

ЩІЛЬНІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ ДЕЯКИХ БАЗИДІАЛЬНИХ ГРИБІВ ЗА УМОВ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТА УРАЖЕННЯ ПАТОГЕНАМИ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ

О.А. БОЙКО, кандидат біологічних наук, доцент,
завідувач кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: olga_bojko@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8216-0491

В.П. ЛАНДІН, доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України

E-mail: vlad_land@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4612-3682

П.В. ДІДЕНКО, аспірант,
Поліський національний університет

E-mail: Wood112@ukr.net

ORCID: 0000-0002-3405-7545

А.В. БІЛЕЦЬКИЙ, аспірант,
E-mail: biletskiynever@gmail.com

П.Ю. ВАШКЕВИЧ, магістр,

E-mail: djashap@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Н.П. СУС, аспірант,

E-mail: email@nazariy-sus.com

ORCID: 0000-0001-6919-0920

А.Л. БОЙКО, доктор біологічних наук,
професор, академік НААН, головний науковий співробітник,
Інститут агроєкології і природокористування НААН

E-mail: boiko.anatolii@email.ua

ORCID: 0000-0002-5577-9600

Анотація. Радіологічно, екологічно та біологічно безпечна грибна сировина є необхідною для виготовлення екологічно якісних біоорганічних стимуляторів росту та розвитку рослин та багатьох інших продуктів. Тому ми досліджували щільність популяції *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst., *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kumm, *Armillariella mellea* (Vah1. ex Fr.) Karst., які часто використовуються для створення стимуляторів росту рослин, у їхніх біотопах за умов радіоактивного забруднення та ураження патогенами.

Дослідження проводилось у шести біогеоценозах: Шацький національний природний парк (Волинська область, Україна), Регіональний ландшафтний парк «Ізмаїльські острови» (Одеська область, Україна), околиці смт Корнин (Житомирська область, Україна), околиці села Королівка (Житомирська область, Україна), околиці села Лисівка (Житомирська область, Україна), околиці міста Вишгород (Київська область, Україна). Патогени були ідентифіковані стандартними мікологічними, бактеріологічними та вірусологічними методами. Щільність забруднення ґрунту радіоцезієм, як параметр радіоактивного забруднення, визначалася спектрофотометричним методом.

Найвища щільність популяції *Ganoderma lucidum* була в регіональному ландшафтному парку «Ізмаїльські острови». У цьому біогеоценозі *G. lucidum* майже неуражувався патогенами, а щільність забруднення радіоцезієм ґрунту становила 18,5 кБк / м². *Agaricus bisporus* та *Armillariella mellea* росли в біотопах із високою щільністю забруднення ґрунту радіоцезієм. Наприклад, у лісових екосистемах навколо міста Вишгород, де середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм становила 111,0 кБк / м², щільність популяції *A. mellea* становила 0,39 плодівих тіл на м². Заразом 15% *A. mellea* в цьому біогеоценозі уражувалися різними патогенами. Отже, використанню дикорослих грибів як сировини повинно передувати їхнє тестування на біологічне та радіологічне забруднення.

Ключові слова: щільність забруднення ґрунту радіоцезієм, щільність популяції, патоген, базидіальні гриби.

Вступ.

На сьогодні важливим науково-виробничим завданням у галузі біотехнології, екології та інших суміжних напрямів є розроблення методичних підходів отримання радіаційно, біологічно та екологічно безпечної грибною сировини для фармакологічних, харчових та аграрних потреб за використання базидіоміцетів у різнобічних процесах господарювання [1-4]. За нашими підрахунками в Україні за

останні роки напрацьовують грибну сировину понад 90 підприємств різної форми власності.

Варто зазначити, що значна частка лікарських та їстівних грибів природних біоценозів різними шляхами експортуються. Водночас стихійний збір грибів різних видів часто спричиняє непередбачувані негативні наслідки для біологічного різноманіття лісових екосистем [1, 5, 6].

За таких умов, під час як заготівлі грибів, так і відбору посівного

матеріалу (міцелію) нехтують радіаційною, біологічною та екологічною безпекою [4-9].

Згідно з результатами наших попередніх багаторічних досліджень (2000 – 2019 рр.), базидіоміцети уражуються бактеріями, вірусами, мікроскопічними грибами різних таксонів [4, 9], які знижують якість грибів та спричиняють різні патології. В умовах природних екосистем та біотехнологічного виробництва із грибів виділяються алохтонні та автохтонні збудники хвороб. Варто зазначити, що в умовах виробництва під час вирощування, наприклад, печериць та гливи звичайної в плодovих тілах ідентифікуються понад 10 видів патогенів. За таких умов гриби та їхній міцелій часто є носіями латентних «прихованих» збудників. За останні роки ми обстежили приблизно 40 видів базидіоміцетів, у яких виявили рабдоподібні віруси та структури, які нагадують «нанобактерії» [10, 11], що поширені серед ссавців та потребують додаткового вивчення. Зважаючи на викладену інформацію, ми дослідили поширення деяких істотних і лікарських базидіоміцетів та їхніх збудників хвороб з урахуванням питомої активності радіоцезію (^{137}Cs) у їхніх біотопах. Ці дослідження важливі для різних науково-виробничих завдань. Одне з таких завдань полягає в тому, що для формування біоорганічних композицій (стимуляторів росту й розвитку рослин [12]), які містять грибні компоненти, необхідно використовувати лише ту сировину, яка не є радіоактивно та біотично забрудненою. Варто зазначити, що цих умов ми дотримувалися під час формування серії біокомпозицій «Біоекотоні», застосування яких стимулювало ріст і розвиток соняшнику,

томата, клена, сосни, гречки, пшениці, тютюну, цукрового буряку та хмелю [13, 14].

Метою дослідження було дослідити щільність популяцій трутовика лакованого, печериці двоспорової, гливи звичайної та опенька осіннього справжнього в радіоактивно забруднених біотопах і з урахуванням ураження патогенами.

Матеріали і методика дослідження.

Як модельні системи в роботі використовували: трутовик лакований (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst); печерицю двоспорову (*Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach); гливу звичайну (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kumm), опеньок осінній справжній (*Armillariella mellea* (Vahl. ex Fr.) Karst.), які нині всебічно досліджуються через їхнє важливе значення для харчової та фармацевтичної галузей промисловості, а також лісового та сільського господарства й поширені в різних природних зонах на території України [1-4].

Плодові тіла вищезгаданих видів грибів відбирали з трьох окремих ділянок кожного біотопу. Площа кожної ділянки становила 100 м². Гриби, що походили з одного біотопу, відбиралися на різних (окремих) ділянках.

Інфікованість грибів визначали візуально та з застосуванням методики експрес-діагностики, що базувалася на класичному електронно-мікроскопічному методі [15].

Ідентифікацію патогенів здійснювали з застосуванням стандартних вірусологічних, бактеріологічних та мікологічних методів [4].

На кожній ділянці, де відбиралися плодові тіла, відбиралися також зраз-

ки ґрунту та спектрометричним методом визначалася питома активність радіоцезію [5, 16].

Статистичний аналіз результатів дослідження проводили з використанням вебзастосунок Google Sheets.

Результати дослідження та їх обговорення.

У роботі подано результати досліджень щільності популяцій деяких видів базидіальних грибів у різних природних зонах на території України за умов радіоактивного забруднення та ураження патогенами різних таксонів. Варто зазначити, що компоненти з цих видів грибів застосовують для виготовлення як лікарських засобів, так і стимуляторів росту й розвитку рослин, тому дослідження потенційних джерел контамінації сировини є вкрай важливим.

Аналіз результатів дослідження щільності популяції та поширення трутовика лакованого (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst) свідчить, що він поширений у біоценозах із незначним підвищенням радіаційного фону, який у середньому становить 18,5 кБк/м². Цей показник був стабільним на різних ділянках відбору проб. Необхідно підкреслити, що результати моніторингу поширення трутовика лакованого свідчать про те, що популяція його на території регіонального ландшафтного парку «Ізмаїльські острови» (р. Дунай, Одеська область, Україна) найбільша серед інших обстежених місць на території України. Для порівняння нами були обстежені лісові біоценози Житомирської, Київської, Волинської областей. Відмічено, що трутовик лакований трапляється рідко на територіях, де забруднення ґрунту

становить 55,5-111 кБк/м². Частіше цей вид базидіоміцетів трапляється на території перехідної зони Полісся-Лісостеп. До них варто віднести смт. Корнин (Попільнянський район, Житомирська область, Україна) та прилеглі населені пункти, де забруднення ґрунту в середньому становить 27,8 кБк/м². Проте й у цих екосистемах щільність популяції *G. lucidum* була майже вчетверо меншою, ніж на території РЛП «Ізмаїльські острови». Отже, наведені результати свідчать про певну залежність між щільністю популяції трутовика лакованого та показниками радіоактивного забруднення його біотопу (табл. 1).

Щільність популяції гливи звичайної в лісових екосистемах на околицях сіл Королівка та Лисівка (Попільнянський район, Житомирська область, Україна) становила 0,4 - 0,45 плодкових тіл (п.т.) на м² за щільності радіоактивного забруднення ґрунту радіоцезієм у середньому 37,0-55,5 кБк/м² (табл. 2).

Варто також зазначити, що на цій території (с. Лисівка) була найбільша щільність гливи звичайної (здебільшого на залишках буреломної деревини *P. tremula*) поміж інших досліджуваних лісових масивів Житомирської, Волинської, Київської областей.

Щодо печериці двоспорової (*A. bisporus*) та опенька осіннього справжнього (*A. mellea*), то варто зазначити, що ці види грибів поширені в біотопах із високими показниками щільності радіоактивного забруднення радіоцезієм, хоча мають доволі низьку щільність популяції. Здебільшого щільність забруднення опідзолених темно-сірих ґрунтів у середньому становила 55,5 кБк/м² для околиць селища Ємільчине, м. Коростишева та смт Шацька. У цих місцях у порів-

1. Щільність популяції трутовика лакованого за радіоактивного забруднення та ураження патогенами різних таксонів

Місце обстеження та відбору зразків	№, ділянки	n, п.т./100 м ²	\bar{x} , п.т./м ²	\overline{SRCs} , кБк/м ²	Навколишня рослинність та ураженість плодових тіл
вздовж р. Дунай та заплава РНП «Ізмаїльські острови»	I	21	0,286	18,5	<i>Quercus robur</i> L., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L.; плодові тіла майже не уражується патогенами (загалом уражено 0,2%)
	II	33			
	III	32			
околиці смт Корнин	I	8	0,076	27,8	<i>Betula pendula</i> Roth., <i>Q. robur</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>Ulmus</i> spp.; загалом уражено 1,0-2,0% плодових тіл; здебільшого <i>Penicillium</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., інші бактерії
	II	7			
	III	8			

Примітки: n – щільність популяції досліджуваного виду (плодових тіл, п.т.) на досліджуваній ділянці, площею 100 м², п.т./100 м², \bar{x} – середня щільність популяції досліджуваного виду у досліджуваному біотопі (середнє арифметичне), п.т./ м², \overline{SRCs} – середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм у досліджуваному біотопі, кБк/м².

2. Щільність популяції гливи звичайної за радіоактивного забруднення та ураження патогенами різних таксонів

Місце обстеження та відбору зразків	№, ділянки	n, п.т./100 м ²	\bar{x} , п.т./м ²	\overline{SRCs} , кБк/м ²	Навколишня рослинність та ураженість плодових тіл
околиці с. Королівка	I	64	0,45	55,5	<i>B. pendula</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>Populus tremula</i> L.; Загалом уражено плодових тіл на субстраті осики -9,2%;
	II	39			
	III	31			
околиці с. Лисівка	I	42	0,4	37,0	
	II	35			
	III	43			

Примітки: n – щільність популяції досліджуваного виду (плодових тіл, п.т.) на досліджуваній ділянці, площею 100 м², п.т./100 м², \bar{x} – середня щільність популяції досліджуваного виду у досліджуваному біотопі (середнє арифметичне), п.т./ м², \overline{SRCs} – середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм у досліджуваному біотопі, кБк/м².

нянні з іншими територіями спостерігалася більша щільність популяції цих видів грибів. Водночас у лісових екосистемах на околицях Вишгорода, де щільність радіоактивного забруднення ґрунту радіоцезієм у середньому становила 111,0 кБк/м², щільність популяції *A. bisporus* була лише не-

значно нижчою, ніж у лісових екосистемах Шацького НПП (табл. 3).

Щільність популяції опенька осіннього справжнього (*A. mellea*) у досліджуваних біотопах коливалася в межах 0,15-0,4 плодових тіл на м², й, ймовірно, була зумовлена синергічним впливом патогенів та раді-

3. Щільність популяції печериці двоспорової за радіоактивного забруднення та ураження патогенами різних таксонів

Місце обстеження та відбору зразків	№, ділянки	n, п.т./100 м ²	\bar{x} , п.т./м ²	\overline{SRCs} , кБк/м ²	Навколишня рослинність та ураженість плодових тіл
Шацький НПП	I	19	0,21	55,5	загалом уражено плодових тіл 6,0%; (домінуюча рослинність: сосна, в'яз, дуб)
	II	18			
	III	26			
околиці м. Вишгород	I	12	0,19	111,0	загалом уражено плодових тіл 37,0%; значне ураження грибів «сферичним вірусом»; (домінуюча рослинність: сосна, вільха, дуб)
	II	24			
	III	22			

Примітки: n – щільність популяції досліджуваного виду (плодових тіл, п.т.) на досліджуваній ділянці, площею 100 м², п.т./100 м², \bar{x} – середня щільність популяції досліджуваного виду у досліджуваному біотопі (середнє арифметичне), п.т./ м², \overline{SRCs} – середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм у досліджуваному біотопі, кБк/м².

оцезію, зокрема середня щільність радіоактивного забруднення ґрунту радіоцезієм у досліджуваному біотопі на околицях Вишгорода становила 111 кБк/м², а частка грибів (плодових тіл), уражених патогенами різних таксонів, серед «шацької» популяції становила 19 % (табл. 4).

Загалом, варто зазначити, що, по-перше, згідно з Г. М. Чоботько та співавторами [16], *A. mellea* власти-

вий дуже низький коефіцієнт переходу радіоцезію (5,5), що, ймовірно, зумовлює здатність опенька осіннього справжнього оселятися в біотопах із високими значеннями щільності радіоактивного забруднення радіоцезієм, а по-друге, для цього виду характерний груповий розподіл у межах його ареалу, який також міг вплинути на щільність популяції цього виду у досліджуваних біотопах.

4. Щільність популяції опенька осіннього справжнього за радіоактивного забруднення та ураження патогенами різних таксонів

Місце обстеження та відбору зразків	№, ділянки	n, п.т./100 м ²	\bar{x} , п.т./м ²	\overline{SRCs} , кБк/м ²	Навколишня рослинність та ураженість плодових тіл
Шацький НПП	I	37	0,27	55,5	загалом уражено плодових тіл 19,0%; здебільшого <i>Penicillium</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., інші бактерії
	II	15			
	III	30			
околиці м. Вишгород	I	43	0,39	111,0	загалом уражено 15,0%
	II	34			
	III	40			

Примітки: n – щільність популяції досліджуваного виду (плодових тіл, п.т.) на досліджуваній ділянці, площею 100 м², п.т./100 м², \bar{x} – середня щільність популяції досліджуваного виду у досліджуваному біотопі (середнє арифметичне), п.т./ м², \overline{SRCs} – середня щільність забруднення ґрунту радіоцезієм у досліджуваному біотопі, кБк/м².

Отже, досліджувані види базидіальних грибів уражуються алохтонними та автохтонними патогенами і здатні пристосовуватися до радіаційного забруднення. Сировина з досліджуваних грибів використовується для виготовлення як лікарських засобів природного походження, так і екологічно безпечних стимуляторів росту й розвитку рослин, зокрема біоорганічних композицій. Варто зазначити, що, наприклад, застосування екологічно безпечних біоорганічних композицій «Біоекофунге» здатні простимулювати ріст і розвиток пшениці сої, соняшнику, хмелю, сосни та овочевих культур, а також значно підвищити їхню врожайність та зменшити ураження цих культур збудниками хвороб. Отже, використання базидіомицетів для виробничих потреб потребує сучасних методичних підходів для отримання якісної сировини із грибів.

Висновки та перспективи.

Досліджено щільність популяцій чотирьох видів грибів, що мають важливе значення для людини, у біотопах, забруднених радіоцезієм і з урахуванням ураженості автохтонними та алохтонними патогенами різних таксонів. Схарактеризовано щільність популяції *P. ostreatus* за умов радіоактивного забруднення біотопу та ураження патогенами. Встановлено, що опеньок осінній справжній та печериця двоспорова здатні оселятися в біотопах із досить високою щільністю радіоактивного забруднення ґрунту радіоцезієм. Водночас з'ясовано, що як *A. mellea*, так і *A. bisporus* доволі часто є ураженими патогенами різних таксонів. Виявлено популяцію трутовика лакованого на території регіонального ландшафтного парку

«Ізмаїльські острови», яка характеризувалася доволі високою щільністю та чисельністю в порівнянні з біотопами Полісся. Гриби цієї популяції мали «привабливий» габітус та не уражувалися патогенами.

