолог Максиміліан Сила-Новицький та геолог Саверин Плахетка. Починаючи з 1864 року Ломницький, завдяки отриманню стипендії філантропа В. Дідушицького, отримує можливість навчатися у Кракові, а починаючи з 1867 року продовжує здобувати освіту у Віденському університеті. Саме тут Мар'ян Ломницький знайомиться із Л. Міллером та Е. Рейтером із якими згодом здійснює спільні експедиції [12].

Метою даної роботи є ретроспективний аналіз досліджень внеску М.А. Ломницького у вивчення ентомофауни Карпатського краю.

Завданням було виявити літературні джерела, у яких висвітлюються дані щодо досліджень Ломницького на території карпатського регіону, з особливим акцентом на ентомокомплекси коротконадкрилих жуків.

Результати перших наукових досліджень М.А. Ломницький висвітлював у праці «Przyczynek do fauny chrzazczow galicyjski» («Внесок до фауни галицьких твердокрилих») 1866 року [2]. У ній автор навів анотований список 698 видів твердокрилих, що належать до 55 родин. Левову частку виявлених видів становили представники родини Staphylinidae – 149 видів, що складає приблизно 21,3%. Усі представники цієї родини розподілені у межах восьми підродин.

Найвищий рівень видового різноманіття притаманний для підродини Staphylininae, яка представлена такими родами: *Philonthus*, *Quedius*, *Xantholinus* – які представлені відповідно 18, 8 та 4 видами. Кожен із родів: *Staphylinus*, *Leistotrophus*, *Oscypus* та *Othius* представлений лише одним видом: *Staphylinus caesereus* Cederhjelm, 1758, *Leistotrophus murinus* Linnaeus, 1758, *Oscypus picipennis* (Fabricius, 1792), *Othius fulvipennis* (Goeze, 1777).

Другою за чисельністю є підродина Tachyporinae, яка представлена 16 видами, що належать до шести родів: *Tachyporus* та *Boletobius* налічують по 4 види, *Tachinus* представлений 3 видами, *Conosoma* та *Mycetoporus* по 2, а найменша частка виявлених видів притаманна для роду *Bryoporus*, який представлений лише одним видом – *Bryoporus cernuus* (Gravenhorst, 1808).

Третьою за чисельністю є підродина Aleocharinae, у межах якої Ломницький виокремлює сімнадцять видів, що розподіляються у межах семи родів: *Homolota* – 5, *Oxyrhopa* – 4, *Myrmedonia* – 3, *Falagria* – 2 види. Кожен із родів

Aleochara, *Atemeles*, *Gyrophena* – представлений лише одним видом: *Aleochara fuscipes* Gravenhorst, 1777, *Atemeles emarginatus* (Paykull, 1789), *Gyrophena affinis* (Sahlberh, 1834).

Найнижчі рівні видового різноманіття, згідно із дослідженнями Ломницького, притаманні для підродин: Paederianae, що представлена родами *Lathrobium* (4 види) та *Stilicus* (3), а також видами *Dolicaon biguttulus* Lacordaire, 1835, *Lithocharis melanocephala* Marscham, 1777, *Paederus vulgaris* Miller, 1835. У межах підродини Oxytelinae виокремлюються роди *Oxytelus* (4 види) та *Bledius* (2 види), та представники видів: *Platystethus morsitans* (Geoffroy, 1785), *Haploderus caelatus* Jacobson, 1905, *Trogophloeus elongatulus* Erichson, 1839. Підродина Steninae представлена лише одним родом – *Stenus*, що включає до свого складу представників семи видів.

Найнижчий рівень видового різноманіття притаманний для представників підродин Omaliinae (*Lathrimaeum atrocephalum* (Gyllenhal, 1827), *Eusphalerum triviale* Linnaeus, 1758) Pselaphinae (*Pselaphus heissei* Herbst, 1792, *Bryaxis sanguinea* Leach, 1817, *Bryaxis haematica* (Reichenbank, 1816)) [2].

Через рік у 1867 році М.А. Ломницький спільно із австрійськими науковцями Л. Міллером та Е. Рейтером здійснили першу експедицію до Чорногори. Результати своїх досліджень науковці висвітлили у праці «Wycieczka na Czarnogore» («Експедиція до Чорногори») [4]. Територія, яку охоплювали науковці у процесі проведення своїх досліджень, була доволі великою, що привело до її поділу на так звані країни: «країну низин» (охоплює територію Колумийщини), «гірську країну» та «країну полонин» – у межах кожної із них виокремлюються ділянки, що пов'язані із висотно-рослинними поясами.

У межах гірської країни науковці виокремили буково-ялицевий пояс, який розміщується на висотах 630–950 м над рівнем моря. Тут виявили значне різноманіття коротконадкрилих жуків, домінантними серед яких є: *Philonthus prolixus* Erichson, 1840, *Xantholinus longicentris* Heer, 1840, *Lithocharis fuscula* Lacordaire, 1835, *Paederus longicornis* (Goeze, 1777), *Paederus gamellus* Kraatz, 1857, *Dianous coerulescens* Gyllenhal, 1810, *Thinodromus dilatatus* Erichson, 1839, *Deleaster adustus* (Gravenhorst, 1802) та *Anthophagus plagiathus* (Fabricius, 1758).

На висоті 950 м над рівнем моря виокремлюється ялицево-ялиновий пояс. Тут трапляються представники видів: *Aleochara nitida* Gravenhorst, 1802, *Homolota nitidula* Kraatz, 1856, *Philonthus laminatus* (Cruetzer, 1799), *Philonthus nigrutilus* Gravenhorst, 1802 та *Philonthus prolixus* Erichson, 1840. Необхідно зазначити, що перелічені вище види здатні досягати субальпійського поясу. У цій зоні на північній та більш затіненій стороні під гнилими колодами траплялися представники видів: *Scydmaeus collaris* (Paykull, 1800), *Pselaphus heissei* Herbst, 1792, *Myrmedonia laticollis* (Maerker, 1842). Домінантними, згідно із дослідженнями науковців, у цій зоні були: *Homolota sp.*, *Quedius brevis* Erichson, 1840, *Ocypus morio* Fowler, 1888 та *Philonthus succicola* Thomson, 1860.

«Країна полонин» характеризується наявністю двох поясів криволісся со-сни гірської та хребтів. Загалом, згідно з результатами аналізу робіт М.А. Лом-ницького, для цієї території притаманним є доволі низький рівень видового різноманіття коротконадкрилих жуків. Так, у поясі хребтів стафілінід не ви-явили, а що стосується криволісся *Pinus tugo* Linnaeus, 1758 то тут фауна Staphylinidae є набагато біднішою, ніж у інших типах екосистем аналізованих у цій праці [4].

Згодом у 1874 році Мар'ян Алоїз опублікував працю «Sprawozdanie komisji fizyograficznej» («Звіт фізіографічної комісії») [6], у якій підбив підсумки до-сліджень, проведених впродовж 1873 року. Тут міститься анотований список 175 родів твердокрилих комах, із яких 118 є новими для фауни аналізованого регіону.

Географія досліджень охоплювала доволі значні території. Здебільшого ви-вчення ентомокомплексів проводилось поблизу населених пунктів Сокіл (Го-роденківського району, Івано-Франківської області), Станіславів (сучасний Іва-но-Франківськ), околиці Львова, Чорногору, а також Перемишля, Кракова, села Волі-Юстиновської, Татрів.

Коротконадкрилі жуки становили 12% від усіх проаналізованих видів у цій праці. Загалом виявлені види є представниками восьми підродин. Найвище ви-дове різноманіття характерне для Tachyporinae та Staphylininae, кожна із яких представлена п'ятьма родами. Дещо менша кількість родів притаманна для Aleocharinae та Paederinae, чотири та три роди відповідно. Найменше родове різноманіття притаманне для Steninae, Oxytelinae, Omaliinae, Scydmaeninae – кожен із яких представлений лише одним родом.