References

1. Dudka, I.V., Bisko, N.A. & Bilay, V.T. (1992). Kultivirovanie syedobnyih gribov [Cultivation of edible mushrooms]. Kyiv: Urozhai [in Russian].
2. Wuest, P. J., & Bengtson, G. D. (Eds.). (1982). Penn State handbook for commercial mushroom growers. College of Agriculture, The Pennsylvania State Univ.
3. Stamets, P. (2000). Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, 3rd ed., Ten Speed Press: USA.
4. Boyko, O.A. (1999). Ekolohiia virusiv ta diahnozyka virusnykh khvorob pecheryts [Ecology of viruses and diagnostics of viral diseases of common mushrooms]. Kyiv: Fitotsotsiotsentr [in Ukrainian].
5. Landin, V.P. (2013). Radioaktyvne zabrudnennia produktsii lisovoho hospodarstva v umovakh Ukrainskoho Polissia [Radioactive contamination of the products in the Ukrainian forest ecosystems Polesse]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU, 23.14, 39-43[in Ukrainian].
6. Furdychko, O. I. (2016). Radioekolohichna bezpeka ahrarnykh i lisovykh ekosystem u viddalenyi period pislia avarii na ChAES [Radioecological safety of agricultural and forest ecosystems in the remote period after the accident on Chernobyl Nuclear Power Plant]. Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal, 1, 6-14 [in Ukrainian].
7. Grodzynskiy, D.M., Gudkov, I.N. (1973). Zashchita rasteniy ot lucheвого porajeniya [Protection of plants from radiation damage]. Moscow: Atomizdat [in Russian].
8. Boyko, A.L. (2006). Vplyv radiatsii na fitovirusy [Influence of radiation on phytovirus-

- es.]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 12-16 [in Ukrainian].
9. Boyko, A.L., Zarytskyi, N.N., Demchenko, A.A., Spivak, N.Ya., Boyko, O.A., Orlovska, G.M., Polischuk, V.P., Yuzvenko, L.V., Lazarenko, L.N., Babenko, L.P. (2014). Spread and morphological-structural properties of plant Rhabdoviruses and similar pathogens in Basidiomycetes. *Mikrobiologichnyi Zhurnal — Microbiological journal*, 76 (2), 41-46.
 10. Vainshtein, M.B. & Kudryashova, E.B. (2000). O nanobakteriyah [About nanobacteria]. *Mikrobiologiya — Microbiology*, 69 (2), 163-174.
 11. Boyko, O., Boyko, A., Grytsev, J. (2013). Naobacteria: dissemination, properties, hypothesis. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 115-118.
 12. Boyko, O.A., Veselskiy, S.P., Grygoryuk, I.P. & Melnychuk, M.D. (2014). Stvorennia biopreparativ na osnovi biokhimichnykh komponentiv riznykh vydiv bazydymytsiv ta vyshchykh roslin [The creation of biopreparation based on biochemical components of different basidiomycetes species and higher plants]. *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Biologiya, biotekhnologiya, ekologiya — Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Biology, biotechnology, ecology*, 204, 120–126 [in Ukrainian].
 13. Bojko, A. et al. (2018). Economically profitable novel quality evaluation method for raw hop (*Humulus lupulus* L.). *Bioresursy i pryrodokorystuvannya — Bioresources and Nature Management*, 10(3-4), 5–10. DOI: <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.001>
 14. Didenko, P.V. et al. (2019). Rist i rozvytok posadkovoho materialu sosny zvychnoi (Pinus sylvestris L.) za vplyvu bioorganichnykh kompozytsii z bazydymytsiv ta nanochastynok dioksydu tseriuu [Growth and development of planting material of Scots pine (Pinus sylvestris L.) under the influence of bioorganic compositions from basidiomycetes and cerium dioxide nanoparticles]. *Silskohospodarska mikrobiologiya — Agricultural Microbiology*, 30, 61–68. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.30.61-68>
 15. Melnychuk, M.D. et al. (2012). Sposib vyivlennia patoheniv u shapynkovykh hrybiv (basidiomycetes) [Method for detection of pathogens in pileate fungi (basidiomycetes): Patent 72957 for a utility model]. No u 2011 14539. Bull. No. 17 [in Ukrainian].
 16. Chobotko, H. M., Raichuk, L. A., & Landin, V. P. (2018). Characteristics and prognosis of the internal exposure doses of the Ukrainian Polissya rural population in the remote period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant (monitoring study). *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*, 23, 217-228. doi:10.33145/2304-8336-2018-23.

O.A. Boyko, V.P. Landin, P.V. Didenko, A.V. Biletskyi, P.Yu. Vashkevych, N.P. Sus, A.L. Boyko (2020). POPULATION DENSITY OF SOME SPECIES OF BASIDIOMYCETES UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION AND PATHOGEN DAMAGE IN FOREST ECOSYSTEMS. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 5-13. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14307>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.001>.

Abstract. The radiologically, ecologically and biologically safe mushroom raw materials are necessary to create some environmentally friendly bioorganic stimulators of plant growth and development and many other products. Therefore, we researched the population density of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst., *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P.Kumm, *Armillariella mellea* (Vah1. ex Fr.) Karst., which are often used to create

plant growth stimulants, in their natural habitat under conditions of radioactive contamination and pathogen damage.

The study was conducted in six biogeocenoses: Shatsk National Natural Park (Volyn Oblast, Ukraine), Regional Landscape Park «Islands of Izmail» (Odessa Oblast, Ukraine), around the urban-type settlement of Kornyn (Zhytomyr Oblast, Ukraine), around the village of Korolivka (Zhytomyr Oblast, Ukraine), around the village of Lysivka (Zhytomyr Oblast, Ukraine), around the city of Vyshhorod (Kyiv Oblast, Ukraine). Pathogens were identified by standard mycological, bacteriological and virological methods. Radiocesium contamination density of soil, as a parameter of radioactive contamination, was determined by spectrophotometric method.

The highest population density of *Ganoderma lucidum* was in Regional Landscape Park «Islands of Izmail». In this biogeocenosis, *G. lucidum* was almost not affected by pathogens, and radiocesium contamination density of soil was 18.5 kBq/m². *Agaricus bisporus* and *Armillariella mellea* grew in biotopes with high radiocesium contamination density of soil. For example, in forest ecosystems around the city of Vyshhorod, where the average radiocesium contamination density of soil was 111.0 kBq/m², population density of *A. mellea* was 0,39 fruit bodies per m². At the same time, 15% of *A. mellea* in this biogeocenosis were affected by various pathogens. Thus, the use of wild mushrooms as raw materials should be preceded by testing for biological and radiological contamination.

Keywords: radiocesium contamination density of soil, population density, pathogen, Basidiomycetes.

ГНІЗДУВАННЯ ОКРЕМИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПЕРЕТИНЧАСТОКРИЛИХ (HUMENOPTERA, ACULEATA) У СТАЦІОНАРНИХ ШТУЧНИХ ГНІЗДОВИХ КОНСТРУКЦІЯХ НА ТЕРИТОРІЇ БОТАНІЧНОГО САДУ НУБІП УКРАЇНИ

С. М. КОНЯКІН¹, кандидат географічних наук, науковий співробітник,
E-mail: ser681@ukr.net

Г. Ю. ГОНЧАР¹, молодший науковий співробітник

О. С. КУМΠΑНИНКО¹, молодший науковий співробітник

О. В. КОЛЕСНІЧЕНКО², доктор біологічних наук, професор

М. Г. ПОВОЗНІКОВ², доктор с.-г. наук, професор,

¹ДУ "Інститут еволюційної екології НАН України"

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Досліджено гніздову конструкцію для перетинчастокрилих комах, розміщену на території ботанічного саду НУБІП України, м. Київ. У результаті дослідження 50 окремих гнізд описано видовий склад їх поселенців. Зроблені проміри окремих гнізд (діаметр та довжина очеретяної трубки) і з'ясовано, що заселеність гнізд буда високою та становила 95 %. Але різноманіття комах-поселенців було низьким – зареєстровано тільки два види - *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) (Apoidea, Megachilidae) із вираженим домінуванням -78 % гнізд та осі роду *Tyroxylon* Latreille, 1896 (Crabronidae).

Визначено, що осмії заселяють різні очеретяні трубки, при цьому діаметр та довжина трубок позитивно корелюють із числом личинок осмії у гнізді (коефіцієнти кореляції складають відповідно 0,44 та 0,48, $p=0.05$). Осі *Tyroxylon* sp. при виборі гніздової порожнини обирали трубки діаметром переважно 0,5-0,7 см ($r = 0,56$, $p=0.05$).

Виявлено зараженість клептопаразитами гнізд, що призводять до загибелі розплоду диких бджіл. Встановлено, що 20 % гнізд осмії були заражені мухами дрозопілами *Casoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera, Drosophilidae), а 10 % гнізд містили пилкового кліща *Chaetodactylus osmiaae* (Dufour, 1839) (Arachnida, Sarcoptiformes).

Ключові слова: гніздобудування, перетинчастокрилі, *Osmia bicornis*, клептопаразити, штучні гніздові конструкції

Актуальність.

Перетинчастокрилі виконують важливі функції у збереженні ста-

більності екосистем. Дикі бджоли (Hymenoptera, Apoidea) є надважливими запилювачами більшості квіткових рослин [Klatt et al., 2014], а

оси-ентомофаги виконують функцію регуляції популяцій багатьох членистоногих [Tschardt et al., 1998].

Антропогенна трансформація довкілля призводить до негативних змін біорізноманіття, зниження чисельності популяцій багатьох видів тварин або повного їх зникнення [Potts et al., 2010]. Незважаючи на те, що комахи залишаються найбільш чисельними у більшості трансформованих міських біотопів [Corcos et al., 2019], зміни рослинного покриву, активна забудова та порушення природного середовища призводить до критичного зниження різноманіття диких бджіл внаслідок зниження їх кормових та гніздових ресурсів [Zattara, Aizen, 2019]. Лише деякі види, здебільшого, екологічно пластичні, виживають в окремих типах міського середовища, які забезпечують необхідні мікрокліматичні умови та слугують для них рефугіумом [Normandin et al., 2017, Robyn et al., 2016]. З метою збереження цих надважливих комах у міському середовищі створюють умови, придатні для підтримки популяцій різних видів-запилювачів (встановлення гніздових конструкцій, регуляція скошування різнотрав'я, насадження квіткових рослин природної флори, тощо) [Baldock, 2020].

Варто відзначити, що розробка гніздових конструкцій для перетинчастокрилих комах розпочата достатньо давно [Fabre, 1891]. Окремі представники цих комах, що поселяються у штучних гніздівлях, є ефективними запилювачами багатьох плодівих та овочевих культур, насамперед, види роду *Osmia* Panzer, 1806, яких розводять у промислових масштабах [Bosch, Kemp, 2002]. Внаслідок цього, розробка та вдосконалення гніздівель є розвинутим напрямком досліджень, і в Україні зокре-

ма, запатентовані гніздівлі, наприклад: Olifir, 1989; 1990, Olifir, Shalimov, 1988, 1993, Radchenko, Ivanov, 2004; Hukalo, Kyrychenko, 2010; Komisar, Shumakova, 2010. Загалом, за результатами досліджень багатьох авторів було описано особливості гніздування, розвитку, інкубації, співвідношення статей та ін. видів роду *Osmia* [наприклад, Olifir, 1986, 1989, 1998, 1990, 2005, Olifir, Shalimov, Vladimirsliv, 1978, Ivanov, 1983, 2001, 2006, Korbetskaya, 1996, Komisar, 1994, Zinchenko, Gukalo, 1991b, 1992, 1996, 1997]. Втім, дослідження поселенців подібних гніздових конструкцій на території міст в Україні поки не є поширеним напрямком досліджень, яке набуває надзвичайної актуальності саме з метою збереження та підтримки популяцій цих комах.

Метою роботи є дослідження гніздування перетинчастокрилих комах у спеціальних гніздових багаторічних конструкціях на території ботанічного саду НУБіП (м. Київ).

Матеріали і методи дослідження.

Ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України розташований у Голосіївському районі Києва та межує із НПП «Голосіївський» (рис. 1). Сад заснували у 1928 р., його площа становить 53 га (Iakobchuk et al., 2013). Особливістю цього є те, що він створювався на основі ого ботанічного саду дендрарію [Dziba, Pogrebna, 2013], тому деревні насадження переважають, а квіткова трав'яниста рослинність представлена меншим різноманіттям.

Гніздова конструкція, що розміщена на цій території, має вигляд стаціонарного непереносного дерев'яного боксу (рис. 1), де у якості матеріалу для



Рис. 1. Розміщення стаціонарної гніздової конструкції для перетинчастокрилих комах у ботанічному саду Національного університету біоресурсів та природокористування України, м. Київ (на момент фотографування очеретяні гнізда вилучено).

гнізд використовували очеретяні трубки різної довжини та діаметру (від 2 до 17 см, Ø від 0,5 до 0,8 см). Частину лінійних гнізд (50 зразків) було вилучено після завершення провіантування, запечаткування гнізд комахами та виміряно наступні параметри:

- довжина та діаметр трубки (см.);
- кількість комірок у кожній трубці (шт.);
- кількість личинок комах у комірках у кожному гнізді (екз.);
- зараженість гнізд кліптопаразитами (% від загального числа гнізд);

Окрім заселеності гнізд комахами відмічали відсоток особин, які загнили на різних стадіях розвитку.

Наявність зв'язків між лінійними параметрами гнізд та частотою їх заселення комахами визначали методом кореляційного аналізу за Пірсоном.

Результати дослідження та їх обговорення.

Таксономічна група бджіл, що облаштовує гнізда у готових порожнинах є різноманітною [Radchenko,

Pesenko, 1994]. Зазвичай, це види із родин Megachilidae: родів *Osmia* Panzer, 1806; *Megachile* Latreille, 1802; *Heriades* Spinola, 1808; *Chelostoma* Latreille 1809; *Anthidium* Fabricius, 1804 та ін.; Colletidae: *Hylaeus* Fabricius, 1793; Apidae: *Xylocopa* Latreille 1802, та *Anthophora furcata* (Panzer, 1798). У природному середовищі вони будують гнізда у стовбурах та порожнистих стеблах рослин (роди *Sambucus* L.; *Rubus* L.; *Phragmites* Adans), мертвій деревині, мушлях молюсків тощо.

У нашому дослідженні заселення штучних очеретяних гніздівель перетинчастокрилими комахами виявилась достатньо високою та складала 95 %. Проте видове різноманіття поселенців було низьким, лише два представники гніздобудівних видів ряду Hymenoptera було зареєстровано. Серед них найчисельнішим видом був *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) (родина Megachilidae) – 78 % очеретяних трубок було заселено саме ним (39 гнізд, із загальною кількістю личинок 134 екз.). Серед інших заселених гнізд 16 % (8 гнізд) були заселені

представниками ос-ентомофагів з роду *Tropoxylon* Latreille, 1796 (родини Crabronidae).

Osmia bicornis належить до роду *Osmia* у якому нараховують більше 300 видів у світі [Michener, 2007]. Життєвий цикл та екологія цього виду описана багатьма дослідниками [Raw, 1972, Olifir, 2005, Everaars et al., 2011, Fliszkiewicz et al., 2015]. Необхідно зазначити, що це ранньовесняний вид, початок льотної активності якого співпадає із періодом цвітіння багатьох плодкових дерев [Bosch, Kemp, 2002]. Розміщення гніздової конструкції у заганку є привабливим для *O. bicornis*. Це пов'язано з тим, що тривала добова експозиція під сонячними променями призводить до пришвидшення розвитку та виходу із зимівлі розплуду цього ранньовесняного виду у той час, коли умови середови-

ща ще не сприятливі, тому, як правило, ці комахи надають перевагу затіненим місцям [Radchenko, Pesenko, 1994].

Оси роду *Tropoxylon* у Європі представлені 16 видами [Olszewski, Pawlikowski, 2014], вони є ентомофагами, самки полюють на павуків (*Aranea*), якими вигодовують личинок. Даний вид комах також облаштовують свої помешкання у готових порожнинах та часто поселяються у очеретяних трубках [Oliveira et al., 2020].

Параметри гнізд та їх вплив на заселення перетинчастокрилими комахами

Визначено, що на якісні та кількісні показники заселення бджолами, а саме кількість комірок з личинками, впливали діаметр та довжина очеретяної трубки. Так, між діаметром трубки та числом побудованих комірок виявлено коефіцієнт кореляції, який склав $r=0,44$ ($p <$

Таблиця 1. Заселеність штучних гніздівель *Osmia bicornis*

Число трубок (n)	Діаметр трубки	Середнє число комірок, шт / Середнє число личинок, екз	Зараженість гнізд, %	
			Sacoxenus indagator	Chaetodactylus osmiae
8	0.5	4(±0,51)/3(±0,35)		12,5 %
10	0.6	3(±0,31)/3(±0,42)	50 %	
12	0.7	5(±0,43)/4(±0,39)	8 %	17 %
9	0.8	5(±0,83)/5(±0,89)	22 %	11 %
Число трубок (n)	Довжина трубки			
1	2	1/1		100 %
3	5	2/2		
5	7	2(±0,49)/2(±0,53)	13 %	
6	8	4(±0,63)/4(±0,84)	29 %	
5	9	3(±0,71)/3(±0,44)		25 %
4	10	3(±2,16)/3(±1,91)	25 %	
3	12	5(±0,57)/4(±0,57)	20 %	33 %
5	13	6(±1,14)/5(±0,89)	14 %	
2	14	4(±2,82)/4(±2,12)	100 %	
2	15	5(±0,7)/5		
3	17	6(±1)/6(±0,57)	67 %	

0,05), між довжиною трубки та числом комірок – $r=0,48$, ($p < 0,05$). Відносно невисокі значення коефіцієнту кореляції можуть свідчити про варіативність та невибагливість цих комах щодо гніздового субстрату. Тим не менш, найбільш заселеними були трубки діаметром 0,8 см та довжиною 13-17 см. У таких лінійних гніздах, осмії облаштовували найбільше число комірок із личинками.

Бджоли облаштовували гнізда у трубках довжиною від 1 см. Однак максимальна кількість личинок зафіксована у трубках з довжиною 13 та 17 см. Довгі трубки з мінімальним діаметром (0,5-0,6 см) для бджіл були малопридатними – комахи в них будували мінімальну кількість комірок, і відповідно, відклали найменшу кількість яєць.

Необхідно відзначити, що у проєкті організації Ботанічного саду НУБіП виділяють три зони: експозиційну, наукову та адміністративно-господарську [Dziba, Pogrebna, 2013]. Санітарні роботи з їх упорядкування (скошування, видалення сухоостою, посадка декоративних насаджень) ведуться постійно, що має вплив на гніздовий та кормовий

ресурс для диких бджіл. Проте саме *Osmia bicornis* є екологічно пластичним видом, який відрізняється широкими фабричними, трофічними та лектичними зв'язками [Fliszkiewicz et al., 2015]. Для таких видів знищення природних місць гніздувань (сухостій, залишки рослинності, тощо) є менш критичними, адже у міському середовищі компенсаційними місцями гніздівлі для них є отвори у дерев'яних заборах та стінах, покривних матеріалах дахів будівель, горищ, різноманітні отвори та щілини у цегляних житлових та нежитлових спорудах [Evertaars et.al., 2011].

Кормова база для цього виду на території ботанічного саду також достатня – насадження ранньоквітучих дерев, зокрема *Malus domestica* Borkh, а також видів роду *Quercus* L. та багатьох інших, які слугують джерелом пилку для заготівлі провізії.

Оси виду *Trypoxylon* sp. у гніздівлі частіше заселяли очеретяні трубки із максимальною довжиною – 17 см: кореляційний зв'язок між довжиною трубки та числом личинок у лінійних гніздах становив $r = 0,56$ ($p < 0,05$) (табл.2).

Таблиця 2. Заселеність штучних гніздівель *Trypoxylon* sp.

Число трубок (n)	Діаметр	Середнє число комірок, шт / Середнє число личинок, екз
1	0.5	2/2
3	0.6	4(±1)/2(±0,57)
2	0.7	3/3
2	0.8	1/1
	Довжина	
1	7.5	3/3
1	9	3/3
1	13	2/2
2	14	3/3
3	17	6(±0,57)/5

У таких гніздах знаходили комірки ос (від 1 до 4 у гнізді) із провізією для личинок. Ці осі є хижаками, які для розплоду полюють на павуків, і заселеність гніздівлі такими комахами свідчить про більш-менш достатній рівень кормової бази та характеризує більш менш якісне середовище, адже забезпечує функціонування представників різних трофічних рівнів (Tscharntke et al., 1998).

Клептопаразити комах у штучних гніздівлях

Окрім впливу абіотичних факторів, осмії зазнають шкоди від комах, які пошкоджують запаси пилку, паразитоїдів личинок, руйнівників гнізд та хижаків [Krunić et al., 2005, Zerova et al., 2006]. Розплоду частіше шкодять їдці з роду *Monodontomerus* Westwood, 1833 (Hymenoptera, Chalcidoidea), мухи *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera, Drosophilidae), пилковий кліщ *Chaetodactylus osmiae* (Dufour, 1839) (Arachnida, Sarcoptiformes) та інші [Olifir, 1990b, Radchenko, Pesenko, 1994, Zerova et al., 2006].

Серед досліджених нами гнізд осмії 20 % (8 гнізд різної довжини та діаметру, таблиця 1) містили мух-дро-зофіл *Cacoxenus indagator* (рис. 2 А).

Мухи *C. indagator* досить поширені клептопаразити осмії у Європі [Кеки́с, 2002]. Самиці відкладають яйця у запаси пилку *O. bicornis* та *O. cornuta*. Личинки виходять із яєць та живляться пилком; пупарії зимують, а імаго навесні покидають гніздо. Добре відомо, що ці споживачі пилку призводять до високої смертності личинок бджіл, які гинуть через нестачу пилкового запасу [Krunić et al., 2005]. Ймовірність виживання цих особин залежить від стадії розвитку мухи-клептопаразита, зокрема моменту, коли личинки перестають харчуватись пилком.

Також досить частою (10 %) була присутність в комірках кліща *Chaetodactylus osmiae* (рис.2 Б-Г). Кліщів переносять дорослі особини бджіл на поверхні свого тіла, вони прикріплюються до бджіл під час парування, живлення на квітах, виходу із гніздових трубок.

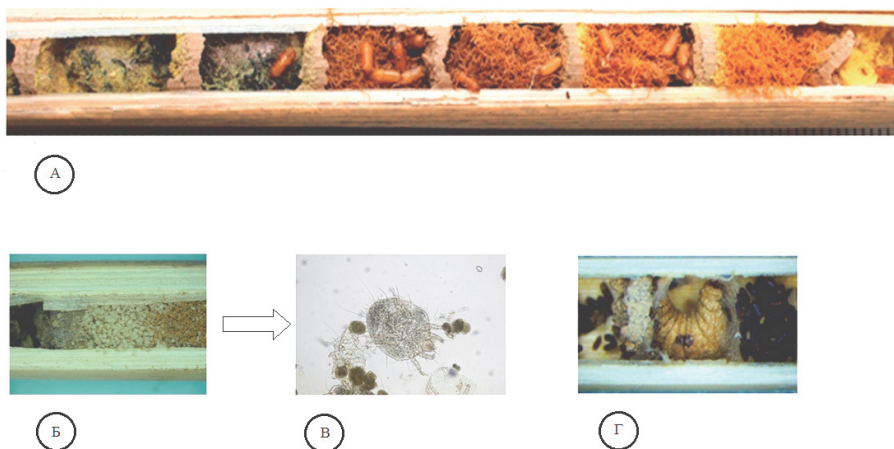


Рис. 2. А – гніздо *Osmia bicornis* в очеретяній трубці, що заражене *Cacoxenus indagator*. Праворуч: у комірках знаходяться лише пупарії мух. Б – комірка *O. bicornis* заражена *Chaetodactylus osmiae*, В – доросла особина *C. osmiae*, Г – муміфікована личинка *O. bicornis*.

Присутність інквілінів у гніздах призвела до 100 % смертності личинок бджіл. Необхідно зазначити, що для уникнення надмірного розмноження шкідників розроблені рекомендації [наприклад, Olifir, Shalimov, 1989, Zinchenko, Gukalo, 1992b, Gukalo, 1998, Olifir, 2005]. Таким чином, їх дотримання, найголовніше з яких – постійна щорічна зміна гніздового матеріалу та вилучення заражених комірок або цілих гнізд, сприятиме підтримці здорової популяції комах.

В усіх досліджених гніздах 7 % личинок осмій на пізніх стадіях розвитку були мертві. Причини цього, ймовірно, викликані бактеріальною інфекцією або несприятливими абіогенними умовами [Krunić et al., 2005].

Висновки та перспективи.

Заселеність штучних гніздівель з очеретяними трубками на території Ботанічного саду НУБіП була високою – 95 % відібраного матеріалу. Проте різноманіття гніздобудівних видів виявилось вкрай низьке – лише два представники ряду Hymenoptera – *Osmia bicornis* (85 % гнізд) та *Trypoxylon* sp. (16 % відповідно).

Встановлено, що діаметр очеретяної трубки та її довжина позитивно корелюють із чисельністю личинок осмій (коефіцієнт кореляції складає 0,44 та 0,48 відповідно, $p=0.05$). Оси роду *Trypoxylon* заселяли гнізда виключно діаметром 0,5-0,7 см у прямій залежності від довжини гнізда ($r = 0,56$, $p=0.05$).

Досліджені гнізда *Osmia bicornis* були заражені поширеними клептопаразитами – дрозозфілою *Cacoxenus indagator* та кліщем *Chaetodactylus osmiae*, які живляться пилковим запасом личинок бджіл, внаслідок чого гине розплід. Дрозозфіли-палінофаги виявлені в 20 % гнізд.

Близько 10 % гнізд було уражено кліщем *Chaetodactylus osmiae*. Мертві особини бджіл на пізніх стадіях розвитку в усіх досліджених гніздах склали 7 %.

Загалом, встановлення гніздових конструкцій сприяє підтримці популяцій гніздобудівних бджіл – *Osmia bicornis*, а також осам роду *Trypoxylon*. Проте для збільшення різноманітності складу поселенців, особливо бджіл, необхідне варіативне наповнення гніздового матеріалу (сухі порожнисті стебла чагарникових або трав'янистих видів рослин (наприклад, роди *Rubus* L., *Sambucus* L., *Arctium* L., тощо) та розміщення частини гніздівель після масового заселення осміями.

Весняні види бджіл із широкими трофічними та лектичними зв'язками в умовах міських культурфітоценозів мають можливість для власного харчування та для заготівлі провізії, у той же час, інші, більш вразливі види можуть відчувати нестачу кормового ресурсу. Для забезпечення таких видів кормовими ресурсами необхідно урізноманітнювати декоративні насадження дерев і кущів, використовуючи привабливі для комах багаті доступним нектаром та пилком види рослин.

Робота виконана у рамках проекту фундаментальних досліджень науково-дослідної роботи молодих вчених НАН України 2019-2020 рр. «Різноманіття та екологічне значення деяких груп перетинчастокрилих комах-запилювачів та ентомофагів в трансформованих біотопах» (№ Д/П 0119U001880).

References

1. Baldock, K. C. (2020). Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science*, 38, 63-71. doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006

2. Bosch, J., Kemp, W. P. (2002). Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Megachilidae) and fruit trees. *Bulletin of Entomological Research*. 92, 3-16.
3. Corcos, D., Cerretti, P., Caruso, V., Mei, M., Falco, M., Marini, L. (2019). Impact of urbanization on predator and parasitoid insects at multiple spatial scales. *PLoS One*. 14 (4): e0214068. doi.org/10.1371/journal.pone.0214068
4. Dziba, A. A., & Pogrebna, N. V. (2013). Features of the planning and functional organization of the territory of the Botanical Garden of NULES of Ukraine. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Ser.: Forestry and ornamental horticulture*.
5. Everaars, J., Strohbach, M. W., Gruber, B., Dormann, C. (2011). Microsite conditions dominate habitat selection of the red mason bee (*Osmia bicornis*, Hymenoptera: Megachilidae) in an urban environment: A case study from Leipzig, Germany. *Landscape Urban Plan*. 103 (1), 15-23. doi:10.1016/j.landurbplan.2011.05.008
6. Fabre, J. H. (1891). *Souvenirs entomologiques. Etudes sur l'instinct et les moeurs des insectes*. Paris: Delagrave. 3, 327.
7. Fliszkiwicz, M., Kusnierczak, A., Szymas, B. (2015). Reproduction of the red mason solitary bee *Osmia rufa* (syn. *Osmia bicornis*) (Hymenoptera: Megachilidae) in various habitats. *European Journal of Entomology*. 112 (1), 100-105. doi: 10.14411/eje.2015.005
8. Gukalo, V. N. (1998). Pryrodni vorohy osmiy (*Osmia rufa* L. i *O. cornuta* LATR., Hymenoptera, Megachilidae) ta borotba z nymy [Natural enemies of *Osmia rufa* (L.) and *O. cornuta* LATR. (Hymenoptera, Megachilidae) and control of them]. *Izvestiya Kharkov. Ent. Obshch. (Kharkov)*, 6 (1), 135-136. (in Ukrainian).
9. Protsenko Yu. V. et al. (2018). *Oselya dlya komakh – prykhystok dlya dykoyi pryrody: navchalno-metodychni rekomendatsiyi* [House for insects - a shelter for wildlife: educational guidelines]. Kyiv: Geoprint, 24. (in Ukrainian).
10. Ivanov, S. P. (2006). The nesting of *Osmia rufa* (L.) (Hymenoptera, Megachilidae) in the Crimea: Structure and composition of nests. *Entomol. Rev*. 86, 524–533. doi.org/10.1134/S0013873806050046
11. Ivanov, S. P. (2006). *Struktura troficheskikh vzaimootnosheniy dikikh pchel Osmia cornuta i Osmia rufa* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) v Krymu [The structure of trophic relationships of wild bees *Osmia cornuta* and *Osmia rufa* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) in the Crimea]. *Optimization and Protection of Ecosystems*. (16), 136-146. (in Russian).
12. Ivanov, S. P. (1983). *Pereseleniye pchel Osmia rufa* (L.) (Apoidea, Megachilidae) v period gnezdovaniya [Relocation of *Osmia rufa* (L.) (Apoidea, Megachilidae) during the nesting period]. *Nauch. Doklady Vyshey Shkoly, Biol. (Moscow)*, 1983 (5), 40-43. (in Russian).
13. Ivanov, S. P. (2001b). *Strategiya vybora i ispolzovaniya plotnosti gnezda dikimi pchelami* (Apoidea: Megachilidae). [Strategy of selection and use of the nest cavity by wild bees (Apoidea: Megachilidae)]. *Uchen. Zapiski Tavrich. Univ., Biol. (Simferopol)*, 14 [53] (1), 89-94. (in Russian).
14. Kekic, V. (2002). *The Drosophilae (Drosophilidae, Diptera) of Yugoslavia*. Monographs of the Institute of Zoology, Belgrade, 6, 109-120.
15. Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, Clough Y, Smit J, Pawelzik E, Tschardt T (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc Royal Soc Ser B* 281:20132440 doi.org/10.1098/rspb.2013.2440
16. Shumakova, I. D., Komisar, O. D. *Tube for rearing osmia bees*. Patent of Ukraine 50236. 2010 May 25. (in Ukrainian)
17. Komissar, A. D. (1994). *Obshchestvennaya deyatelnost odinochnykh pchel Osmia rufa*