Найвище видове різноманіття було зафіксовано поблизу Кракова – *Oxypoda exigua* (Erichson, 1837), *Homolota gracilicornis* Erichson 1839, *H. umbonata* Erichson, 1839, *H. velata* Erichson, 1839, *H. plana* (Gyllenhal, 1810), *Philonthus splendidulus* (Gravenhorst, 1802), *Staphylinus chalconecephalus* Fabricius, 1801, *Stenus stigmula* Erichson, 1840, *S. argentellus* Thomson, 1857, *Bledius pallipes* Gravenhorst, 1806 та *Tachinus foveolatus* Linnaeus, 1758. Дещо менша кіль-кість видів була виявлена біля околиць Перемишля: (*Bolitochara lucida* (Gravenhorst, 1802), *Conosoma fuscum* Erichson 1839, *Mycetoporus longulus* Mannerhaim, 1830, *M. crassicornis* (Maclin, 1847), *Quedius xanthopus* Erichson, 1839, *Ph. splendidulus* Gravenhorst, 1802, *Latrobium terminatum* Gravenhorst, 1802 і *L. punctulatum* (Goeze, 1777)); Станіславова (*Mycetoporus splendens* Marsham, 1802, *Baptolinus alternans* (Gravenhorst, 1802), *Latrobium spadiceum* Erichson, 1840, *Achenium depressum* (Gravenhorst, 1802), *Bledius subterraneus* Erichson, 1839); села Волі-Юстиновської (*Bolitobius formosus* (Gravenhorst, 1806), *Philonthus splendidulus* Gravenhorst, 1802, *Stenus vafellus* Erichson, 1839, *Trogophloeus exiguus* Erichson, 1839, *T. foveolatus* Linnaeus, 1758, *Omalium pusillum* Linnaeus, 1758, *O. vile* Thomson, 1857); у Tarpax (*Homolota humeralis*

(Herbst, 1791), *Bledius trinotatus* (Herbst, 1784), *Quedius tatricus* Lomnicki, 1874 та *Philonthus puella* Nordmann, 1837).

Найнижчі рівні видового різноманіття стафілінід М.А. Ломницький зафіксував поблизу Львова (*Homolota terminalis* Gyllenhal, 1806, *Tachinus humeralis* Gyllenhal, 1802, *Conosoma pedicularium* Gyllenhal, 1802), Сокольників (*Bledius pygmaeus* Erichson, 1839, *Conosoma pedicularium* Gyllenhal, 1802), Чорногори (*Mycetoporus lucidus* Erichson, 1839).

У праці присвяченій фауністичному різноманіттю околиць міста Станіслава М.А. Ломницький охопив доволі великі території у межах річчях Бистриці Надвірнянської та Солотвинської. Загалом у результаті проведених досліджень науковець виявив 750 видів твердокрилих комах, серед яких коротконадкрилі жуки представлені лише 64 видами, що належать до 28 родів та восьми підродин.

Найвищий рівень видового різноманіття, згідно із результатами досліджень М. Ломницького, притаманний для підродини Staphylininae (*Philonthus laminatus* Creurz, 1799, *Ph. aeracus* Gravenhorst, 1802, *Ph. politus* (Linnaeus, 1758), *Ph. atratus* (Gravenhorst, 1802), *Ph. ebennius* (Gravenhorst, 1802), *Ph. fumigatus* Erichson, 1840, *Ph. debilis* (Gravenhorst, 1802), *Ph. vernalis* (Gravenhorst, 1802), *Ph. fulvipes* Stephens, 1832, *Ph. nigrutilus* (Gravenhorst, 1802), *Ph. tennis* (Gravenhorst, 1802), *Ph. prolixus* (Gravenhorst, 1802), *Xantholinus punctulatus* Paykull, 1789, *X. ochraceus* (Gravenhorst, 1802), *X. linearis* (Olivier, 1794), *Othius fulvipennis* (Goeze, 1777), *Ocyopus olens* Muller, 1764, *O. similis* Fabricius, 1792, *O. fuscus* (Gravenhorst, 1802), *Creophilus maxillosus* (Linnaeus, 1758), *Quedius fuliginosus* (Gravenhorst, 1802), *Lathrobium elongatum* (Linnaeus, 1767), *L. fulvipenne* (Gravenhorst, 1806), *L. filiforme* (Gravenhorst, 1806), *L. multipunctatum* (Gravenhorst, 1802), *L. longulum* (Gravenhorst, 1802) та *L. spodicium* (Gravenhorst, 1806)). Дещо нижчий рівень видового різноманіття притаманний для оксітелін (*Bledius subterraneus* Erichson, 1839, *B. erraticus* Erichson, 1839, *Platystethus morsitans* Linnaeus, 1758, *P. nodifrons* Mannerheim, 1830, *Oxytelus rugosus* (Fabricius, 1775), *O. insecatus* (Gravenhorst, 1806), *O. nitidulus* Gravenhorst, 1802), *O. depressus* Sterki, 1880, *Trogophloeus riparius* Stephens, 1834, *T. bilineatus* Stephens, 1834,) та алеохарін (*Falagria nigra* (Gravenhorst, 1806), *Aleochara bisignata* Erichson, 1837, *Myrmedonia cognata* Märkel, 1842., *M. funesta* (Gravenhorst, 1802), *M. limbata* Paykull, 1789, *Homolota vestita* Paykull, 1789, *H. fungi* Linnaeus, 1758 та *H. analis* Linnaeus, 1758).

Дещо нижче видове багатство притаманно для: Paederinae (*Achenium depressum* (Gravenhorst, 1802), *A. similis* Linnaeus, 1758, *Scopacus laevigatus* (Gyllenhal, 1827), *Litocharis melanocephala* Linnaeus, 1758, *Sunius angustatus* (Joy, 1908), *Paederus littoralis* Gravenhorst, 1802, *P. longicornis* Gravenhorst, 1802,) та Tachyporinae (*Tachyporus obtusus* Linnaeus, 1767, *T. hypnorum* Fabricius, 1775, *T. scitulus* Erichson, 1839, *Conosoma littoreum* Linnaeus, 1758, *Mycetoporus splendens* (Marshall, 1802). Найнижчий рівень видового багатства притаман-

ний для Omaliinae (*Deleaster adustus* (Gravenhorst, 18020, *Omalium caesum* Gravenhorst, 1806). Steninae (*Stenus bigutlatus* Linnaeus, 1758) Охупорінае (*Oxyporus rufus* Linnaeus, 1758) [5].

Вагомою працею М.А. Ломницького, яка узагальнила інформацію про фауну жуків Українських Карпат, є «Catalogus Coleopterum Haliciae» («Каталог твердокрилих Галичини») [3]. У ній автор подав список 3128 видів твердокрилих комах, 512 із яких належить до родини Staphylinidae, які розподілені у межах десяти підродин: Aleocharinae, Tachyporinae, Staphylininae, Paederinae, Steninae, Oxytelinae, Охупорінае, Pselaphinae, Protiinae та Phloeocharinae.

У межах аналізованих підродин найвищим рівнем видового різноманіття характеризуються Aleocharinae, що представлені 33 родами: *Homolota* (74 види), *Oxypoda* (13 видів), *Aleochara* (13 видів), *Gyrophana* (11 видів), *Leptusa*, *Mycmedonia*, *Tachyusa*, *Thectura* – кожен із родів представлений сімома видами. Що ж стосується інших родів, то вони, у переважній більшості, характеризуються наявністю від одного до п'яти видів: *Autalia*, *Bolitochara*, *Stenus*, *Silusa*, *Euryusa*, *Ischnoglossa*, *Thiasophila*, *Nototheca*, *Thamaraea*, *Microglossa*, *Dinarda*, *Lomechusa*, *Astilbus*, *Ocalea*, *Ilyobahes*, *Alianta*, *Chiloptera*, *Calodera*, *Falagria*, *Gnypeta*, *Dilacta*, *Placusa*, *Ocyusa*, *Oligota*, *Pronomaea* та *Myllaena*.