- [The group behaviour in the solitary bee *Osmia rufa*]. *Socium* (St. Petersburg), 2, 13-14. (in Russian).
18. Korbetskaya, L. (1996). Rozvedennya bdzhl *Osmia rufa* (Hymenoptera: Megachilidae) dlya zapylennya lyutserny v umovakh L'vivs'koyi oblasti [Propagation of *Osmia rufa* (Hymenoptera: Megachilidae) for Luceme pollination in the Lvov province]. *Ukrain. Pasichnik* (Lvov), (4), 30-31. (in Ukrainian).
 19. Kronic M., Stanisavljević L., Pinzauti M., Felicioli A. (2005). The accompanying fauna of *Osmia cornuta* and *Osmia rufa* and effective measures of protection. *Bulletin of Insectology*. 58 (2), 141-152.
 20. Kyrychenko O. O., Hukalo V. M. 26.04.2010. Method for industrial rearing of bees of genus *Osmia* 49389 A01K 49/00. (in Ukrainian)
 21. Michener, C. D. (2007). *The Bees of the World*. 2nd Edition, John Hopkins University Press, Baltimore. Science. 992.
 22. Normandin E., Vereecken N. J., Buddle C. M., Fournier V. (2017). Taxonomic and functional trait diversity of wild bees in different urban settings. *Journal of Life and Environmental Sciences*. 5:e3051 <https://doi.org/10.7717/peerj.3051>
 23. Iakobchuk O. M., Kolesnichenko O. V., Hrigoryuk I. P. (2013). Introduktsiya predstavnykiv rodyny Berberidaceae Juss. v umovakh botanichnoho sadu NUBiP Ukrainy [Introduction of species of family Berberidaceae Juss. in conditions of botanical garden NUBiP of Ukraine]. *Plant Introduction*. 4, 31-36. (in Ukrainian).
 24. Olifir, V. N (2005). Razvedeniye i sodержaniye dikikh pchel [Breeding and keeping of wild bees.]. Moscow, ACT. 138. (in Russian).
 25. Olifir, V. N, Shalimov, I. I. (1993). Solitary bee nest. Certificate number: SU 1801327 A1, A01K 47/00. (in Ukrainian)
 26. Olifir, V. N., Shalimov, I. I. (1988). Usovershenstvovannoye gnezdilishche dlya pchelynykh roda *Osmia* [An improved nest-shelter for bees of the genus *Osmia*]. *Vestnik Zool.* (Kiev), (1), 80-82. (in Russian).
 27. Olifir, V. N., Shalimov, I. I. (1989). Borba s parazitami pchel-osmiy [The control of parasites of *Osmia* bees]. *Pchelovodstvo* (Moscow), (12), 21-23. (in Russian).
 28. Olifir, V. N., Shalimov, I. I. (1993). Gnezdilishche dlya odinochnykh pchel [A nest-shelter for solitary bees]. Authors' certificate 1801327 USSR, 5 A 01 K 47/00; I. I. Shmalgausen Institute of Zoology (Kiev), No. 492 670 2715, on 19 March 1991. *Izobreteniya* (Moscow), (10), 9. (in Russian).
 29. Olifir, V. N. (1986). Zhiznesposobnost yaits osmiy [The viability of eggs in *Osmia*]. *Pchelovodstvo* (Moscow), (3), 38. (in Russian).
 30. Olifir, V. N. (1989a). Temperatura i zhiznesposobnost lichinok ryzhey osmii [The influence of the [air] temperature on the larva viability in *Osmia rufa*]. *Vestnik Zool.* (Kiev), (3), 52-55. (in Russian).
 31. Olifir, V. N. (1989b). Novoye gnezdilishche dlya razvedeniya osmiy [A new type of nest-shelters for management of *Osmia*]. 119-120. In: *The 2nd All-Union Conference for Industrial Management of Insects* (Moscow, 26-28 December 1989). Moscow (Moscow State University). (in Russian).
 32. Olifir, V. N. (1990a). Gnezdilishche dlya dikikh pchel [A nest-shelter for wild bees]. Author's certificate 1535 499 USSR, 4 A 01 K 47/00; I. I. Shmalgausen Institute of Zoology (Kiev), No. 4410861/30-15, 22.II.1988. *Otkrytiya, Izobreteniya*, (Moscow), 1990 (2), 27. (in Russian).
 33. Olifir, V. N. (1990b). Mukha *Cacoxenus indagator* L. – kleptoparazit pchelinnykh roda *Osmia* (Diptera, Drosophilidae; Hymenoptera, Apoidea). [The fly *Cacoxenus indagator* L., a cleptoparasite of bees of the genus *Osmia* (Diptera, Drosophilidae; Hymenoptera, Apoidea)]. 97-99. In: Tobias, V. I. & A. L. I'vovskiy (eds.). *Advances in Entomology in the USSR: Hymenoptera and Lepidoptera*. The 10th Congress of the All-Union Entomological Society ([Leningrad], 11-15 September 1989). *Proceedings*. 231; Leningrad (Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (in Russian).

34. Olifir, V. N. (1998). Vliyaniye ekologicheskikh faktorov na razvitiye reproductivnoy sistemy u megachilid (Hymenoptera, Megachilidae). [The influence of ecological factors on the reproductive system development in megachilid bees (Hymenoptera, Megachilidae)]. Vestnik Zool. (Kiev), (9), 125-127. (in Russian).
35. Olifir, V. N., Shalimov, I. I. & Vladimirsliy, A. A. (1978). O privilechenii i razvedenii dikikh pchelinykh [On the attraction and propagation of wild bees]. Pchelovodstvo (Moscow), 1978 (9), 44-45. (in Russian).
36. Oliveira, G. K. C., Elias, M. A. D. S., Bergamini, L. L., & Franceschinelli, E. V. (2020). Reproductive success of Trypoxylon (Trypoxylon) lactitarse (Hymenoptera: Crabronidae) in a fragmented landscape. Iheringia. Série Zoologia, 110. doi.org/10.1590/1678-4766e2020004
37. Olszewski, P., & Pawlikowski, T. (2014). Trypoxylon Kostylevi Antropov, 1985 (Hymenoptera: Crabronidae) – A New Species for Poland—And a Key to Polish Species of Trypoxylon Latreille, 1796. Polish Journal of Entomology, 83 (3), 189-199.
38. Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol. Evol. 25, 345-353.
39. Radchenko, V. G., Ivanov, S. P., 17.05.2004. Hive for wild bees. Author's certificate 66473.
40. Radchenko, V. G., Pesenko, Yu. A. (1994). Biologiya pchel [Biology of bees (Hymenoptera, Apoidea)]. 350. (in Russian).
41. Raw A. (1972). The biology of the solitary bee *Osmia rufa* (L.) (Megachilidae). Ecological entomology. 124 (3), 213-229.
42. Robyn, D. Q., Bichier, P., Philpott, S. M. (2016). Landscape and Local Correlates of Bee Abundance and Species Richness in Urban Gardens. Environmental Entomology. 45 (3), 592-601.
43. Tschardtke, T., Gathmann, A., Steffan-DeWenter, I. (1998). Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. Journal of applied ecology, 35(5), 708-719.
44. Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2019). Global Bee Decline. bioRxiv, 869784. doi:10.1101/869784
45. Zerova, M. D., Romasenko, L. P., Seryogina, L. Ya., Verves, Yu. G. (2006). Komakhy - pryrodni vorohy poodynokyykh bdzholyynykh fauny Ukrayiny. [Natural insect enemies of solitary bees of the fauna of Ukraine]. Kiev, Institute of Zoology of National Academy of Sciences of Ukraine, 236. (in Ukrainian).
46. Zinchenko, B. S. & Gukalo V. N. (1991). Razmeshcheniye gnezdovoy ryzhey osmii [Placement of artificial nest-shelters for *Osmia rufa*]. Pchelovodstvo (Moscow), 1991 (11), 39. (in Russian).
47. Zinchenko, B. S. & Gukalo V. N. (1996). Vplyv parametriv ta sposobiv rozmishchennya hnizduvan na reproductyvni pokaznyky rudoyi osmiyi [The effect of parameters and methods of placement of nest-shelters on the reproductivity of *Osmia rufa*]. Ukrain. Pasichnik (Lvov), (5), 34-35. (in Ukrainian).
48. Zinchenko, B. S. & Gukalo, V. N. (1997). Kormovi zvyazky rudoyi ta rudochervonoyi osmiyi [Trophic links of *Osmia rufa* and *O. cornuta*]. Ukrain. Pasichnik (Lvov), (6), 15. (in Ukrainian).

Koniakin S.N., Honchar H.Yu., Kumpanenko A.S., Kolesnichenko O.V., Povoznikov M.G. (2020). NESTS OF SOME REPRESENTATIVES OF HYMENOPTERA (HYMENOPTERA, ACULEATA) IN STATIONARY ARTIFICIAL NESTING STRUCTURES ON THE TERRITORY OF THE BOTANICAL GARDEN NUBIP OF UKRAINE. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 14-24. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14308>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.002>.

Abstract. Green areas of the city (remnants of the natural landscape, parks, squares, etc.) are a refuge for most diverse organisms, include insects too. Such places provide them with fodder and nesting resources under certain conditions. However, as a result of the sanitary measures of a care, the simplification of the vegetation, etc., these places become unattractive to biota, which leads to the reduction of the most common urbotolerant species of insects. In order to preserve and maintain populations of some insect species, artificial nesting structures are installed in the most attractive and safe areas. We studied the trap nest (a set of reed tubes) for insects, which was located on the territory of the botanical garden NUBIP of Ukraine. As a result of the study of 50 separate nests, the species composition of individual groups of the wild bees and wasps inhabiting such nests was described. Measurements of individual nests (diameter and length of the reed tube) were made and it was found that the population of the insects, in particular *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) (Apoidea, Megachilidae) and the wasps of the genus *Trypoxylon* Latreille, 1896 (Crabronidae) is almost 95 % with dominance of *O. bicornis* (78 %).

It was determined that *Osmia* are not preferred to the nest with tubes of larger diameter or length, but the diameter and length of the reed tubes are positively correlated with the number of the bees larvae in the nest (the correlation coefficients are 0.44 and 0.48, $p = 0.05$, respectively). The wasps (*Trypoxylon* sp.) was preferred to the tubes with a diameter of mainly 0.5-0.7 cm ($r = 0.56$, $p = 0.05$).

In addition, the composition of kleptoparasites, which lead to the death of the bee larvae, was studied. Thus, 20 % of *Osmia* nests were infected with flies *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera, Drosophilidae), and 10 % of the nests contained pollen mite *Chaetodactylus osmiae* (Dufour, 1839) (Arachnida, Sarcoptiformes).

Keywords: nesting, Hymenoptera, *Osmia bicornis*, kleptoparasites, trap-nests

СЕЗОННИЙ РИТМ РОЗВИТКУ ДЕРЕВНИХ ЛІАН РОДИНИ *VITACEAE* JUSS. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. МАКОВСЬКИЙ, провідний інженер відділу Ландшафтного будівництва, куратор експозиційно-колекційної ділянки «Виткі рослини» Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України
e-mail: vitalimakovskyi10@gmail.com

Анотація. Мета. Дослідити феноритміку інтродукованих деревних ліан родини *Vitaceae* родів *Ampelopsis* Michx. і *Parthenocissus* Planch., визначити можливості їхнього використання в культурфітоценозах Правобережного Лісостепу України. Методи. Фенологічні спостереження проводили упродовж 2012 – 2014 рр. Рослини досліджуваних таксонів належать до колекційного фонду експозиційно-колекційної ділянки «Виткі рослини» НБС ім. М. М. Гришка НАН України. Розподіл досліджуваних представників за феногрупами та побудову феноспектру сезонного розвитку проводили, користуючись відповідними методиками. Результати. Завершення вегетації представників роду *Parthenocissus* відбувалося раніше дати завершення вегетаційного періоду – $16.X \pm 6,13$ (*P. inserta*)– $23.X \pm 7,41$ (*P. tricuspidata* ‘*Veitchii*’), а в рослин роду *Ampelopsis* співпадало з цією датою – $4.XI \pm 7,36$ (*A. aconitifolia* f. *glabra*) – $13.XI \pm 7,85$ (*A. brevipedunculata*). Квітування представників роду *Parthenocissus* тривало $22,3 \pm 4,1$ (*P. tricuspidata* ‘*Veitchii*’) – $81,7 \pm 2,1$ (*P. quinquefolia* f. *engelmannii*) доби, а рослин роду *Ampelopsis* – $98,3 \pm 7,7$ (*A. aconitifolia*) – $107,0 \pm 7,3$ (*A. brevipedunculata*) доби. Період від зав’язування до досягання плодів представників роду *Parthenocissus* становив $47,0 \pm 5,66$ (*P. quinquefolia*) – $59,0 \pm 3,74$ (*P. tricuspidata* ‘*Veitchii*’) доби, а рослин роду *Ampelopsis* – $35,7 \pm 3,77$ (*A. aconitifolia* f. *glabra*) – $41,3 \pm 5,79$ (*A. brevipedunculata*) доби.

Висновки. Виявлено, що представники роду *Parthenocissus* характеризуються своєчасним входженням у період зимового спокою, коротшим періодом квітування і тривалішим дозріванням плодів, володіють більшим інтродукційним потенціалом порівняно з рослинами роду *Ampelopsis*. З огляду природних ареалів досліджуваних інтродуцентів, які охоплюють сухі з низьким рівнем опадів і холодні вологі регіони, можна зробити висновок, що всі вони характеризуються досить високою пластичністю і стійкістю до умов довкілля, оскільки під час проведення фенологічних спостережень відмічалось їхнє щорічне квітування та плодоношення. Це говорить про високу ступінь відповідності їхньої закріпленої на генетичному рівні феноритміки кліматичним умовам Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: інтродукція; вегетація; квітування; плодоношення.

Вступ.

Важливою умовою для існування рослин у природних, а також в умовах інтродукції, є відповідність ритму їхнього сезонного розвитку ритмам сезонних явищ нового району зростання (Сергеева К. А., 1971). Згідно з даними моніторингу сучасного стану клімату України, в останні роки ХХ ст. і на початку ХХІ ст. спостерігається посилення тенденції підвищення температури повітря (середньої місячної, середньої максимальної та середньої мінімальної) до екстремальних значень (Осадчий В. І., Бабіченко В. М., 2013). Встановлено також чітку тенденцію до раннього настання весняного сезону (стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0 °С весною) (Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В. і ін., 2009). З відомостей, наведених у роботі Я. Дідуха, випливає, що такі зміни клімату призводять, у тому числі, до змін феноритміки рослин, що проявляється в більш ранніх термінах початку квітання та опадання листків, а в деяких випадках у рослин починається повторний розвиток упродовж одного й того ж вегетаційного періоду (Я. Дідух, 2009). Встановлено, що за підвищення середньої температури на 2 °С понад норму в м. Бостон рослини починають квітати на 4–30 днів раніше, але через весняні заморозки й більш пізній розвиток комах-запилувачів раннє квітання має негативний ефект (Bramwell D, 2008). Тому дослідження особливостей феноритміки інтродукованих деревних ліан родини Vitaceae, що належать до родів *Ampelopsis* і *Parthenocissus* для визначення можливості їх використання в культурфітоценозах Правобережного Лісосте-

пу України за умов глобальних змін клімату є актуальним на сьогодні.

Дослідниками встановлено, що більшість представників родини Vitaceae поширені в тропічних регіонах Азії, Африки, Австралії, Неотропіках і на Тихоокеанських островах, однак двома родами (*Parthenocissus* і *Ampelopsis*) вона представлена в північно-помірних регіонах Землі (Soejima A. & Wen J., 2006; Wen J., 2007a; Wen J. et al., 2007). Зокрема, представники роду *Ampelopsis* розповсюджені в східній Азії, на Сході Північної Америки, у Мексиці, а також у Європі, а представники роду *Parthenocissus* – в Азії та Північній Америці (Wen J. et al., 2018).

Особливості розвитку деревних ліан родини Vitaceae вивчали як в Україні, так і далеко за її межами, що дає можливість оцінити відповідність інтродукційного прогнозу реакції інтродуцентів на нові умови існування. За свідченням М. І. Орлова (1974), деревні ліани *Ampelopsis aconitifolia* Bunge. добре адаптовані в умовах м. Київ (Орлов М. І., 1974). Вивчаючи особливості розвитку деревних ліан родів *Parthenocissus* і *Ampelopsis*, інтродукованих у Дендрологічному парку «Олександрія» в місті Біла Церква, що розташований у південній частині Лісостепової зони України, Н. М. Дойко (2005) відмічала їхнє квітання в літньо-осінній період та нормальне плодоношення. Нею також відзначено, що частина плодів *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii' не встигає визріти до настання заморозків, що пов'язано з пізніми строками їхнього зав'язування (Дойко Н. М., 2005). Досліджуючи особливості росту й розвитку деревних ліан *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. в м. Київ, О. М. Багацька

(2008) відзначала їхнє щорічне квітання та плодоношення. В певні роки нею відмічалось незначне підмерзання вегетативних пагонів цих рослин. Причиною цього, на її думку, слугувало їхнє несвоєчасне завершення росту (Багацька О. М., 2008). До такого ж висновку дійшов С. Г. Літвіненко (2013) вивчаючи біологічні особливості Східноазійських деревних ліан в умовах інтродукції на Буковині. Згідно з отриманими результатами, представники роду *Ampelopsis* щорічно рясно квітнули та плодоносили. Виняток становили деревні ліани *A. aconitifolia*, рясність квітання яких була слабкою, що на думку автора пов'язано з їхнім вирощуванням на затіненій території (Літвіненко С. Г., 2013). Упродовж багатьох років, вивчаючи особливості сезонного розвитку деревних ліан роду *Ampelopsis* в умовах інтродукції на Донбасі, Д. Р. Костирко (2006) особливу увагу приділяла наявності в них квітання та плодоношення – як основних показників під час оцінювання перспективності інтродуцентів. З огляду на отримані дані, нею відмічалось щорічне рясне квітання та плодоношення досліджуваних рослин. Плоди дозрівали у вересні–жовтні, окремі представники виявилися здатними до самосіву (Костирко Д. Р., 2006). На основі вивчення біологічних особливостей аборигенних та інтродукованих деревних ліан родини *Vitaceae* на Далекому Сході, М. І. Денисов (2004) відзначав їхнє квітання та плодоношення, а також високу ступінь зимостійкості. На думку автора, ці рослини мають високу перспективність для інтродукції, зокрема в Лісостепову та Степову зони України (Денисов Н. І., 2004). За його словами, життєздатність цих релік-

тових рослин можлива в цих умовах, оскільки кліматичні умови Правобережного лісостепу України й Далеккого Сходу значною мірою співставні (Денисов Н. І., 2016). У результаті багаторічних досліджень інтродукційного потенціалу деревних ліан, зокрема представників родів *Ampelopsis* та *Parthenocissus* в м. Москва, С. Казарова зі співробітниками (2009) відзначали їхнє щорічне квітання та плодоношення. Водночас ступінь здер'яніння пагонів та рівень зимостійкості в рослин роду *Parthenocissus* був вищим порівняно з представниками роду *Ampelopsis* (Казарова С., 2009). Вивчаючи інтродукційний потенціал деревних ліан в умовах сухих субтропіків Таджикистану, клімату якого притаманні тривалі посушливі періоди, Г. Н. Ергашева (2013) щорічно відмічала рясне квітання та плодоношення *P. quinquefolia*. Нею було виявлено, що за відсутності аномальних для певного періоду природних явищ (наприклад, снігопад у пізньовесняний період), терміни проходження фаз сезонного розвитку залежать від закріплених на генетичному рівні фенологічних особливостей виду (Ергашева Г. Н., 2013). Подібні висновки були зроблені також А. В. Терешкіним і ін. (2006) під час оцінювання стану інтродукованих ліан в умовах Лісостепу і Степу Поволжя (Терешкін А. В. і др., 2006). Проводячи інтродукційні випробування деревних ліан родини *Vitaceae* на Північному Сході європейської частини РФ, у республіці Комі, Л. Мартинов (2018) дійшов висновку, що рослини виду *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv. являються неперспективними для інтродукції через їхній низький для даного регіону рівень зимостійкості. Щодо виду *P. quinquefolia* було

з'ясовано, що дані рослини є відносно зимостійкими. Незважаючи на пізні строки початку вегетації (кінець травня–початок червня), у них спостерігалося квітання, а в певні роки також плодоношення (Мартынов Л., 2018).

Мета. Дослідити особливості феноритміки інтродукованих деревних ліан родини Vitaceae родів *Ampelopsis* і *Parthenocissus*, визначити можливість їхнього використання в культурфитоценозах Правобережного Лісо-степу України.

Матеріали та методика досліджень.

Предмет досліджень – вісім таксонів деревних ліан родини Vitaceae. Серед досліджуваних представників роду *Parthenocissus* належать два види, що походять із північної Америки – *P. quinquefolia*, природний ареал яких простягається від Мексики до південної частини штату Мен, південного району Онтаріо та південних регіонів штату Міннесота) і *Parthenocissus inserta* (А.Керн.) Fritsch, які в природних умовах розповсюджені більш північніше та західніше ніж *P. quinquefolia* – від Пенсільванії, Техасу та Каліфорнії на північ до 50 °сх. широти в Онтаріо та Манітобі (Pringle J. S., 2010; David J. C., 2010), а також одна форма – *Parthenocissus quinquefolia* f. *engelmannii* (Koehne & Graebn.) Rehder та один культивар – *Parthenocissus tricuspidata* ‘Veitchii’. До роду *Ampelopsis* належать три види, які в природних умовах поширені в помірному та субтропічному поясах на Сході Азії – *Ampelopsis aconitifolia*, природним ареалом яких є північно-східні та центральні регіони Китаю, *Ampelopsis brevipedunculata*,

природний ареал яких простягається з північних регіонів Корейського півострова на Схід до північно-східних регіонів Китаю та Приморського краю РФ, *Ampelopsis heterophylla* (Thunb.) Siebold et Zucc., який у природних умовах розповсюджений у Приморському краї РФ, на Півдні острова Сахалін, Курильських островах, у північних регіонах Монгольської Народної Республіки, у північно-східному Китаї (Головач А. Г., 1973; Missouri Botanical Garden), а також одна форма – *Ampelopsis aconitifolia* f. *glabra* Diels.

Досліджувані рослини належать до колекційного фонду експозиційно-колекційної ділянки «Виткі рослини» НБС ім. М. М. Гришка НАН України. Ділянка розташована на пологому схилі сухої балки з Південно-Західною експозицією, вік досліджуваних рослин становить приблизно 20 років. Для досліджень було вибрано по п'ять модельних рослин кожної з досліджуваних таксономічних одиниць. Фенологічні спостереження проводили упродовж 2012–2014 рр. Фіксація фаз тривалості періодів вегетації та росту пагонів проводилася з інтервалом 3–5 діб за «Методикою фенологічних спостережень в ботаничних садах ССРСР» (1975). Початком періоду вегетації вважали дату розпускання бруньок, а його завершенням – дату масового листопаду (коли опало понад 50 % листків). Метеорологічні дані були взяті в Центральній геофізичній обсерваторії імені Бориса Срезневського (м. Київ). Розподіл досліджуваних представників за фенологічними групами проводили згідно з методикою оцінки перспективності інтродукції деревних рослин за матеріалами фенологічних спостережень Лапіна П. І. (1967).

Результати та обговорення.

За початок і завершення вегетаційного періоду холодостійких культур прийнято вважати дату стійкого переходу середньої добової температури через 5 °С весною і восени. В умовах м. Київ, ця дата весною, у середньому, припадає на 1. IV, а восени – на 31. X. Отже тривалість вегетаційного періоду, у середньому, становить 213 ± 14,3 доби (Осадчий В. І., Бабіченко В. М., 2010).

Строки початку і завершення вегетаційного періоду в м. Київ у 2012 – 2014 рр. припадали, в середньому, на 30. III ± 10,66 та 8. XI ± 9,42, а його загальна тривалість становила 222,3 ± 2,49 доби. Залежно від біологічних особливостей, строки початку і завершення, а також тривалість вегетації деревних ліан досліджуваних таксонів варіюють із року в рік зважаючи на погодні умови вегетаційного періоду (табл. 1).

Найбільш ранніми термінами початку вегетації були відзначені рослини *P. tricuspидata* 'Veitchii' (5. IV ± 2,36 доби), а найбільш пізніми – *A. brevipedunculata* (19. IV ± 3,09 доби). Найраніше завершення ве-

гетації відбувалось у деревних ліан *P. inserta* (16. X ± 6,13 доби), а в *A. brevipedunculata* – найпізніше (13. XI ± 7,85 доби). Період між датами початку вегетації рослин досліджуваних таксонів становив 14,0 ± 0,73 доби, а між датами завершення – 27,7 ± 1,72 доби. З огляду на те, що в природних умовах рослини досліджуваних таксонів поширені в різних ботаніко-географічних районах, різниця між датами початку й завершення вегетації є проявом їхньої особливої, закріпленої на генетичному рівні в межах свого природного ареалу феноритміки. Зважаючи на це, нами було виділено дві феногрупи, які відображають відповідність біологічних особливостей їхнього розвитку сезонній ритміці району інтродукції. Завершення вегетації деревних ліан групи СР, яка включає представників роду *Parthenocissus*, відбувалось у другій і третій декадах жовтня, що передувало даті стійкого переходу середньої добової температури через 5 °С, у відповідності з чим їхнє входження в період спокою перед настанням зимового періоду було своєчасним. Завершення вегетації де-

1. Тривалість вегетації деревних ліан родини Vitaceae в 2012 – 2014 рр.

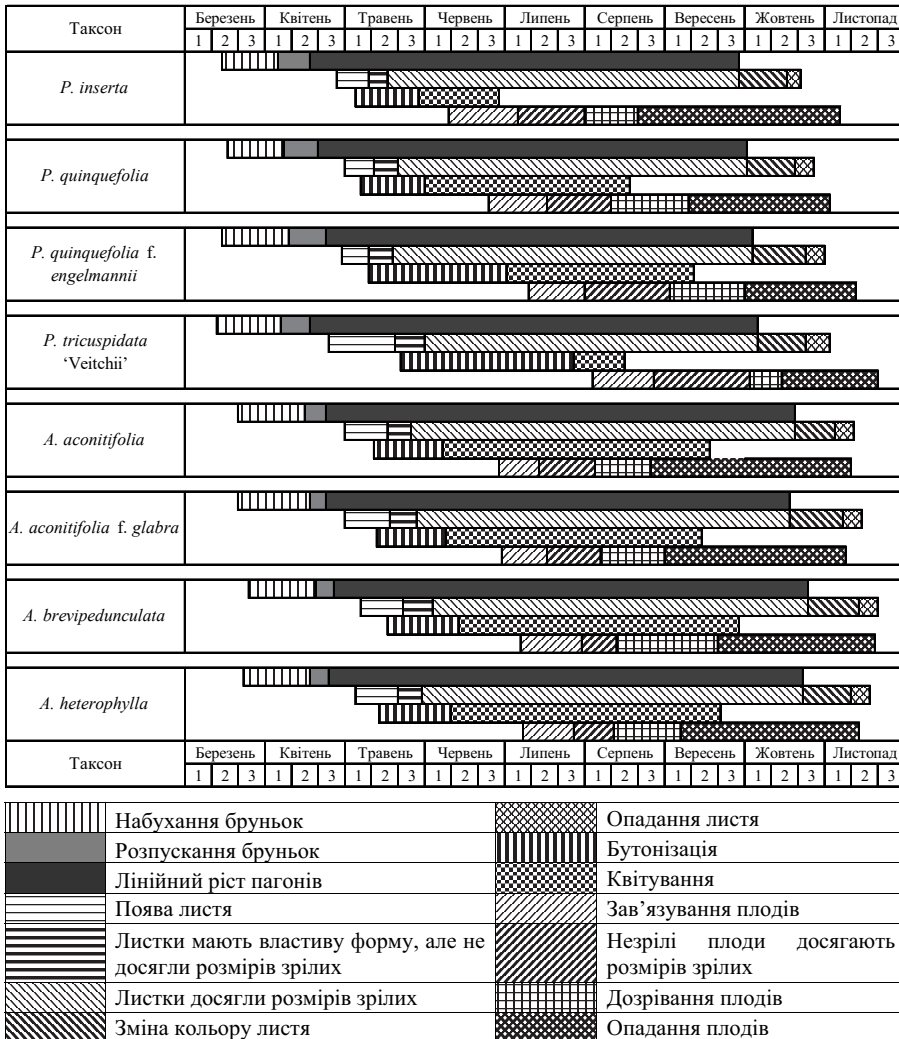
Назва таксону	Вегетація			Феногрупа
	Початок	Завершення	Тривалість	
<i>P. inserta</i>	6. IV ± 4,64	16. X ± 6,13	193,0 ± 10,03	СР*
<i>P. quinquefolia</i>	7. IV ± 3,09	19. X ± 6,55	194,7 ± 9,29	СР
<i>P. quinquefolia f. engelmannii</i>	9. IV ± 3,3	23. X ± 6,98	196,7 ± 9,84	СР
<i>P. tricuspидata</i> 'Veitchii'	5. IV ± 2,36	23. X ± 7,41	200,7 ± 9,39	СР
<i>A. aconitifolia</i>	15. IV ± 3,56	4. XI ± 7,36	202,7 ± 10,66	ПС**
<i>A. aconitifolia f. glabra</i>	17. IV ± 3,56	7. XI ± 7,79	204,0 ± 10,98	ПС
<i>A. brevipedunculata</i>	19. IV ± 3,09	13. XI ± 7,85	207,7 ± 10,66	ПС
<i>A. heterophylla</i>	17. IV ± 2,49	10. XI ± 7,04	206,7 ± 9,1	ПС

Примітка: СР – середній початок і раннє завершення вегетації
 ПС – пізній початок і середнє завершення вегетації

ревних ліан групи ПС, куди віднесено представників роду *Ampelopsis*, відбувалось у першій та другій декадах листопада, що збігалось з датою стійкого переходу середньої добової температури через 5 °С. Листки на кінцях пагонів цих рослин зберігалися до настання заморозків, що свідчить про їхнє несвоєчасне входження в період зимового спокою.

На підставі аналізу результатів багаторічних фенологічних спостережень складено феноспектр сезонного розвитку досліджуваних рослин (рис. 1).

У вегетаційні періоди років проведення досліджень у всіх досліджуваних рослин відмічалася наявність фаз квітучання та плодоношення. Найраніше у фазу квітучання вступали деревні ліани *P. inserta* (28.V ± 4,64 доби), а найпі-



1. Феноспектр сезонного розвитку деревних ліан родини Vitaceae за середніми датами періодів вегетації в 2012 – 2014 рр.

зніше – *P. tricuspidata* ‘Veitchii’ (24.VII $\pm 3,86$ доби). Найдовшою тривалістю квітування відзначено деревних ліан *A. brevipedunculata* (107,0 $\pm 7,26$ доби), а найкоротшою – *P. tricuspidata* ‘Veitchii’ (22,3 $\pm 4,11$ доби). Тривалість квітування представників роду *Parthenocissus* становила 22,3 $\pm 4,11$ (*P. tricuspidata* ‘Veitchii’)–81,7 $\pm 2,05$ (*P. quinquefolia* f. *engelmannii*) доби, а рослин роду *Ampelopsis* – 98,3 $\pm 7,72$ (*A. aconitifolia* f. *glabra*)–107,0 $\pm 7,26$ (*A. brevipedunculata*) доби. Період від зав’язування до досягання плодів у рослин досліджуваних таксонів значно коливався відповідно до біологічних особливостей їхнього розвитку. Найбільш коротким він виявився в деревних ліан *A. aconitifolia* (35,7 $\pm 3,77$ доби), ягоди яких зав’язувались у третій декаді червня–першій декаді липня, а достигали в першій декаді серпня. Найбільш тривалим – у рослин *P. tricuspidata* ‘Veitchii’ (59,0 $\pm 3,74$ доби), зав’язування плодів яких спостерігалось у третій декаді липня–першій декаді серпня, а їхнє дозрівання – у третій декаді вересня–першій декаді жовтня.

Загалом, у представників роду *Parthenocissus* період від зав’язування до досягання плодів становив 47,0 $\pm 5,66$ (*P. quinquefolia*)–59,0 $\pm 3,74$ (*P. tricuspidata* ‘Veitchii’) доби, а в рослин роду *Ampelopsis* – 35,7 $\pm 3,77$ (*A. aconitifolia* f. *glabra*)–41,3 $\pm 5,79$ (*A. brevipedunculata*) доби. Отже, представники роду *Parthenocissus* характеризуються коротшою тривалістю цвітіння, а строки дозрівання плодів у них більші порівняно з рослинами роду *Ampelopsis*.

Висновки

1. Деревні ліани роду *Parthenocissus* характеризуються раннім завершенням вегетації, що свідчить про їхнє своєчасне входження в період

зимового спокою. Завершення вегетації деревних ліан роду *Ampelopsis* збігається з датою стійкого переходу середньої добової температури через 5 °С, що свідчить про їхнє своєчасне входження в період спокою.

2. В умовах інтродукції, деревні ліани досліджуваних таксонів цвіли і плодоносили. Визначено, що представники роду *Ampelopsis* характеризуються більш тривалим цвітінням та плодоношенням, а період дозрівання плодів довший у представників роду *Parthenocissus*, що підтверджує дослідження, проведені Н.М. Дойко.

Щорічне квітування та плодоношення всіх досліджуваних представників під час проведення фенологічних спостережень свідчить про високу ступінь відповідності їх закріпленої на генетичному рівні фенологічній кліматичним умовам Правобережного Лісостепу України.