Дещо нижчий рівень чисельності притаманний для підродини Staphylininae, що представлена 14 родами: *Philonthus* (48), *Quedius* (28), *Staphylinus* (17), *Euryporus* (*E. pilipes* Linnaeus, 1785), *Heterothops* (*H. praevia* Erichson, 1839, *H. dissimilis* (Gravenhorst, 1802)), *Emus* (*E. maxillosus* Linnaeus, 1758, *E. hirtus* Linnaeus, 1758), *Leistotrophus* (*L. nebulosus* (Fabricius, 1758), *L. murinus* Linnaeus, 1758, *L. inauratus*), *Hesperus* (*H. rufipennis* (Gravenhorst, 1802)), *Othius* (*O. laeviusculus* Stensens, 1833, *O. melanocephalus* Gravenhorst, 1802, *O. myrmecophilus* Kiesenwetter, 1843, *O. fulvipennis* (Goeze, 1777), *Baptolinus* (*Baptolinus pilicornis* Paykul, 1790, *B. affinis* Paykul, 1789), *Leptacinus* (2 види), *Acylophorus* (2 види), *Xantholinus* (8 видів).

Підродини Tachyporinae, Paederinae та Oxytelinae сумарно характеризуються наявністю 30 родів. Найвищими рівнями видового різноманіття у межах зазначених підродин характеризуються: *Mycetoporus*, *Tachyporus*, *Tachynus*, *Lathrobium*, *Paederus*, *Stiliceus*, *Oxytelus*, *Trogophloeus*, *Bledius*. Кількісно найменшою часткою видів характеризуються підродини Protinae (*Protinus brachypterus* (Fabricius, 1792), *P. macropterus* Gyllenhal, 1802, *Megarthus depressus* (Paykul, 1789), *M. sinuatocollis* (Paykul, 1789), *M. affinis* Miller *M. denticollis* (Beck, 1817), *M. hemipterus* (Illiger, 1794), *Phloeocharinae* (*Phloeocharis subtilissima* Mannerheim, 1830) [3].

Дещо М.А. Ломницький доповнив дані стосовно фауни Галичини у праці «Wykaz chrzaszczow nowych dla fauny Galicyi» («Список жуків нових для фауни Галичини») [7]. У ній міститься не тільки анотований список виявлених видів, а й інформація стосовно їхньої кількості та притаманних субстратів існування. Загалом у цій праці проаналізовано близько 54 видів коротконад-

крилих жуків, що мешкають у лісовій підстилці, під камінням, на кам'яних мурах, поблизу та безпосередньо у мурашниках, а також у соснових та букових лісах. Серед виявлених видів є рідкісні, що представлені лише одним екземпляром: *Aleochara spadicerca* (Erichson, 1837), *Mermedonia lugens* Gravenhorst, 1806, *Tachinus ruffipennis* Gyllenhal, 1810, *Philonthus longicornis* Stephens, 1832, *Philonthus nigrita* Gravenhorst, 1806, *Xantholinus procerus* Erichson, 1839, *Stilicus geniculatus* Erichson, 1839, *Bledius atricapillus* (German, 1825), *Bledius nanus* Erichson, 1840, *Trogophloeus pusillus* Gravenhorst, 1802, *Siagonium quadricorne* Kirby&Sence, 1815 [7].

У 1908 році М. А. Ломницький опублікував чергову працю, яка стосувалася фауни Галичини «Chrzaszczce nowe dla fauny galicyjskiej» («Жуки нові для галицької фауни») [8]. У ній висвітлено анотований список 29 видів. Стафілініди представлені одинадцятьма видами: *Bledius Baudii* (German, 1832), *Bledius arenarius* (Paykull, 1800), *Stenus ruralis* Erichson, 1840, *Paederus caligatus* Erichson, 1840, *Xantholinus atratus* Heer, 1839, *Xantholinus glabratus* (Gravenhorst, 1802), *Xantholinus rufipennis* Erichson, 1839, *Othius crassus* Motschlski, 1858, *Philonthus cyanipennis* (Fabricis, 1792), *Staphylinus comressus* Marsham, 1802 та *Quedius Habermeleri* Eppelsheim, 1891 [8].

Висновки

Наявні літературні джерела характеризуються високим ступенем фрагментарності, проте саме вони стали підґрунтям для проведення більш детальних досліджень та надали можливість проаналізувати зміни у ентомологічних комплексів впродовж тривалого часу їхнього існування.

Мар'ян Алоїз Ломницький зробив найбільш комплексний та ґрунтовний аналіз угруповань коротконадкрилих жуків в Українських Карпатах та на території Передкарпаття, які стали основою для проведення подальших досліджень ентомокомплексів аналізованої родини. Загалом у результаті проведених досліджень науковець виявив та охарактеризував 760 видів коротконадкрилих жуків, що трапляються у різних типах екосистем з урахуванням висотного розподілу.

На сьогоднішній день в Українських Карпатах трапляються представники лише 600 видів. Скорочення видового різноманіття пов'язано із руйнуванням природних екосистем, у яких трапляються представники аналізованої родини, зростанням кількості політантів та підвищенням антропогенного навантаження.

Стаття надійшла до редакції 21.06.2024

Список використаної літератури:

1. Гілецький Й.Р., Богович М.М., Сливка Р.Р. Географія. Універсальний посібник для випускників та абітурієнтів. Львів: ВНТЛ-Класика, 2003. 572 с.
2. Коваль Н.П., Глотов С.В., Чумак В.О. Жуки-стафілініди (Coleoptera: Staphylinidae) верхньої межі лісу полонинського хребта (в межах Ужанського НПП). *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2021. Вип.37. С. 223-242.
3. Łomnicki M.A. Przyczynek do fauny chrzaszczow galicyjskich. Krakow. 1866. 25 p.
4. Łomnicki M.A. Catalogus Coleopterorum Haliciae. Custodius Musaei Dzieduszyckiani. 1884. 24-25 p.
5. Łomnicki M.A. Wycieczka na Czarnogore IV. Chrzaszczczyli Tegoskrzydłe. (Coleoptera). 1876. 31, P. 308.
6. Łomnicki M.A. Pogląd na czynnosoi dokonane w ciągu roku 1874, oraz materyjaly do fizyografii Galicyi Krakowie Pot., 1875. P. 69–73.
7. Łomnicki M.A. Sprawozdanie komisji fizyograficznej Kosmos. 1874. 38. P. 21-155.
8. Łomnicki M. A. Wykas chzaszczow nowych dla fauny Galicyi. Krakow. 1891. 16 p.
9. Łomnicki M. A. Chrzaszczce nowe dla fany galicyjskiej. Kosmos. 1908. 26 p.
10. Nowicki M. Verzeichniss galizischer Käfer. W: Beiträge zur Insektenfauna Galiziens. Krakau. 1873. P. 7–52.
11. Nowicki M. Przyczynek do owadniczej fauny Galicyi. Kraków. 1864. 87 p.
12. Заморoka А. М. Одна людина: Мар'ян Алоїз Ломницький. 21.06.2007: URL: <https://www.naturalist.if.ua/?p=90> 02.02.2025

М. П. Луцька

ЗВО «Університет Короля Данила», вул. Є. Коновальця, 35,
м. Івано-Франківськ, 76014, Україна, e-mail: mariana.lutska@ukd.edu.ua

ВНЕСОК МАР'ЯНА АЛОЇЗА ЛОМНИЦЬКОГО У ВИВЧЕННЯ КОРОТКОНАДКРИЛИХ ЖУКІВ (STAPHYLINIDAE, COLEOPTERA, INSECTA) КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Резюме

Актуальність. Коротконадкрилі жуки є однієї із найбільших родин твердокрилих на нашій планеті. Представники цієї родини трапляються практично у всіх типах наземних екосистем, де відіграють надзвичайно важливу екологічну роль, виступаючи активними хижаками, а відтак і регуляторами чисельності значної частки безхребетних тварин.

Незважаючи на значне поширення представників аналізованої родини у наземних екосистемах та їхню роль у них, стафілініди залишаються однією з найменш досліджених родин в Українських Карпатах. У зв'язку із вказаними аспектами не вдається скласти цілісного уявлення про фауністичне різноманіття коротконадкрилих жуків у аналізованому регіоні. Для більш повного розуміння ентомологічного складу угруповань та особливостей їхніх змін необхідно розглянути результати попередніх ентомологічних досліджень.