References

1. Sergeeva, K. A. (1971). Fiziologicheskie i biokhicheskie osnovy zimostoykosti drevesnykh rasteniy [Physiological and biochemical fundamentals of winter hardiness of woody plants]. Moscow: Nauka.
2. Osadchyi, V. I., Babichenko, V. M. (2013). Temperatura povitria na terytorii Ukrainy v suchasnykh umovakh klimatu [The air temperature on the territory of Ukraine in today's climate conditions]. Ukrainian geographical journal, 4, 32–39. <https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032>
3. Babichenko, V. M., Nikolaieva, N. V., Rudishyna, C. F., Hushchyna, L. M. (2009). Nastannia vesnianoho sezonu v Ukraini (perekhid serednoi dobrovoi temperatury povitria cherez 0 °C) v umovakh suchasnoho klimatu [Springtime coming (transition of mean daily air temperature values over 0°C) in Ukraine under conditions of mod-

- ern climate]. Ukr. heohrafichniy zhurnal. [Ukrainian Geographical Journal], 9, 25–35.
4. Didukh, Ya. (2009). Environmental aspects of global climate change: causes, consequences, action. *Visnyk of the NAS of Ukraine*, 2, 34–44
 5. Bramwell D. Plant adaption and climate change // 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. Programme Book of abstract 29 Juni — 4 July 2008. Delft, The Netherlands. — P. 3.
 6. Soejima, A. & Wen, J. (2006). Phylogenetic analysis of the grape family (Vitaceae) based on three chloroplast markers. *Amer. J. Bot.* 93: 278–287. doi: 10.3732/ajb.93.2.278
 7. Wen, J. (2007a). Vitaceae. in : Kubitzki, K. (ed.), *The families and genera of vascular plants*, vol. 9. Berlin: Springer. Pp. 466–478.
 8. Wen, J. et al. (2007). Phylogeny of Vitaceae based on the nuclear GAI1 gene sequences. *Canad. J. Bot.* 85: 731–745. doi: 10.1139/B07-071
 9. Wen, J. et al. (2018). A new phylogenetic tribal classification of the grape family (Vitaceae). *Journal of Systematics Evolution* 56: 262–272. doi: 10.1111/jse.12427
 10. Orlov, M. I. (1974). *Grape Family – Vitaceae Lindl. Derevyia i kustarniki*. [Trees and shrubs] (376 p.) Kiev.
 11. Doiko, N. M. (2005). *Biologichni osnovy introduktsii vytkykh derevnykh roslyn v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Biological bases of introduction of climbing tree plants in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine] (Extended Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss.). Dendrological park “Oleksandriia” of NAS, Bila Tserkva, Ukraine.
 12. Bahatska, O. M. (2008). *Osoblyvosti rostu i rozvytku introdukovanykh vydiv derevnykh lian ta perspektyvy yikh vykorystannia v ozelenenni m. Kyieva* [Features of growth and development of introduced species of woody vines and prospects of their use in landscaping of Kiev] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). National Agricultural University, Kyiv, Ukraine.
 13. Litvinenko, S. H. (2013). Results of the introduction of East Asian woody vines in Bukovina. *Biological Systems*, 5(2), 249–252.
 14. Kostyrko, D. R., Gorlacheva, Z. S. (2001). *Ampelopsis Michx. – Vinogradovnik (introduktsiya, sistematika, biomorfologiya, ispol'zovanie)* [Ampelopsis Michx. – Pervine (introduction, systematics, biomorphology, use)]. Donetsk: Lebid'.
 15. Denisov, N. I. (2004). *Derevyanistyie liany rossyskogo Dal'nego Vostoka (biologiya, introduktsiya, ispol'zovanie, okhrana)* [Woody creepers of the Russian Far East (biology, introduction, use, protection)] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Vladivostok, Russia.
 16. Denisov, N. I. (2016). Issues concerning protection of the vine family (family Vitaceae juss.) in the Russian Far East. *Bulletin of applied botany, of genetics and plant breeding*, 177(4), 5–17. DOI: 10.30901/2227-8834-2016-4-5-17
 17. Kazarova, S., Boyko, G. (2009). Some results of liana introduction in the Botanical Garden of MSU. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Introduction and conservation of plant diversity*, 19(21), 115–116.
 18. Ergasheva, G. N. (2013). *Drevovidnye liany v usloviyakh sukhikh subtropikov Tadjikistana: introduktsiya, biologiya i ispol'zovanie* [Woody Vines in the Dry Subtropics of Tajikistan: Introduction, Biology and Use] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Ufa, RF.
 19. Tereshkin, A. V., Kalmykova, A. L. (2006). The state of introduced vines in the conditions of the city of Saratov. *Bulletin of Botanical Garden of Saratov State University*, 5, 167–169.
 20. Martynov, L. G. (2018). Types of woody vines in the collection of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS. *Bulletin of the Institute of Biology Komi SC UrD RAS*, 3, 4–20. DOI: [https://doi.org/10.31140/j.vestnik_ib.2018.3\(205\).2](https://doi.org/10.31140/j.vestnik_ib.2018.3(205).2)
 21. Pringle, J. S. (2010). Nomenclature of the thicket creeper, *Parthenocissus inserta* (Vitaceae). *Michigan Botanist*, 49(3): 73–78.

22. David, J. C. (2010) Untangling the climbers – *Parthenocissus quinquefolia* & *P. inserta*. *BSBI News* 113: 60–61.
23. Golovach, A. G. (1973). *Liany, ikh biologiya i ispol'zovanie* [Creepers, their biology and use]. Leningrad: Nauka.
24. Missouri Botanical Garden. Retrived from <https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=251629&isprofile=0&>
25. Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadah SSSR [The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR] (1975). Moscow: Nauka.
26. Lapin, P. I. (1967). Seasonal rhythm of development of woody plants and its importance in introduction. *Byul. Glav. Botan. Sada AS USSR*, 65, 13–18.
27. Osadchyi, V. I., Babichenko, V. M. (Ed.). (2010). *Daty perekhodu temperatury povitriya v Ukraini za suchasnykh umov klimatu* [Dates of the transition of air temperature in Ukraine under modern climate conditions]. Kyiv: Nika-Tsentr.

V. V. Makovskyi (2020). RHYTHM OF SEASONAL DEVELOPMENT OF WOODY VINES OF THE VITACEAE JUSS. FAMILY IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION IN THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 25-33. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14309>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.003>.

Abstract. *Purpose.* To investigate the phenorhythmics of introduced woody vines of the family Vitaceae of the genus *Ampelopsis* Michx. and *Parthenocissus* Planch., to determine the possibilities of their use in cultural phytocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Methods.* Phenological observations were conducted during 2012–2014. Plants of the investigated taxa belong to the collection fund of the exposition-collection area “Climbing plants” of the M. M. Hryshko National Botanic Garden of the NAS of Ukraine. The distribution by phenogroups of the investigated plants and the construction of the phenospectrum of seasonal development were performed using appropriate methods. *Results.* The end of the vegetation of the representatives of the genus *Parthenocissus* occurred before the end of the growing season 16.X ± 6,13 (*P. inserta*)–23.X ± 7,41 (*P. tricuspidata* ‘Veitchii’), and in plants of the genus *Ampelopsis* coincided with this date 4.XI ± 7,36 (*A. aconitifolia* f. *glabra*)–13.XI ± 7,85 (*A. brevipedunculata*). Flowering of the representatives of the genus *Parthenocissus* lasted 22,3 ± 4,1 (*P. tricuspidata* ‘Veitchii’)—81,7 ± 2,1 (*P. quinquefolia* f. *engelmannii*) days, and plants of the genus *Ampelopsis* – 98,3 ± 7,7 (*A. aconitifolia*)—107,0 ± 7,3 (*A. brevipedunculata*) days. The period from tying to ripening of fruits in representatives of the genus *Parthenocissus* was 47,0 ± 5,66 (*P. quinquefolia*)—59,0 ± 3,74 (*P. tricuspidata* ‘Veitchii’) days, and plants of the genus *Ampelopsis* – 35,7 ± 3,77 (*A. aconitifolia* f. *glabra*)—41,3 ± 5,79 (*A. brevipedunculata*) days. *Conclusions.* It was found that members of the genus *Parthenocissus* are characterized by timely entry into the period of winter dormancy, shorter flowering period and longer fruit ripening compared with plants of the genus *Ampelopsis*. Given the native areals of plants of the studied species, which cover dry with low rainfall and cold wet regions, we can conclude that they are all characterized by high plasticity and resistance to environmental conditions, as phenological observations noted their annual flowering and fruiting. This indicates a high degree of compliance of their genetically fixed phenorhythmics with the climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Keywords: introduction; vegetation; flowering; fruiting.

УМІСТ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН РОДУ *CANNA* L. В УМОВАХ КРИВОРІЖЖЯ

М. Ю. МАЗУРА

кандидат біологічних наук, виконуючий обов'язки наукового співробітника відділу дендрології та паркознавства Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України»

E-mail: marinamazura1978@gmail.com

ORCID:0000-0001-5260-1893

Анотація. Досліджено уміст і динаміку хлорофілів *a* і *b* фотосинтетичного органу (листка) представників роду *Canna* L. у різні фази росту та розвитку рослин: на початку вегетації, у генеративну фазу, наприкінці вегетації до умов Криворіжжя. Відмічений високий уміст хлорофілів у листках більшості досліджених сортів канни, порівняно з інтродукованими видами (за винятком *C. indica*). Загальною тенденцією для рослин канни було збільшення загальної кількості хлорофілів в період бутонізації. Сорти канни *Capter*, *Веселье нотки*, *Richard Wallis*, які мають менші параметри листків, характеризувались низьким загальним умістом фотопігментів впродовж вегетації та хлорофілу *b* у генеративну фазу, що вказує на значну чутливість рослин до посушливих умов регіону. Рослини сортів *Fauervogel*, *Rosenkranzen* та *Крымские Зори* (з більшими розмірами листової пластинки) відрізнялись найвищою концентрацією зелених пігментів впродовж вегетації, та хлорофілу *b* у генеративну фазу, ця особливість у функціонуванні фотосинтетичного апарату узгоджується з високою оцінкою рівня адаптації цих рослин до умов посухи. Тому, показники стану асиміляційного апарату рослин роду *Canna* L. можна використовувати для визначення їх рівня пристосованості до дефіциту вологи у разі інтродукційних дослідженнях.

Ключові слова: асиміляційний апарат, види і сорти, рід *Canna* L., лист, фотосинтетичні пігменти, Кривий Ріг, посушливі умови

Актуальність

Важливою складовою підвищення естетичного вигляду і стійкості насаджень в умовах міських екосистем є збагачення фітоценозів новими видами та сортами декоративних рослин [19, 20]. В озелененні м. Кри-

вий Ріг перспективними є рослини роду *Canna* L., завдяки своїм декоративним якостям. Але для визначення успішності інтродукції та адаптації організму за умов вирощування, яка залежить від екологічних особливостей виду чи сорту, інформативним фізіологічним показником є стан їх

асиміляційного апарату [1, 2, 5, 6, 7, 11, 12]. Листки є найчутливішим органом до дії абіотичних і біотичних факторів, які слугують центром варіабельності або пластичності організму [3, 4]. Деякі автори пропонують використовувати підвищення вмісту хлорофілу в листках рослин як індикатор готовності їх до квітвання [2]. Одним із найвпливовіших абіотичних чинників довкілля, є нестача вологи, яка пригнічує фотосинтез, спричиняє деградацію пігментів, впливає на репродукцію рослин [8].

Район інтродукції рослин роду *Canna* L. (м. Кривий Ріг) розташований на південному заході Дніпропетровської області у степовій природній зоні і належить до посушливих районів України. Сумарний річний дефіцит зволоження становить 350-420 мм і в період активної вегетації рослин він максимально зростає – у червні – 76 мм, липні – 141 мм, серпні – 142 мм [9]. Додатково потужний вплив на довкілля регіону має комплекс факторів екзогенного забруднення [1]. У період досліджень середньомісячна температура пові-

тря в середньому становила у червні +21,6 °С, липні +23,4 °С, серпні +23,4 °С, вересні +16,3 °С, а кількість опадів – 431 мм за рік (рис. 1).

У Криворізькому ботанічному саду НАН України (далі – КБС НАН України) рослини роду *Canna* L. проходять інтродукційне випробування протягом десяти років, виявляють широку морфологічну мінливість, мають високу декоративність, широко використовуються в практиці озеленення, що робить їх зручним об'єктом для досліджень [10].

Одним із найважливіших критеріїв у підборі перспективного асортименту для цього регіону є висока адаптаційна здатність рослин до посушливих умов вирощування, збереження їхньої декоративності впродовж вегетаційного сезону. Оцінювання впливу погоднокліматичних умов на вміст та динаміку розподілу хлорофілів у листках рослин канти допомагає виявити ступінь пристосування та адаптаційної спроможності інтродуцентів канти.

Метою дослідження було визначення вмісту і динаміки хлорофілів

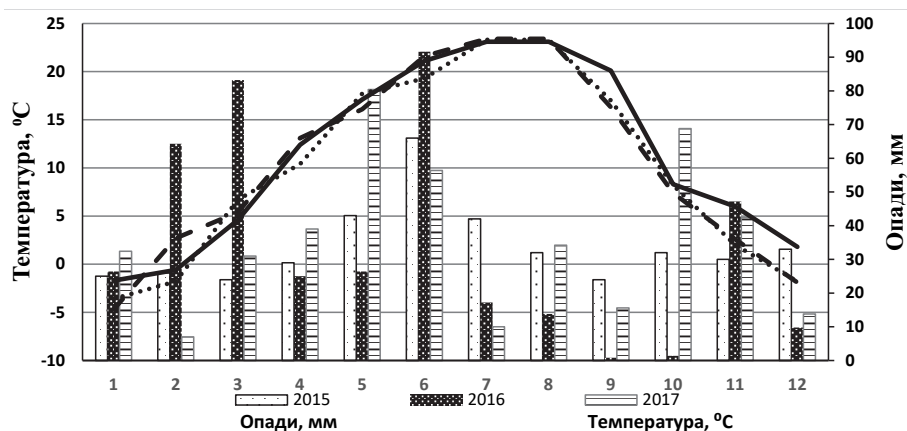


Рис. 1. Клімадіаграма за три роки в Криворізькому ботанічному саду НАН України

у листках рослин канни впродовж їх росту та розвитку в умовах Криво-ріжжя та можливість використання цих показників, як маркера стійкості рослин канни до посухи.

Матеріал і методи досліджень.

Об'єктами дослідження були обра-ні рослини інтродукованих видів кан-ни: *C. indica*, *C. iridiflora*, *C. indica var. edulis*, *C. tuerckheimii*, 8 сортів групи Крозі: Carter, Веселые нотки, Подарок Крыма, Richard Wallis, Пламя Крыма, America, Крымские Зори, Отблеск Закатата та 4 сорти орхідоподібних канн: Suevia, Rosenkranzen, Людмила, Fauervogel. Дослідні рослини вирощу-валися на ділянці без додаткового во-дозабезпечення. Відбирали до експе-рименту рослини, які відрізняються за морфологічними ознаками, зокрема, розміром листової пластинки [13]. Зразки листків відбирали із середньо-го ярусу куща з максимально однако-вою освітленістю, у різні фенологічні фази: початок вегетації рослин (I дека-да червня), початок генеративної фази (III декада липня), наприкінці вегета-ції (III декада вересня) [17].

Уміст хлорофілів *a* і *b* у листках визначали спектрофотометричним методом з екстракцією диметил-сульфоксидом на спектрофотоме-трі СФ-2000 (Росія) і розраховува-ли в міліграмах на грам (мг/г) сирові маси. Оптичну щільність розчину за довжини хвилі 480, 649 та 665 нм вимірювали в кюветках з довжиною оптичного шляху 1 см [5]. У кожно-му варіанті виконували по три біо-логічні повторення, а в них – по три аналітичні. Статистичну обробку да-них здійснювали методами варіацій-ної статистики у програмі Microsoft Excel за 5 % рівня значущості [14].

Результати дослідження та їхнє обговорення.

За аналізу кількісних показників хлорофілів у листках досліджених рослин канни встановлено мінливість вмісту хлорофілів *a*, *b* у різні фази рос-ту та розвитку рослин до умов Кривого Рогу. На початку вегетації найменшим їхнім умістом (від 1,86 до 2,06 мг/г си-рої маси) відрізнялись рослини сортів Carter, Веселые нотки, Richard Wallis, які мають найменші параметри листка (довжина в межах 40 см, ширина 29 см), що може вказувати на їх значну чутливість і низький рівень стійкості до умов вирощування (рис. 2).

Найвищий уміст фотосинтезую-чих пігментів від 3,74 до 3,98 мг/г в цей період зафіксовано у сортів Fauervogel, Пламя Крыма, Подарок Крыма з найбільшими параметра-ми листків. Для досліджених рос-лин канни, як і для більшості вищих рослин, установлена тенденція щодо збільшення загальної кількості хло-рофілів у листках за період бутоні-зації. За твердженнями дослідників суму хлорофілів *a* і *b* можна вико-ристовувати як показник готовності рослин до квітування [7].

У середньому уміст хлорофілів у рослин видів канни у фазі бутонізації збільшився у 1,4-1,7 рази, порівня-но з попереднім періодом (червень). Для інтродукованих сортів встанов-лена сортоспецифічна особливість зростання умісту пігментів у разі переходу до генеративної фази. Мі-німальне його збільшення (в 1,1-1,3 рази) відмічене для рослин сортів: America, Подарок Крыма, Fauervogel. У переважної більшості досліджених сортів уміст зелених пігментів зріс у 1,4-1,7 рази, з максимальним показни-ком (1,9 рази) у сорту Веселые нотки.

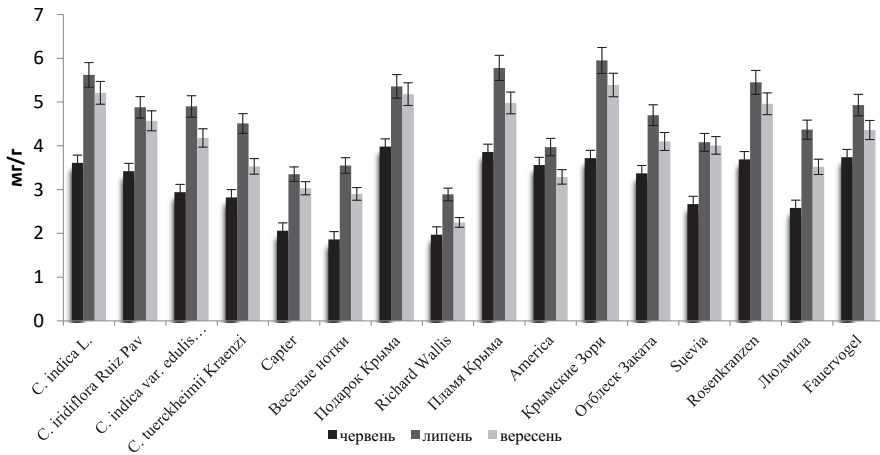


Рис. 2. Динаміка суми хлорофілів а, в в листках рослин видів і сортів канны упродовж вегетаційного трьох років

На початку генеративної фази найбільшу концентрацію хлорофілів у листках мали рослини сортів: Пламя Крыма ($5,78 \pm 0,28$ мг/г), Крымские Зори ($5,95 \pm 0,31$ мг/г) та виду *C. indica* ($5,62 \pm 0,26$ мг/г), які мають більші розміри листків (довжина у межах 60 см, ширина 40 см). За нашими попередніми дослідженнями, ці інтродуценти відрізняються найпродуктивнішим квітуванням (за кількістю сформованих суцвіть і квіток та, зокрема, одночасно розкритих квіток) [10]. Найнижчий уміст пігментів відмічений у листках рослин сортів Sarper ($3,35 \pm 0,16$ мг/г), Веселье нотки ($3,55 \pm 0,17$ мг/г), Richard Wallis ($2,89 \pm 0,15$ мг/г), які за результатами інтродукційного випробування віднесені до групи з найнижчою генеративною продуктивністю і мають менші параметри листків. [10]. Наприкінці вегетації (третьою декадою вересня) відмічене зменшення суми хлорофілів у листках усіх досліджених рослин канны (у середньому в 1,15 рази) порівняно з попередньою фазою розвитку (липень). Найбільш

стабільним уміст цих пігментів був у видів – *C. indica* та *C. iridiflora* та сортів Подарок Крыма, Отблеск Заката, Rosenkranzen, Fauervogel (зниження у вересені не перевищувала 10%). Найбільшу втрату хлорофілів (в 1,2-1,3 рази) зафіксовано у сортів групи Крозі: Richard Wallis, Веселье нотки й орхідоподібного сорту Людмила.