Мета. Мета роботи – ретроспективний аналіз досліджень угруповань коротконадкрилих жуків в Українських Карпатах.

Методи. Використано класичний метод аналізу літературних даних.

Основні результати. У статті висвітлено результати досліджень Мар'яна Алоїза Ломницького, який вперше ґрунтовно проаналізував фауністичний склад угруповань коротконадкрилих жуків в Українських Карпатах. Загалом результати своїх досліджень автор висвітлив у шести працях. Саме у них М.А. Ломницький детально проаналізував видове різноманіття коротконадкрилих жуків досліджуваного регіону, встановив їхній висотний розподіл та екосистемну приуроченість. Результати його досліджень стали основою для подальших зоологічних та екологічних досліджень стафілінід у Карпатах.

Висновки. Наявні літературні джерела характеризуються високим ступенем фрагментарності, проте саме вони стали підґрунтям для проведення більш детальних досліджень та надали можливість проаналізувати зміни у ентомологічних комплексів впродовж тривалого часу їхнього існування. Мар'ян Алоїз Ломницький зробив найбільш комплексний та ґрунтовний аналіз угруповань коротконадкрилих жуків в Українських Карпатах та на території Передкарпаття, які стали основою для проведення подальших досліджень ентомокомплексів аналізованої родини. Загалом у результаті проведених досліджень науковець виявив та охарактеризував 760 видів коротконадкрилих жуків, що трапляються у різних типах екосистем з урахуванням висотного розподілу. На сьогоднішній день в Українських Карпатах трапляються представники лише 600 видів. Скорочення видового різноманіття пов'язано із руйнування природних екосистем, у яких трапляються представники аналізованої родини, зростанням кількості політантів та підвищенням антропогенного навантаження.

Ключові слова: коротконадкрилі жуки; Ломницький; висотний розподіл.

M. P. Lutska, PhD in Biology, Associate Professor
HEI "King Danylo University", 35 Yevhena Konovaltsia St., Ivano-Frankivsk,
76014, Ukraine, e-mail: mariana.lutska@ukd.edu.ua

CONTRIBUTION OF MARIAN ALOIZ LOMNYTSKYI TO THE STUDY OF ROVE BEETLES (STAPHYLINIDAE, COLEOPTERA, INSECTA) OF THE CARPATHIAN REGION

Summary

Introduction. Rove beetles are one of the largest families of dung beetles on our planet. Representatives of this family occur in almost all types of terrestrial ecosystems, where they play an extremely important ecological role, acting as active predators, and therefore regulators of the number of a significant number of invertebrates.

Despite the significant distribution of representatives of the analyzed family in terrestrial ecosystems and their role in them, staphylinids remain one of the least studied families in the Ukrainian Carpathians. In connection with the mentioned aspects, it is not possible to make a complete picture of the faunal diversity of short-winged beetles in the analyzed region. For a more complete understanding of the entomological composition of groups and the peculiarities of their changes, it is necessary to consider the results of previous entomological studies.

The purpose of the work is a retrospective analysis of studies of short-winged beetle communities in the Ukrainian Carpathians.

Methods. The classical method of literary data analysis was used.

Main results. The article highlights the results of the research of Marian Aloiz Lomnyskyi, who for the first time thoroughly analyzed the faunal composition of groups of short-winged beetles in the Ukrainian Carpathians. In general, the author highlighted the results of his research in six works. M. A. Lomnyskyi analyzed in detail the species diversity of short-winged beetles in the studied region, established their altitudinal distribution and ecosystem timing. The results of his research

became the basis for further zoological and ecological studies of staphylinids in the Carpathians

Conclusions. The existing literature is highly fragmented, yet it has provided a valuable foundation for more detailed investigations and allowed for the analysis of temporal changes in entomological complexes across extended periods. Marian-Aloiz Lomnyskyi conducted the most comprehensive and rigorous analysis of rove-beetle (Coleoptera: Staphylinidae) assemblages in the Ukrainian Carpathians and the Pre-Carpathian region; his work has served as the basis for subsequent studies of entomofauna within this family.

Through these investigations, Lomnyskyi identified and characterized approximately 760 species of rove-beetles across various ecosystem types, accounting for altitudinal distribution gradients. Presently, only about 600 of these species are observed in the Ukrainian Carpathians. The decline in species diversity is attributed to the degradation of natural ecosystems, increases in pollutant loads, and overall anthropogenic pressure.

Key words: short-winged beetles; Lomnyskyi; height distribution.

References

1. Giletskyi, Y.R., Bogovych, M.M., & Slivka R. R. (2003). Geography. Universal guide for graduates and entrants Lviv: VNTL-Klasyka. 572 p. [in Ukrainian]
2. Koval, N.P., Hlotov, S.V. & Chumak, V.O. (2021). Zhuky-stafilinidy (Coleoptera: Staphylinidae) verkhnoi mezhi lisu polonynskoho khrebtu (v mezhakh Uzhanskoho NPP). Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu. V. 37. 223-242. [in Ukrainian]
3. Łomnicki, M. A. (1866). Przyczynek do fauny chrzasczczow galicyjskich. Krakow. 25. [in Polish]
4. Łomnicki, M. A. (1884). Catalogus Coleopterorum Haliciae. Custodius Musaei Dzieduszyckiani. 24-25. [in Polish]
5. Łomnicki, M. A. (1876). Wycieczka na Czarnogore IV. Chrzasczczozylly Tegoskrzydly. (Coleoptera). 31, 308. [in Polish]
6. Łomnicki, M. A. (1875). Pogląd na czynnosoi dokonane w ciagu roku 1874, oraz materyjaly do fizyjografii Galicyi Krakowie Pot., 69–73. [in Polish]
7. Łomnicki, M. A. (1874). Sprawozdanie komisji fizyjograficznej Kosmos, 38. 21-155. [in Polish]
8. Łomnicki, A. M. (1891) Wykas chzasczczow nowych dla fauny Galicyi. Krakow. 16. [in Polish]
9. Łomnicki, A. M. (1908). Chrzasczczoz nowe dla fany galicyjskiej. Kosmos. 26 p. [in Poland]
10. Nowicki, M. (1873). Verzeichniss galizischer Käfer. W: Beiträge zur Insektenfauna Galiziens. Krakau. 7–52. [in Polish]
11. Nowicki, M. (1864). Przyczynek do owadniczej fauny Galicyi. Kraków. 87. [in Polish]
12. Zamoročka, A.M. Odná liudyna: Mar'ian Aloiz Lomnyskyi. 21.06.2007. URL: <https://www.naturalist.if.ua/?p=90> 02.02.2025. [in Ukrainian]

НЕКРОЛОГ

СВІТЛИЙ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВЛАДЛЕНА МИКОЛАЙОВИЧА ТОЦЬКОГО (14.12.1936 – 29.03.2025 рр.)



ВЛАДЛЕН МИКОЛАЙОВИЧ ТОЦЬКИЙ

29 березня 2025 року на 89-му році життя перестало битися серце професора, доктора біологічних наук Владлена Миколайовича Тоцького – видатного вченого, педагога, організатора науки, Заслуженого діяча науки і техніки України, дійсного члена Академії наук вищої школи України.