Відомо, що біосинтез хлорофілу у молодих листках відбувається приблизно у 13 разів швидше, ніж у старих [11]. Високий уміст фотосинтезуючих пігментів в асиміляційних органах впродовж вегетації, навіть за певного зменшення їх умісту наприкінці періоду активного росту рослин, свідчить про стійкість пігментного апарату до стрес-факторів [15]. За значного умісту хлорофілів (на початку вегетації і у фазу бутонізації) мали рослини: *C. indica* (відповідно 3,61 та 5,62 мг/г) та *C. iridiflora* (відповідно 3,42 та 4,88 мг/г). В окремих інтродукованих сортів групи Крозі сума хлорофілів була дещо більшою в ці періоди – Подарок Крыма (відповідно 3,98 та 5,36 мг/г), Пламя Крыма (3,86 і 5,78 мг/г). Для рослин орхідоподібних

канн ця різниця була менш вираженою – Fauervogel (3,47 і 4,93 мг/г). Рослини зазначених сортів демонструють високу декоративність до закінчення вегетації, оскільки відрізняються уповільненим старінням листків, зберігаючи властиве сортам забарвлення. Враховуючи це, більшість сортів канни здатні поповнювати фонд перспективних рослин з високим декоративним та адаптивним потенціалом для озеленення. Визначення вмісту окремих форм хлорофілів та їхнє співвідношення у листках досліджуваних рослин канн, показало неоднакову їхню концентрацію на різних етапах росту та розвитку у посушливих умовах (табл. 1). Контролем слугували данні за червень. Для більшості досліджуваних рослин на початку генеративної фази за-

фіксоване зростання вмісту хлорофілу *b*. Бутонізація канни відбувалася в умовах підвищеного впливу несприятливих факторів через високий рівень водного дефіциту і максимальні показники температури повітря (денна температура повітря до +26,4 °С, сума опадів менше 10 мм) (див. рис.1). У таких умовах, що мають характер еустресу, рослини канни додатково мобілізують можливості за рахунок зростання рівня хлорофілу *b*, як прояв адаптивної реакції. У разі досить високого його вмісту на початку вегетації (1,5-1,68 мг/г сирової маси) максимальне зростання відмічене у *рослин сортів* Крымские Зори, Rosenkranzen та Fauervogel (на 32,0; 19,6 і 15,8 %). Подібне збільшення частки хлорофілу *b* в листках за формування генеративних

1. Розподіл вмісту хлорофілів а, в у листках рослин видів і сортів роду *Canna L.* (мг/г сирової маси)

Назва виду, сорту	червень		липень		вересень	
	Chl a, M ± m	Chl b, M ± m	Chl a, M ± m	Chl b, M ± m	Chl a, M ± m	Chl b, M ± m
<i>C. indica</i>	2,18±0,11	1,43±0,07	3,80±0,19*	1,82±0,09*	3,62±0,18*	1,59±0,08
<i>C. iridiflora</i>	2,05±0,10	1,37±0,07	3,26±0,16*	1,62±0,08*	2,97±0,15*	1,06±0,08*
<i>C.indica var. edulis</i>	2,02±0,09	0,92±0,05	3,03±0,15*	1,87±0,09*	2,74±0,14*	1,44±0,07*
<i>C. tuerckheimii</i>	1,87±0,09	0,95±0,04	2,89±0,14*	1,62±0,08*	2,14±0,10*	1,39±0,07*
<i>Capter</i>	1,47±0,07	0,59±0,05	2,33±0,11*	1,02±0,05*	2,06±0,10*	0,97±0,05*
Веселые нотки	1,35±0,07	0,51±0,03	2,41±0,12*	1,14±0,05*	2,02±0,10*	0,88±0,04*
Подарок Крыма	2,47±0,11	1,51±0,08	3,71±0,18*	1,65±0,08*	3,66±0,18*	1,52±0,08
Richard Wallis	1,42±0,07	0,55±0,03	1,92±0,09*	0,97±0,04*	1,56±0,08	0,69±0,04
Пламя Крыма	2,24±0,11	1,62±0,08	3,89±0,19*	1,89±0,09*	3,43±0,17*	1,55±0,08
America	2,09±0,11	1,47±0,08	2,45±0,12*	1,52±0,07*	2,16±0,11	1,13±0,06*
Крымские Зори	2,19±0,11	1,53±0,08	3,93±0,19*	2,02±0,10*	3,62±0,18*	1,77±0,09*
Отблеск Заката	2,38±0,17	0,99±0,05	3,12±0,15*	1,58±0,08*	2,87±0,14	1,23±0,06
Suevia	1,93±0,08	0,74±0,04	2,96±0,14*	1,12±0,06*	2,88±0,14*	1,13±0,06*
Rosenkranzen	2,01±0,10	1,68±0,08	3,44±0,17*	2,01±0,10*	3,21±0,16*	1,75±0,09
Людмила	1,77±0,09	0,81±0,04	2,74±0,13*	1,63±0,08*	2,08±0,10*	1,44±0,07*
Fauervogel	2,09±0,10	1,65±0,08	3,02±0,15*	1,91±0,10*	2,67±0,13*	1,69±0,08

Примітка. * – статистично значуща різниця показників за червень при $p < 0,05$.

органів виявлено також у рослин видів *C. indica* і *C. iridiflora* (на 27,3 і 18,2 %).

Ще більш вираженою ця тенденція була у рослин сортів Людмила, Веселые нотки та виду *C. indica var edulis*, у яких уміст хлорофілу *b* на початку вегетації був значно нижчим (на рівні 0,5-0,9 мг/г) та збільшився в 2-2,2 рази у генеративну фазу. Найбільша кількість хлорофілу *b* (1,9-2,02 мг/г) під час квітнування відмічена у рослин сортів із крупними листками Крымские Зори, Rosenkranzen, Fauervogel. Ця особливість змін у функціонуванні фотосинтетичного апарату узгоджується з оцінкою рівня адаптації цих рослин до умов посухи [10]. Рослини канни, які відрізнялись низьким загальним вмістом хлорофілу та, зокрема, хлорофілу *b* впродовж вегетації (сорті Carter, Веселые нотки, Richard Wallis) водночас виявились менш адаптованими.

Впродовж вегетації змінювалась динаміка співвідношення хлорофілів у клітинах листків канни (рис. 3). За більш сприятливих погодних умов на початку вегетації (червень) показник співвідношення хлорофілів становив від 1,2 у рослин сорту Rosenkranzen до 2,65 у сорту Веселые нотки.

Так, у сортів Подарок Крыма, Пламя Крыма та Rosenkranzen це співвідношення зросло у межах 33 %. Водночас встановлене зменшення цього показника на 26-30 % у сортів Веселые нотки та Richard Wallis. Варто зазначити, що саме рослини канни в яких зростає співвідношення хлорофілів, відрізняються вищою генеративною продуктивністю за кількістю сформованих суцвіть та квіток [10].

Для об'єктивної оцінки залежності стану асиміляційного апарату рослин канни за погодно-кліматичних умов вирощування та параметрів листкової пластинки нами проведено кореляційний аналіз на прикладі сортів: Крымские Зори (з великими розмірами листків) і Carter (з меншими листками). Результати показали високий рівень прямого кореляційного зв'язку між температурою повітря і показниками співвідношення хлорофілів у рослин сорту Крымские Зори ($r = 0,96$), у рослин сорту Carter встановлено зворотній кореляційний зв'язок високого рівня ($r = -0,90$) (табл. 2). Також, встановлено зворотній кореляційний зв'язок високого рівня між показни-

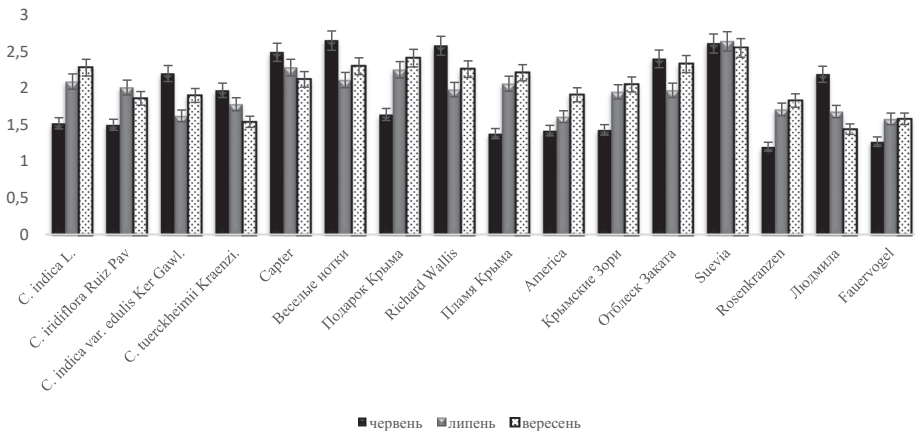


Рис. 3. Співвідношення хлорофілу *b* до хлорофілу *a*, в листках рослин канни

2. Матриця залежності стану асиміляційного апарату до посухи та розмірів листків канни (на прикладі сортів Крымские Зори, Capter)

сорт Крымські Зорі

	1	2	3	4	5
1					
2	-0,89				
3	-0,36	0,64			
4	0,96	-0,85	-0,55		
5	0,47	-0,39	-0,46	-0,49	

сорт Capter

	1	2	3	4	5
1					
2	-0,72				
3	0,43	0,59			
4	-0,90	0,62	-0,55		
5	0,39	-0,33	-0,43	-0,55	

Примітка: 1. показники температури повітря; 2. показники атмосферних опадів в (мм); 3. сума хлорофілів; 4. співвідношення хлорофілів; 5. параметри листка (см).

ками атмосферних опадів та співвідношенням хлорофілів у рослин сорту Крымские Зори ($r = -0,85$), у рослин сорту Capter прямий зв'язок середнього рівня ($r = 0,62$).

Описані вище особливості стану асиміляційного апарату канни узгоджуються з попереднім групуванням рослин за комплексною оцінкою успішності інтродукції [16, 18]. Тому, вважаємо, що доцільно враховувати стан фотосинтетичного апарату рослин канни з метою визначення адаптації до посушливих умов.

Висновки і перспективи.

Загальною тенденцією для всіх досліджених рослин канни було підвищення вмісту пігментів під час бутонізації та їх зменшення наприкінці вегетації в умовах Криворіжжя.

Найбільший вміст хлорофілу b відмічений у рослин сортів Крымские Зори, Rosenkranzen, Fauervogel, ця особливість у функціонуванні фотосинтетичного апарату узгоджується з високою оцінкою рівня адаптації цих рослин до умов посухи. Рослини канни, які відрізнялись низьким загальним вмістом хлорофілу та, зокрема, хлорофілу b впродовж вегетації вод-

ночас виявились чутливими до дефіциту вологи (сортів Веселые нотки, Capter, Richard Wallis).

Встановлено, що у рослин канни, які мають великі параметри листка (в межах 60 см x 40 см) співвідношення хлорофілів зростає до 33 %, водночас зафіксоване зменшення цього показника на 26-30 % у сортів з меншими розмірами листової пластинки, це свідчить про різну чутливість до посушливих умов регіону. Отримані дані стану фотосинтетичного апарату рослин канни доцільно враховувати з метою визначення їхньої адаптації до посушливих умов.

References

1. Bessonova V.P. (2006). *Praktykum z fiziologii yiroslyn* [Workshop on plant physiology]. Dnipropetrovskiy derzhavnyi Ahrarnyi universytet [Dnipropetrovsk State Agrarian University]. Dnipropetrovsk: 316 p.
2. Buydina T.O., Rozhok O.F. (2014). *Vmistk hlorofiliv u lystkakh vytykykh troyand* [The content of chlorophyll in leaves of roperses]. *Introduktsiya roslyn*[Introduction of plants]. N2, pp. 95–98.
3. Bulakh P.E. (2002). *Kriterii ustoychivosti v introduktsii rasteniy* [Sustainability Criteria in Plant Introductions]. *Introduktsiya Roslyn* [Introduction of plants]. N2,pp. 43–53.

4. Bulakh P.Ye. (2016). Intensyfikatsiya zhyt-tyevykh protsesiv u roslyn v umovakh kul'tury yak rezul'taty ikh adaptatsiyi do novykh chynnykiv seredovyschcha [Intensification of life processes in plants in culture as a result of their adaptation to new environmental factors]. *Introduktsiya Roslyn [Introduction of plants]*, 2, pp. 3–11.
5. Bylov V.N. (1978), *Osnovy sortoizucheniya i sortootsenki dekorativnykh rasteniy pri introduktsii [Fundamentals of variety studies and variety estimates of ornamental plants during the introduction]*. *Byull. Glav. Botan. sada [Bull. Chap. Nerd. the garden]*. N81, pp.69–77.
6. Goryshina T.K. (1989), *Fotosinteticheskiy aparat rasteniy i usloviya srody [Plant photosynthetic apparatus and environmental conditions]*. Leningr. un-t [Leningrad University]. Leningrad: 202p.
7. Grodzinskiy, D.M. (2013), *Adaptivnaya strategiya fiziologicheskikh protsesov rasteniy [Adaptiv strategy of plant physiological processes]*. *Naukova dumka [Scientific thought]*. Kiev: 301p.
8. Zlobin Yu.A. (2004), *Kurs fiziologii i biokhimiya roslyn [Course of physiology and biochemistry of plants]*. *Universytetska knyha [University opinion]*. Sumy: 464p.
9. Kazakov V.L., Smetana M.H., Shypunova, V.O., Taranko I.S., Kotsyuruba V.V., Kalinichenko O.O. (2000), *Pryrodnycha heohrafiya Kryvbasu [Natural geography of Kryvbas]*. *Kryvyi Rih: 360 p.*
10. Kosakivska I.V. (2003), *Fizioloheo-biokhimichni osnovy adaptatsiyi roslyn do stresiv [Physiological and biochemical bases of plant adaptation to stress]*. Kyiv: 190p.
11. Kostenko S.M., Likhanov A.F., Kovalevskiy S.B. (2014), *Vmist ta spivvidnoshennya fotosyntetichnykh pihmentiv u lystkakh predstavnykiv rodu Philadelphus L. nasazhden m. Kyieva [Content and the ratio of photosynthetic pigments in the leaves of representatives of the genus Philadelphus L. plantations of Kyiv]*. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NULES of Ukraine]*. N6.(48). http://nd.nubip.edu.ua/2014_6/20.pdf.
12. Mazura M.Yu. (2016), *Intehral'na otsinka uspishnosti introduktsiyi predstavnykiv rodu Canna L. u Kryvorizhzhya. [Integral evaluation of the introduction of the Canna L. in Kryvorizhya]*. *Introduktsiya roslyn [Introduction of plants]*. N2. pp. 18–25.
13. Mazura M.Yu. (2018), *Bioloheichni osoblyvosti, introduktsiya, perspektyvy vykorystannya predstavnykiv rodu Canna L. v umovakh Pravoberezhnoho stepovoho Prydniprova [Biological features, introduction, perspectives of Canna L. species. in the conditions of Right-banksteppe Pridneprov'ya]* (PhD thesis is published). *Natsional'nyy botanichnyy sad im. M.M. Hryshka NAN Ukrainy [M.M. Cryshko National Botanical Gardens of National Academy of Sciences of Ukraine]*. Kyiv: 23p. *Ukrain [in Ukrainian]*.
14. Morhun V.V., Kyryzyi D.A., Shadchyna T.M. (2010), *Ekofiziologicheskiye i geneticheskiye aspekty adaptatsiyi kul'turnykh rasteniy k global'nym izmeneniyam klimata [Ecophysiological and genetic aspects of the adaptation of cultivated plants to global climate change]*. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy [Physiology and biochemistry of cultivated plants]*. T.42. N1. pp. 3–22.
15. Mysyak R.I. (2011), *Aktyvnist fotosyntetichnykh pihmentiv chaharnykh za umovy riznoyi insolyatsiyi [Activity of photosynthetic shrub pigments under different insolation]*. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine]*. N21. 16. pp. 319–323.
16. Nikolaevskiy V.S. (1979), *Biologicheskiye osnovy gazoustoychivosti rasteniy [Biological basis of gas resistance of plants]*. *Nauka [The science]*. Novosibirsk: 276 p.
17. *Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR (1975)*. [The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moskva: 21 p.
18. Rumshinskiy L.Z. (1971), *Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta [Mathematical processing of experimental results]*. *Nauka [The science]*. Moskva: 192 p.
19. Smolinskaya M.A. (2002), *Otsenka uspeshno-*

- sti introduksii travyanistykh rasteniy [Evaluation of the success of the introduction of herbaceous plants]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu [Scientific Bulletin of Chernivtsi University]. N145. pp.164–168.
20. Chypylyak T.F. (2017), Vmist pihmentiv u lystkakh vydiv rodu *Hemerocallis* L. za introduktsiyi u stepoviy zoni Ukrayiny [Content of pigments in leaves of species of the genus *Hemerocallis* L. for introduction in the steppe zone of Ukraine]. *Fiziologiya rasteniy i genetika* [Plant Physiology and Genetics] T. 49. N2. pp. 142–151. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2017_49_2_8.
-

M.Yu. Mazura (2020). CONTENT OF CHLOROPHYLLS IN THE LEAVES OF PLANTS OF THE GENUS OF *CANNA* L. IN CONDITIONS OF KRYVVI RIH. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 34-42. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14318>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.004>.