Владлен Миколайович народився 14 грудня 1936 року в селі Остапківці Хмельницької області в родині вчителів. Після закінчення середньої школи у 1953 році вступив до Одеського медичного інституту, який закінчив у 1959 році. Перші роки професійної діяльності присвятив лікарській практиці, проте вже невдовзі обрав шлях науковця: у 1961–1964 рр. навчався в аспірантурі на кафедрі біохімії Одеського медичного інституту. В 1964 році В.М. Тоцький захистив кандидатську дисертацію – «Вміст АТФ та АТФ-азної активності органів і тканин білих щурів при роздільній та спільній дії на організм рентгенівських променів, хлоретиламінів і стиленаамінів». У 1965 році В. М. Тоцький прийшов на викладацьку роботу на кафедру біохімії Одеського державного університету імені І. І. Мечникова й вперше почав читати спецкурси – «Молекулярна біологія», «Антибіотики», «Механізми скорочення м'язів»,

«Структура і функції нуклеїнових кислот». З 1981 р. В. М. Тоцький викладав студентам біологічного факультету загальний курс «Генетика з основами селекції». Він розробив власну програму цього курсу, що згодом стала основою затвердженої ВАК програми кандидатського мінімуму. Під його керівництвом запроваджено нові спецкурси з молекулярної біології, біохімічної генетики, генетики людини, введено генетичні та фізико-хімічні методи досліджень у великий спецпрактикум.

З іменем Владлена Миколайовича пов'язаний розквіт генетико-біохімічних досліджень в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова, де він працював понад півстоліття. У 1977 році В. М. Тоцький очолив кафедру генетики та дарвінізму, яку реорганізував у кафедру генетики та молекулярної біології, і керував цією кафедрою більше 35 років. В. М. Тоцький керував Біологічним факультетом на посаді декана у періоди 1973-1982 і 2000-2006 роки, а у 1982-1989 роки обіймав посаду проректора з учбової роботи Одеського державного університету (1982-1989). А у період 1967-1969 роки В. М. Тоцький також викладав в Улан-Баторському університеті Монгольської народної республіки й за допомогу в організації освіти на біологічному факультеті Улан-Баторського університету нагороджений медаллю «За доблестный труд». У 1982 році В. М. Тоцький захистив докторську дисертацію «Мембранний транспорт деяких коферментних вітамінів» в Інституті біохімії АН УРСР. У 1983 році В. М. Тоцькому було присвоєно звання професора кафедри генетики та молекулярної біології.»

Наукові інтереси професора В. М. Тоцького охоплювали біохімію, генетику та молекулярну біологію. Ще у 1970-х роках він одним з перших в СРСР розпочав дослідження з вивчення мембранного транспорту вітамінів, що дозволило сформулювати нові уявлення про регуляцію проникності біомембран. Цикл праць на цю тему приніс визнання в науковій спільноті, а монографія «Транспорт жирорастворимых витаминов» (1980) була удостоєна премії імені О. В. Паладіна АН УРСР. У подальші роки його дослідження були присвячені генетичним механізмам адаптації організмів до дії стресових факторів, зокрема вивчалися генетична детермінація стійкості до стресів й взаємодія і коадаптація генів. Результати наукових досліджень В.М. Тоцького опубліковані у 270 наукових роботах, з них більше 100 журнальних статей в наукометричних журналах («Генетика», «Цитология и генетика», «Український біохімічний журнал»).

Створена професором В. М. Тоцьким наукова школа «Генетико-біохімічні механізми адаптації» об'єднала широке коло молодих науковців, що згодом стали визнаними фахівцями. Під керівництвом Владлена Миколайовича було захищено 25 кандидатських і 2 докторські дисертації. Професор Тоцький був блискучим лектором, який понад 30 років читав курси «Генетика», «Молекулярна біологія», «Біохімія», «Антибіотики» та інші на біологічному факультеті. Його підручник «Генетика» став першим українським підручником із цієї дисципліни та витримав три перевидання.

Владлен Миколайович також був головою спеціалізованої вченої ради, багато років очолював експертну раду МОН України з біології, був науковим редактором журналу «Вісник Одеського національного університету. Серія: Біологія» (1999–2009) й входив до складу редколегій журналів «Інтерактивна антропологія», «Мікробіологія і біотехнологія».

Особисті заслуги В.М. Тоцького були відмічені почесними грамотами Верховної Ради України (2005), Міністерства освіти і науки України (2006), Одеської обласної держадміністрації (2006), Кабінету міністрів України (2012). У 2007 році професору В. М. Тоцькому було присвоєне почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Владлен Миколайович був надзвичайно вимогливим до себе і до інших, залишаючись водночас уважним наставником, доброзичливим колегою і порадиником. Його авторитет був незаперечним для колег та учнів, його думку цінували, його слово надихало. Сьогодні важко навіть порахувати, скільки студентів, аспірантів і молодих науковців називали Владлена Миколайовича своїм вчителем.

Ім'я професора Владлена Миколайовича Тоцького назавжди вписано в історію біологічної науки України. Світла пам'ять про Владлена Миколайовича Тоцького житиме в серцях учнів та колег.

Від імені колег, учнів та друзів.

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ

Під час подання рукопису до журналу автори повинні підтвердити його відповідність всім встановленим вимогам, вказаним нижче. В разі виявлення невідповідності поданої роботи пунктам цих вимог редакція повертатиме авторам матеріали на доопрацювання. Внутрішнє рецензування здійснюється членами редакційної колегії, які мають найбільш близьку до тематики роботи наукову спеціалізацію. Рецензент визначає наукову цінність авторського оригіналу, відповідність матеріалу тематиці журналу.

Зовнішнє рецензування здійснюється висококваліфікованими фахівцями, які мають наукові праці з проблематики статті. Зовнішній рецензент обирається з урахуванням його поточного навантаження та з його згоди.

Рецензування проводиться конфіденційно за принципами подвійного сліпого рецензування, коли ні автор, ні рецензент не знають один про одного.

1. Правила подання рукопису до журналу «Вісник Одеського національного університету. Біологія»

1.1. «Вісник Одеського національного університету. Біологія» здійснює такі публікації:

- Наукові статті, зокрема оглядового характеру.
- Короткі повідомлення.
- Бібліографія.
- Матеріали конференцій.
- Рецензії.
- Матеріали з історії науки та університету.

1.2. У певному випуску один автор має право надрукувати тільки одну самостійну статтю.

1.3. Мови видання – українська, англійська.

1.4. До редакції «Вісника...» подається відредагований і погоджений з редколегією текст статті у форматі *.doc (гарнітура Times New Roman (Cyr), кегль 14, відстань між рядками 1,5 інтервали; поля: ліве – 2,5 см, праве – 1,5 см, верхнє – 2 см, нижнє – 2 см), набраний без застосування функції «Розстановка переносів» та два підписаних екземпляри «роздруківки» з неї. Резюме двома мовами (зразок оформлення публікації наведено наприкінці Керівництва). Рекомендація кафедри або наукової установи до друку.

2. Підготовка статті – обов'язкові складові

Оригінальна стаття має включати:

- 2.1. Коротку анотацію мовою оригіналу публікації і ключові слова.
- 2.2. Вступ, у якому обговорюють актуальність проблеми, формулюють мету та основні завдання дослідження.
- 2.3. Матеріали і методи дослідження.

2.4. Результати дослідження та їх обговорення.

2.5. Аналіз результатів (може бути об'єднаний з попереднім пунктом).

2.6. Висновки.

2.7. «Список використаної літератури» – перелік усіх використаних джерел, який наводиться мовою оригіналу (всі джерела подаються тією мовою, якою їх опубліковано, тобто і кирилицею, і латиницею).

2.8. “References” – транслітерований перелік усіх використаних джерел, який наводиться латиницею і повністю дублює «Список використаної літератури»: джерела кирилицею транслітеруються відповідно до правил транслітерації; джерела латиницею дублюються зі «Списку використаної літератури».

2.9. Розширені резюме українською та англійською мовою із зазначенням ключових слів.

3. Оформлення рукопису, обсяг, послідовність та розташування обов'язкових складових статті

3.1. Обсяг рукопису наукової статті (з урахуванням малюнків, таблиць і підписів до них, анотацій, резюме, списку літератури) – 8–15 сторінок друкованого тексту, оглядів – до 20 сторінок, рецензій – до 3 сторінок, коротких повідомлень – до 2 сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редколегією.

3.2. Послідовність друкування окремих складових наукової статті має бути такою:

1. УДК – у лівому верхньому куті першого аркуша.
2. Прізвище та ініціали автора (авторів), а також відповідний вчений ступінь та посада, мовою оригіналу.
3. Ідентифікатор ORCID автора (авторів).
4. Назва наукової установи (зокрема відділу, кафедри, де виконано наукову працю).
5. Повна поштова адреса (за міжнародним стандартом), телефон та електронна адреса (e-mail) для співпраці з авторами.
6. Назва статті. Вона повинна точно відбивати зміст праці, бути короткою (в межах 9 повнозначних слів), містити ключові слова.
7. Анотація мовою оригіналу наводиться як окремий абзац перед початком основного тексту статті з відступом 20 мм від лівого поля і має містити не більше 50 повнозначних слів. Слово «Анотація» (“Abstract”) не наводиться.
8. Під анотацією наводяться ключові слова, кожне з яких відокремлюється комою.
9. Далі йде основний текст статті, що включає основні змістові розділи, «Список використаної літератури» та “References”. Аналіз проблеми має базуватися на сучасній науковій літературі (за останні 10 років).

10. Таблиці та малюнки разом з підписами та необхідними поясненнями до них розміщуються у тексті статті, після першого згадування про них.
11. На окремому аркуші надаються резюме статті українською та англійською мовами, оформлені таким чином: прізвище та ініціали автора (авторів), назва наукової установи, повна поштова адреса установи, назва статті, слово «Резюме» (“Summary”), текст резюме і ключові слова (відповідно українською та англійською), а також “References”. Резюме має бути зрозумілим без звертання до самої публікації; у резюме має бути зазначена актуальність проблеми, мета, методи дослідження, основні результати дослідження, висновки та конкретні пропозиції автора. Обсяг резюме 250–280 слів.
- 3.3. Стаття має бути підписана автором (авторами).

4. Мовне оформлення тексту: термінологія. Умовні скорочення, посилання, таблиці, схеми, малюнки

4.1 Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, за правильну українську наукову термінологію (її слід звіряти за фаховими термінологічними словниками).

4.2 Латинські біологічні терміни (назви видів, родів) подаються обов’язково латиницею і курсивом. За першого вживання латинської назви у дужках слід обов’язково надати український відповідник назви.

4.3 Якщо автор вважає за потрібне скоротити словосполучення, що часто повторюються у тексті статті, то такі абревіатури наводять у дужках за першого вживання відповідного словосполучення. Наприклад: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (далі СГІ – НЦНС).

4.4 Посилання на літературу надаються у тексті статті, обов’язково у квадратних дужках, цифрами. Цифра в дужках позначає номер праці у «Списку використаної літератури». Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за ДСТУ 8302:2015.

4.5 Цифровий матеріал, за можливості, слід зводити у таблиці і не дублювати у тексті. Таблиці мають бути компактними з призначеним порядковим номером; графі, колонки мають бути точно визначеними логічно і графічно. Цифровий матеріал таблиць слід обробити статистично. Матеріал таблиць (як і малюнків) має бути зрозумілим незалежно від тексту статті. За об’єднання декількох рисунків, малюнків або фотографій в один рисунок рекомендується позначати кожен з них прописними літерами знизу. Наприклад:

a

б

Рис. Видове багатство (а) та чисельність (б) трофічних груп в угрупованнях підстилкових нематод лісів МНПП

4.6 Рисунки виконуються із застосуванням відповідного програмного забезпечення та вставляються у текст. Кожна крива на рисунку має бути позначена відповідним номером, зміст кривих пояснюється у підписах під рисунком. На осях абсцис і ординат рисунка зазначається лише величина, що вимірюється, і розмірність в одиницях СІ (% , мм, г і т.п.).

4.7 У розділі «Результати досліджень та їх обговорення» (якщо цей розділ не поєднаний з «Аналізом результатів», див. 2.4) необхідно викласти лише виявлені ефекти без коментарів – всі коментарі та пояснення надаються у розділі «Аналіз результатів». При викладенні результатів слід уникати повторення змісту таблиць та рисунків, і звертати увагу на найважливіші факти та певні закономірності, що з них випливають. Математичні (хімічні) формули виконуються із застосуванням засобів відповідного програмного забезпечення і, за потреби, нумеруються.

4.8 У розділі «Аналіз результатів» необхідно показати причинно-наслідкові зв'язки між встановленими ефектами, порівняти отриману інформацію з даними літератури і наголосити на виявлених нових даних. При аналізі слід посилалися на ілюстративний матеріал статті. Аналіз має закінчуватися відповіддю на питання, які були поставлені у вступі.

4.9 Редколегія має право редагувати текст статей, рисунків та підписів до них, погоджуючи відредагований варіант з автором, а також відхиляти рукописи, якщо вони не відповідають вимогам «Вісника ОНУ. Біологія». За появи сумнівів щодо правомірності використання статистичних методів, з метою допомоги авторам, рецензенти мають право запросити доступ до первинних матеріалів. Рукописи статей, що прийняті до публікування, авторам не повертаються.

5. Вимоги до оформлення «Списку використаної літератури» та «References»

5.1. «Список використаної літератури» наводиться мовою оригіналу джерел. Назви джерел у «Списку використаної літератури» розташовуються за абеткою; бібліографічні описи оформлюються згідно з ДСТУ 8302:2015. За наявності, обов'язково зазначати цифровий ідентифікатор об'єкта (Digital Object Identifier – DOI) для відповідного джерела.

Приклади бібліографічних описів за ДСТУ 8302:2015

Книги, монографії, атласи, словники

Сегре Дж. Звичайні генії: як два диваки творили сучасну науку. Київ : К.І.С., 2017. 392 с.

Vaiserman A. M. Early Life Origins of Ageing and Longevity. Springer, Cham, 2019. 310 p.

Lewin's cells / G. Plopper, D. Sharp, E. Sikorski, B. Lewin. 3rd ed. USA : Courier Companies, 2015. 1056 p.

Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студентів та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. 2-ге вид, розшир. та допов. Дніпропетровськ : Пороги, 2005. 218 с.

Мікробіологічні дослідження Чорного моря / за ред. д.б.н., проф. Іваниці В.О. Одеса : ОНУ, 2021. 282 с.

Українсько-німецький тематичний словник / [уклад.: Н. Яцко та ін.]. Київ : Карпенко, 2007. 219 с.

Статті у періодичних виданнях

Wolbachia in natural *Drosophila simulans* (Diptera: Drosophilidae) populations in Ukraine / S. Serga et al. *Symbiosis*. 2023. Vol. 89. P. 187–196. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13199-023-00899-8>

Січняк О. Л. Регулярність мейозу в ранніх генераціях гібридів м'якої пшениці зі штучною спельтою. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2018. Т. 23, вип. 1(42). С. 23–32. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2018.1\(42\).129125](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2018.1(42).129125)

Levitsky A., Maykova A., Makarenko O. Some indicators in rat blood samples taken from the portal vein and the inferior vena cava after consumption of different edible fats. *Journal of Education, Health and Sport*. 2018. Vol. 8(5). P. 299–308. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1320448>

Збірки конференцій, глави книг, розділи монографій

Zinchenko O. Yu., Shmatkova N. V., Seyfullina I. Y. Evaluation of antiviral activity 4-dimethylaminobenzaldehyde 2-hydroxybenzoyl-, nicotinoyl- and isonicotinoylhydrazones and their chelates with SnCl₄ on "phage-host" model. *Modern aspects of science* : 21th volume of the international collective monograph. Czech Republic : Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2022. P. 62–73.

De Man J. C., Rogosa M., Sharpe M. E. Cell transfer and interferon studies. *Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology* (Quebec, 17–21 May 2004). Quebec, 2004. P. 31.

Дисертації, автореферати дисертацій

Бакума А. О. Генетичний поліморфізм по локусам *Ppd* та фотоперіодична чутливість сучасних українських сортів м'якої пшениці : автореф. дис... канд. біол. наук : 03.00.22. Київ, 2021. 24 с.

Чернадчук С. С. Активність протеолітичних ферментів в тканинах тіла матки жінок без новоутворень та з онко-захворюваннями : дис... канд. біол. наук : 03.00.04. Харків, 2006. 189 с.

Депоновані наукові роботи, патенти, авторські свідоцтва

Спосіб фармакологічної корекції закритої черепно-мозкової травми комплексною сполукою на основі германію і діетилентриамінопентаоцтової кислоти з натрієм : пат. 83323 Україна : А61Р 43/00 на корисну модель ; заявл. 03.09.2012 ; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 17. 6 с.

5.2 **“References”** – це транслітерований латиницею «Список використаної літератури». Назви джерел у “References” розташовуються за абеткою відповідно тому, як вони розміщені у “Списку використаної літератури”; бібліографічні описи оформлюються відповідно до міжнародного стандарту Американської психологічної асоціації (American Psychological Association – APA). За наявності, обов’язково зазначати цифровий ідентифікатор об’єкта (Digital Object Identifier – DOI) для відповідного джерела.

Транслітерація здійснюється відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27 січня 2010 р. «Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею»:

- Стандартна українська транслітерація («паспортна»):
<http://ukrlit.org/transliteratsiia>

Ім'я (ініціали) та прізвище автора (авторів) і назва видавництва транслітеруються (слово «видавництво» не зазначається). Місце видання (місто, країна) перекладається англійською.

Назви періодичних видань наводяться відповідно до офіційного написання латиницею за номером реєстрації ISSN (транслітерована назва або офіційна назва англійською). Під час транслітерації доцільно використовувати офіційні аббревіатури назв періодичних видань відповідно до ISSN (Abbreviated key title).

Вихідні дані для книг, частин/розділів книг, збірок, тез доповідей – місце видання, том, частина, сторінки тощо – наводяться у перекладі англійською (наприклад: Odesa; Vol., Prt., pp.). Назва джерела або транслітерується (із обов’язковим зазначенням перекладу англійською у квадратних дужках), або одразу наводиться у перекладі англійською (лише за наявності авторського варіанту назви англійською).

В описах україно- чи російськомовних джерел тип видання (наприклад: монографія, наук.-практ. посіб.) не вказують! Для усіх описів, що їх було транслітеровано з української або російської, обов’язково зазначається мова оригіналу у квадратних дужках (наприклад: [in Ukrainian]). Для джерел іншими мовами (англійською, німецькою, польською тощо) мова оригіналу не зазначається.

Онлайн-керівництво з прикладами опису усіх видів публікацій за стандартом APA можна знайти за таким посиланням:

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>

Приклади бібліографічних описів згідно зі стандартом APA

Книги

- Jackson, L. M. (2019). *The psychology of prejudice: From attitudes to social action* (2nd ed.). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000168-000>
- Sapolsky, R. M. (2017). *Behave: The biology of humans at our best and worst*. Penguin Books. https://www.sackett.net/sapolsky_behave.pdf
- Shnayder, S. A., & Levitskiy, A. P. (2017). *Eksperimentalnaya stomatologiya: Chast 1. Eksperimentalnye modeli stomatologicheskikh zabolevaniy* [Experimental dentistry: Part 1. Experimental models of dental diseases]. Odesa: KP OGT. [in Russian].
- Kucheriaviy, V. P., Dudyn, R. B., Kovalchuk, N. P., & Pylat, O. S. (2004). *Dereva, chaharnyky i liany v landshaftnii arkhitekturi* [Trees, shrubs and vines in landscape architecture]. Lviv: Kvart. [in Ukrainian].
- Andreiuk, K. I., Iutynska, G. O., & Antypchuk, A. F. (2001). *Funktsionuvannia mikrobykh tsenoziv gruntu v umovakh antropohennoho navantazhennia* [The functioning of microbial communities in soil under anthropogenic load]. Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian].
- Takhtajan, A. (2009). *Flowering Plants*. Berlin: Springer Verlag.

Статті у періодичних виданнях

- Tkachenko, V. O., Sytnik, Yu. M., Solyanik, J. V., Saliy, S. M., & Borbat, M. O. (2008). Suchasnyi stan ikhtiofauny r. Desna v mezhakh Ukrainy [Modern state of ichthyofauna of river Desna in limits of Ukraine]. *Fisheries Science of Ukraine*, (3), 46–52. [in Ukrainian].
- Rodier, F., & Campisi, J. (2011). Four faces of cellular senescence. *J Cell Biol*, 192(4), 547–556. <https://doi.org/10.1083/jcb.201009094>
- Torp K. (2023). Bookshelf: A biomedical database of books and documents. *Medical Reference Services Quarterly*, 42(2), 175–180. <https://doi.org/10.1080/02763869.2023.2194145>

Дисертації, автореферати

- Oliarnyk, O. D. (1998). *Doslidzhennia protsessiv perekysnoho okyslennia lipidiv ta aktivnosti fermentiv antyoksydantnoho zakhystu pry tsukrovomu diabeti* [The study of lipid peroxidation and activity of antioxidant enzymes in diabetes] [Candidate's dissertation, Ivan Franko State University of Lviv; 133 p.]. Lviv. [in Ukrainian].
- Zambrano-Vazquez, L. (2016). *The interaction of state and trait worry on response monitoring in those with worry and obsessive-compulsive symptoms* [Doctoral dissertation, University of Arizona]. UA Campus Repository. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/620615>

6. Зразок оформлення публікації

УДК 575.17:575.113.2:633.34

Ю. А. Попович¹, аспірантка; ORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-6576-7606>

О. М. Благодарова², наукова співробітниця; ORCID iD <https://orcid.org/0009-0000-4505-6313>

С. В. Чеботар^{1,2}, д. б. н., професорка; ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-9130-7272>

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики; Шампанський пров., 2, м. Одеса, 65015, Україна

² Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дор., 3, м. Одеса, 65036, Україна

ПОЛІМОРФІЗМ МІКРОСАТЕЛІТНОГО ЛОКУСУ *Taglgap* ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗОК З АЛЕЛЬНИМИ ВАРІАНТАМИ ГЛІАДИНІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

Досліджено поліморфізм мікросателітного локусу *Taglgap* в українських та зарубіжних сортах та лініях пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.). Знайдено 11 алелів мікросателіту *Taglgap*, з яких сім алелів у сортів, створених в Україні та десять алелів у сортів, створених в зарубіжних селекційних установах. Показано як асоціюються алелі мікросателітного локусу *Taglgap* з алельними варіантами гліадинів за локусом *Gli-B1*. Проведено аналіз нуклеотидних послідовностей у базі даних NCBI, та показано присутність й можливі алелі *Taglgap* у низки видів родів *Triticum* L. та *Aegolops* L.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., алельні варіанти гліадинів, *Taglgap*, мікросателіт, поліморфізм, *Gli-B1* локус.

Текст вступу до статті

Матеріали та методи досліджень

Текст матеріалів та методів роботи

Результати та їх обговорення

Викладення результатів та їх аналіз

Висновки...

Список використаної літератури

Розширене резюме українською та англійською мовами:

Ю. А. Попович¹, О. М. Благодарова², С. В. Чеботар^{1,2}

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра молекулярної біології, біохімії та генетики; Шампанський пров., 2, м. Одеса, 65015, Україна

² Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, Овідіопольська дор., 3, м. Одеса, 65036, Україна

ПОЛІМОРФІЗМ МІКРОСАТЕЛІТНОГО ЛОКУСУ *TAGLGA* ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗОК З АЛЕЛЬНИМИ ВАРІАНТАМИ ГЛІАДИНІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

Резюме

Проблема. Гліадини – мономерні та високополіморфні запасні білки ендосперму пшениці, які разом зглютенінами формують глютенівий комплекс, що визначає хлібопекарські властивості. Алеельні варіанти гліадинів є важливою ознакою при відборі матеріалу для селекції, проте визначення їх методом електрофорезу вкислому ПААГ є досить складним.

Мета. Метою даної роботи було дослідити поліморфізм мікросателітного локусу *Taglgap* та проаналізувати його зв'язок з поліморфізмом алеельних варіантів гліадинів визначених методом електрофорезу вкислому ПААГ.

Методика. У роботі досліджували 140 сортів та ліній пшениці м'якої української та зарубіжної селекції. Електрофорез запасних білків проводили вкислому ПААГ за методикою Ф. О. Поперелі [1989], алеельні варіанти позначали за міжнародною номенклатурою [Metakovsky et al., 2018]. ДНК виділяли з використанням СТАВ буферута проводили ПЛР зпраймерами до мікросателіту *Taglgap* (Devos et al., 1995). Продукти ПЛР фракціонували в 7% ПААГ та фарбували за допомогою аргентум нітрату. Нуклеотидні послідовності аналізували за допомогою BLAST та вирівнювали MAFT методами.

Основні результати. Виявлено 19 алеельних варіантів гліадинів та 11 алелів локусу *Taglgap*. В колекції українських сортів зустрічалися *Gli-B1b*, *Gli-B1c*, *Gli-B1d*, *Gli-B1e*, *Gli-B1f*, *Gli-B1g*, *Gli-B1h*, *Gli-B1l* та *Gli-B1o* алеельні варіанти і алелі *Taglgap* 216 п.н., 237 п. н., 246 п.н., 248 п.н., 252 п.н., 267 п.н., 270 п. н. та null. У зарубіжній колекції сортів – *Gli-B1a*, *Gli-B1b*, *Gli-B1c*, *Gli-B1d*, *Gli-B1e*, *Gli-B1f*, *Gli-B1g*, *Gli-B1h*, *Gli-B1i*, *Gli-B1j*, *Gli-B1k*, *Gli-B1l*, *Gli-B1m*, *Gli-B1n*, *Gli-B1o*, *Gli-B1p*, *Gli-B1q*, *Gli-B1r*, *Gli-B1s* та 213 п. н., 216 п.н., 237 п. н., 246 п.н., 248 п.н., 250 п.н., 252 п.н., 270 п. н., 285 п. н. та null. Аналіз нуклеотидних послідовностей в базі даних NCBI показав наявність ряду інших алелів мікросателіту *Taglgap* не тільки у пшениці м'якої, але й в деяких видів родів *Triticum* L. та *Aegilops* L.

Висновки. Виявлений поліморфізм корелює з поліморфізмом алеельних варіантів гліадинів *Gli-B1* локусу та дозволяє розділити *Gli-B1a*, *Gli-B1d*, *Gli-B1h* та *Gli-B1l* алеельні варіанти, а для українських сортів з високою імовірністю ще й *Gli-B1b* алеельний варіант. Проте, даний маркер не дозволяє ідентифікувати *Gli-B1c*, що є важливим для селекції.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., алеельні варіанти гліадинів, *Taglgap*, мікросателіт, поліморфізм, *Gli-B1* локус.

Yu. A. Popovych¹, O. M. Blagodarova², S. V. Chebotar^{1,2}

¹ Odesa I. I. Mechnikov National University, Department of Molecular Biology, Biochemistry and Genetics; 2 Shampanskyi Ln, Odesa, 65015, Ukraine

² Plant Breeding and Genetic Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine; 3 Ovidiopolska Rd, Odesa, 65036, Ukraine

POLYMORPHISM OF *TAGLGAP* MICROSATELLITE LOCUS AND ITS ASSOCIATION WITH ALLELIC VARIETIES OF GLIADINS OF BREAD WHEAT

Summary

Introduction. Gliadins are monomeric and highly polymorphic storage proteins of wheat endosperm, which together with glutenins form a gluten complex that determines the breadmaking properties of wheat. Allelic variants of gliadins are an important feature in the selection for breeding material, but their detection by electrophoresis in acid PAGE is quite difficult.

Aim. The aim of this study was to investigate the polymorphism of the *Taglgap* microsatellite locus and to analyze its correspondence to the polymorphism of allelic variants of gliadins that have been revealed by acid PAGE electrophoresis.

Methods. 140 cultivars and lines of bread wheat of Ukrainian and foreign selection were analyzed. Electrophoresis of storage proteins was performed in an acid PAGE according to the method of F.O. Poperellia (1989), allelic variants were designated according to the international nomenclature [Metakovsky et al., 2018]. DNA was isolated by CTAB method and PCR was performed with primers to the *Taglgap* microsatellite [Devos et al., 1995]. PCR products were fractionated in 7% PAGE and stained with silver staining method. Nucleotide sequences were searched by BLAST and aligned by MAFT methods.

The main results. 19 allelic variants of gliadins and 11 alleles of the *Taglgap* locus were identified. In the collection of Ukrainian varieties there were *Gli-B1b*, *Gli-B1c*, *Gli-B1d*, *Gli-B1e*, *Gli-B1f*, *Gli-B1g*, *Gli-B1h*, *Gli-B1i* and *Gli-B1o* allelic variants and alleles of *Taglgap* 216 bp, 237 bp, 246 bp, 248 bp, 252 bp, 267 bp, 270 bp and *null*. In the foreign collection of varieties – *Gli-B1a*, *Gli-B1b*, *Gli-B1c*, *Gli-B1d*, *Gli-B1e*, *Gli-B1f*, *Gli-B1g*, *Gli-B1h*, *Gli-B1i*, *Gli-B1j*, *Gli-B1k*, *Gli-B1l*, *Gli-B1m*, *Gli-B1n*, *Gli-B1o*, *Gli-B1p*, *Gli-B1q*, *Gli-B1r*, *Gli-B1s* and 213 bp, 216 bp, 237 bp, 246 bp, 248 bp, 250 bp, 252 bp, 270 bp, 285 bp and *null*. Nucleotide sequence analysis in the NCBI database showed the presence of a number of other alleles of the *Taglgap* microsatellite not only in bread wheat but also in some species of the *Triticum* L. and *Aegilops* L. genus.

Conclusions. The detected polymorphism correlates with the polymorphism of allelic variants of gliadins of *Gli-B1* locus and makes it possible to identify *Gli-B1a*, *Gli-B1d*, *Gli-B1h* and *Gli-B1i* allelic variants, and for Ukrainian varieties with high probability also *Gli-B1b* allelic variant. However, this marker does not allow identifying *Gli-B1c*, which is important for breeding.

Key words: *Triticum aestivum* L., allelic variants of gliadins, *Taglgap*, microsatellite, polymorphism, *Gli-B1* locus.

References ...

7. Положення про авторські права

Автори, які публікуються у цьому журналі, погоджуються з такими умовами:

1. Автори залишають за собою право на авторство своєї роботи та передають журналу право першої публікації цієї роботи на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).
2. Автори мають право укладати самостійні додаткові угоди щодо неексклюзивного розповсюдження роботи у тому вигляді, в якому вона була опублікована у цьому журналі (наприклад, депонувати роботу в електронному сховищі установи або публікувати у складі монографії), за умови збереження посилання на першу публікацію роботи у цьому журналі.
3. Політика журналу дозволяє і заохочує розміщення авторами праці в мережі Інтернет (наприклад, в електронних архівах-репозитаріях установ або на особистих веб-сайтах), оскільки це сприяє виникненню продуктивної наукової дискусії та позитивно позначається на оперативності та динаміці цитування опублікованої роботи.

Публікація праць в журналі здійснюється на некомерційній основі. Комісійна плата за оформлення статті не стягується.

Положення про конфіденційність

Імена та електронні адреси, які вказуються користувачами сайту цього журналу, будуть використовуватись виключно для виконання внутрішніх технічних завдань цього журналу; вони не будуть поширюватись та передаватись стороннім особам.

Макет В. Г. Вітвицька

Підписано до друку 29.08.2025 р. Формат 70×108/16. Ум. друк. арк. 11,11.
Наклад 50 пр. Зам. № 3049.

Видавець

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
вул. Університетська, 12, м. Одеса, 65082, Україна
Тел.: +38 (048) 723 28 39
e-mail: druk@onu.edu.ua

**Надруковано з готового оригінал-макета
у видавництві ФОП Назарчук С. Л.**
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7024 від 23.12.2019 р.
Фонтанська дорога, 10, м. Одеса, 65009, Україна
Тел.: +38 (050) 905 23 77
e-mail: selen_odessa@ukr.net