Abstract. *The content and dynamics of chlorophylls a and b of the photosynthetic organ (leaf) of representatives of the genus *Canna* L. were studied at different phases of plant growth and development: at the beginning of the growing season, in the generative phase, at the end of the growing season under conditions of Kryvyi Rih. A high content of chlorophylls in the leaves of most of the studied *canna* varieties was noted, compared with the species (with the exception of *C. indica*). A common trend for *canna* plants was an increase in the total number of chlorophylls in generative phase. Varieties of *canna* Capter, Vesolye notki, Richard Wallis, which have little leaf parameters, were characterized by a low total content of photopigments during the growing season and chlorophyll b in the generative phase, which indicates a significant sensitivity of plants to arid conditions in the region. Plants of the Fauervogel, Rosenkranzen and Krymskiye Zori varieties (with large leaf blades) were characterized by a high concentration of green pigments during the growing season, and chlorophyll b in the generative phase, this feature in the functioning of the photosynthetic apparatus is consistent with a high assessment of the level of adaptation of these plants in drought conditions. Therefore, indicators of the state of the assimilation apparatus of plants of the genus *Canna* L. can be used to determine their level of fitness for moisture deficiency during introduction studies.*

Keywords: *assimilation apparatus, species and varieties of the genus *Canna* L., leaf, photographic pigments, Kryvyi Rih, arid conditions.*

АНАЛІЗ СТАНУ ГАЗОННИХ ПОКРИТТІВ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА БРОВАРИ

ЧАМАРА В.О., магістр

СТРАШОК О.Ю., к.б.н., старший викладач кафедри
ландшафтної архітектури та фітодизайну
orcid.org/0000-0002-2779-7692

КОЛЕСНІЧЕНКО О.В., д.б.н., проф., завідувач кафедри
ландшафтної архітектури та фітодизайну
orcid.org/0000-0003-4767-6844

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: landscape_architecture@nubip.edu.ua

Анотація. Останнім часом у всьому світі спостерігається настільки значущий антропогенний вплив людини на природу, що природні компенсаторні процеси не в змозі боротися із пагубними його наслідками, особливо на урботериторіях. У зв'язку з цим, виникає гостра необхідність вирішення актуальних питань урбоекології та озеленення населених місць. За таких умов, актуальним є аналіз стану газонних покриттів поліфункціонального призначення в містах та розроблення еколого-біологічних стандартів створення стабільного рослинного покриву в містах. Авторами представлено результати оцінювання загальної декоративності та якості структури газонних покриттів різного функціонального призначення на території м. Бровари. Уперше надано комплексну оцінку якості газонного покриття на території міста. За результатами досліджень встановлено, що стан газонного культурфітоценозу м. Бровари в різних функціональних зонах суттєво різниться за показниками якості (Лаптев, 1983): спортивного призначення – посередній стан, декоративного призначення задовільний (окрім парку «Сосновий»), спеціального призначення – незадовільний стан. Авторами запропоновано агротехнічні операції щодо підвищення показників декоративності газонів на території міста. Однак, території газонних покриттів із «незадовільними» показниками якості травостою потребують формування нового дернового покриву.

Ключові слова: газон, декоративність, проективне покриття, травостій.

За даними World Air Quality Report 2018, у 2018 році Україна розташовувалася під 49 номером в рейтингу країн світу

з найбільш забрудненим повітрям за показником РМ_{2,5}. Також зазначено, що м. Бровари Київської області займає 661 по-

зицію з понад 3 тис. міст світу. Відповідно до Програми розвитку та збереження зелених зон м. Бровари на 2019-2023 рр., система зелених насаджень загального користування міста площею 48,5 га перебуває на утриманні комунального підприємства Броварської міської ради Київської області «Бровари-Благоустрій». Зелена зона міста складається із об'єктів загального користування загальною площею 108,6484 га: парк «Перемога» (вул. Гагаріна,) – 31,9934 га; парк «Приозерний» (вул. Фіалковського) – 10,5404 га; парк ім. Т.Г. Шевченка (вул. Київська) – 0,724 га; сквер «Юність» (вул. Короленка) – 0,5576 га; сквер на вул. Олімпійській, 6-а – 0,29 га; меморіал «Загиблим воїнам» (вул. Ярослава Мудрого – 0,48 га); сквер на вул. Гагаріна, 15 – 0,523 га; бульвар Незалежності – 2,8 га; пішохідний бульвар у районі вул. Короленка, Петлюри Симона – 0,29 га; вуличне озеленення – 60,45 га. Крім того, у межах міста розташований лісовий масив Дарницького лісопаркового господарства (ДЛП), що використовується для відпочинку мешканців міста (25 га) [8].

Газонні покриття виконують санітарно-гігієнічну роль, що є актуальним в умовах сучасної екологічної кризи у великих містах, декоративну – слугують «основною горизонтальною віссю» під час озеленення, покращують психоемоційний стан людини завдяки своєму забарвленню та ін. [1, 7]. Газонні культурфітоценози – поліфункціональні рослинні формації, невід'ємні елементи урболандшафтів, які є базисом композиційних рішень під час озеленення населених місць та основним буферним елементом сучасного урбогенного довкілля. Газон є найважливішим елементом озеленення будь-якого типу зелених насаджень, що виконує санітарно-гігієнічну роль [4, 5, 9].

Аналіз літературних даних свідчить, що для комплексної оцінювання дерно-

вого покриття необхідно базуватися на класичних принципах газонної культурфітоценології та враховувати методики оцінювання стану газону [2, 5]. У літературних джерелах, дані щодо стану газонних флористичних комплексів у різних функціональних зонах м. Бровари відсутні.

Мета досліджень. Аналіз та оцінювання якісного стану газонних культурфітоценозів на території м. Бровари.

Матеріали та методики досліджень.

На території м. Бровари нами обрано газонні покриття поліфункціонального призначення різних об'єктів: парк «Перемога», парк ім. Т. Г. Шевченка, парк Сосновий, «Старе» кладовище, територія школи № 9, бульвар Незалежності, стадіон «Спартак», стадіон біля школи № 7, стадіон Броварського вищого училища фізичної культури.

Визначення газоноутворюючої та бур'янової рослинності проводили відповідно до «Определителя высших растений Украины» [3]. Аналіз фактичної забур'яненості проводиться за окомірним методом і оцінюється в балах, де: 0 – бур'яни відсутні; 1 – бур'яни трапляються поодинокі, ступінь покриття близький до 1-3 бур'яни на 10 м²; 2 – ступінь покриття до 5 %, 3-5 бур'янів на 1 м²; 3 – 5-20 %, 5-15 бур'янів на 1 м², культурні рослини домінують над бур'янами; 4 – 20-50 %, 20-30 бур'янів на 1 м², культурні рослини ще домінують над бур'янами; 5 – 50-70 %, кількість бур'янів рівна або більша кількості культурних рослин, культура під загрозою; 6 – 75-100 %, суцільне засмічення, бур'яни значно переважають над культурними рослинами [5]. Латинські назви рослин наведено згідно «The Plant List» [12].

Загальну декоративності газонного культурфітоценозу визначали згідно п'ятибальної шкали оцінювання за-

1. Шестибальна шкала для оцінки якості структури газонних травостоїв або їх щільності [5]

Кількість пагонів на 100 см ² по природних зонах України			Оцінка, бали
Лісова (Полісся)	Лісостепова	Степова	
150+	120+	100+	6
100-150	100-120	75-100	5
90-100	75-100	50-75	4
75-90	50-75	25-50	3
50-75	25-50	15-25	2
< 50	< 25	< 15	1

гальної декоративності газонних травостоїв О. О. Лаптева [5]. Отже, ми оцінювали в 5 балів газонні покриття, які характеризувалися 100 % вкриттям земної поверхні вегетативними органами рослин, що прирівнюється до зімкнуто-дифузної зімкнутості травостою, у 70-80 % – зімкнуто-мозаїчна й оцінено в 4 бали, 50-60 % – мозаїчно-групове і 3 бали, 20-50 % – роздільно-групове та 2 бали, 0-20 % – одинично-роздільна зімкнутість травостою і 1 бал.

Аналіз якості структури газонного культурфітоценозу ми проводили за шестибальною шкалою О. О. Лаптева, що полягає в оцінці кількості одиниць пагонів на площу 100 см² (табл. 1). Треба відмітити, що залежно від природної зони України будуть змінюватися й показники, під час оцінювання якості структури газонних травостоїв або їхньої щільності.

Для надання комплексної оцінки якості газонного покриття використовували показники якості складу травостою та загальної декоративності.

Результати досліджень.

За результатами аналізу дослідних об'єктів за функціональним призначенням нами виокремлено газонні покриття: спортивного, спеціального та декоративного призначення (рис. 1).

На території «Старе» кладовище нами зафіксовано найбільшу кількість видів бур'янової рослинності, серед яких відмічено такі види, як *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg., *Plantago major* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Capsella bursa-pastoris* L. Medik., *Elytrigia repens* L. (Nevski), *Poa annua* L., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Fallopia convolvulus* (L.) Á.Löve (рис. 2).

Окрім того, газони на території «Старе» кладовище отримали найнижчі бали за результатами оцінки декоративності (табл. 3) і якості структури культурфітоценозу (табл. 4, рис. 3).

Газонний культурфітоценоз парку «Сосновий» здебільшого складається з бур'янової рослинності, тому нами територію оцінено в 5 б. (див. табл. 2). Видовий склад бур'янової рослинності подібний до попередньої ділянки «Старе» кладовище (рис. 2), а зімкнутість травостою була роздільно-груповою та оцінено у 2 б. (див. табл. 3).

Показники загальної декоративності газонного культурфітоценозу на території парку «Перемога» та стадіону біля школи № 7 були однаковими (табл. 3), однак результати аналізу якості структури газонного культурфітоценозу свідчать про низьку пагоноутворюючу здатність газонних трав (табл. 4), що вкрай необхідно для газонів спортивного призначення.

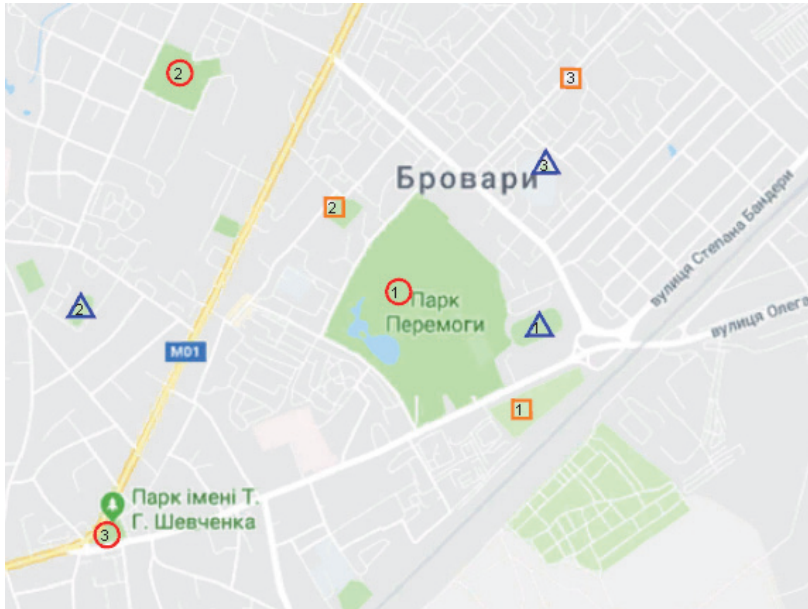


Рис. 1. Карта-схема дослідних ділянок на території міста




-  Спортивне газонне покриття .
-  Газонне покриття спеціального призначення
-  Декоративне газонне покриття



Рис. 2. Бур'янова рослинність газонного покриття на території «Старе» кладовище (фото автора)

чення у разі формування стійкої дернини до різних видів навантаження.

Газонні покриття спортивного призначення на території м. Бровари характеризуються високими показниками забур'яненості (3 б., див. табл. 2), що негативно впливає як на декоративність га-

зонного культурфітоценозу (див. табл. 3), так і на комплексну оцінку газонного покриття (табл. 5, рис. 4).

Результати досліджень свідчать, що газонні покриття на території бульвару Незалежності оцінено у 3 бали за показниками загальної декоративності, адже



Рис. 3. Проективне покриття «Старе» кладовище (фото автора)

2. Результати визначення газоутворюючої та бур'янової рослинності

№ п/п	Назва дослідної ділянки	% бур'янів	Оцінка, бали	Коментар
1	Парк «Перемога»	5-20	3	культурні рослини домінують над бур'янами
2	Парк ім. Т. Г. Шевченка	до 5	2	культурні рослини значно домінують над бур'янами
3	Парк «Сосновий»	50-70	5	кількість бур'янів рівна або більша кількості культурних рослин, культура під загрозою
4	«Старе» кладовище	75-100	6	суцільне засмічення, бур'яни значно переважають над культурними рослинами
5	Територія школи № 9	20-50	4	культурні рослини ще домінують над бур'янами
6	Бульвар Незалежності	20-50	4	культурні рослини ще домінують над бур'янами
7	Стадіон «Спартак»	5-20	3	культурні рослини домінують над бур'янами
8	Стадіон біля школи № 7	5-20	3	культурні рослини домінують над бур'янами
9	Стадіон Броварського вищого училища фізичної культури	20-50	4	культурні рослини ще домінують над бур'янами

проективне покриття було мозаїчно-груповим (табл. 3) і 2 б. – якості структури газонного покриття (табл. 4). На нашу

думку, такі низькі показники, ймовірно, спричинені значним антропогенним навантаженням, адже дослідний об'єкт роз-

3. Результати оцінки загальної декоративності газонного культур-фітоценозу

№ п/п	Назва дослідної ділянки	Зімкнутість травостою	Проективне покриття, %	Оцінка, бали
1	Парк «Перемога»	зімкнуто-мозаїчна	70-80	4
2	Парк ім. Т. Г. Шевченка	зімкнуто-дифузна	100	5
3	Парк «Сосновий»	роздільно-групова	20-50	2
4	«Старе» кладовище	одиночно-роздільна	0-20	1
5	Територія школи № 9	мозаїчно-групова	50-60	3
6	Бульвар Незалежності	мозаїчно-групова	50-60	3
7	Стадіон «Спартак»	мозаїчно-групова	50-60	3
8	Стадіон біля школи № 7	зімкнуто-мозаїчна	70-80	4
9	Стадіон Броварського вищого училища фізичної культури	мозаїчно-групова	50-60	3



Рис. 4. Проективне покриття газонного культурфітоценозу спортивного призначення в м. Бровари (фото автора)

ташований безпосередньо біля автодороги, однак дослідження такого характеру потребують продовження.

Показники комплексної оцінки якості газонного покриття дозволило нам розподілити газонні покриття на території м. Бровари на 4 групи, де газонне покриття території парку ім. Т.Г. Шевченка отримало найбільшу кількість балів та показник травостою «найвищої якості», що свідчить про дотримання всіх агротехнічних заходів працівниками (табл. 5).

Отже, за результатами наших досліджень, можливо згрупувати дослідні газонні покриття за якісними характеристиками ста-

ну травостою, де 5 об'єктів (парк «Сосновий», «Старе» кладовище, територія школи №9, бульвар Незалежності, стадіон Броварського вищого училища фізичної культури) дістали найнижчі показники, отже, такі газонні покриття потребують повного оновлення. Газонні культурфітоценози парку «Перемоги», стадіонів «Спартак» і біля школи № 7 характеризуються доброю та середньою якістю травостою, потребують виконання таких агротехнічних операцій як аерація, землювання та підживлення. Також слід пам'ятати, що кратність підживлення для спортивних газонів є вищою на відміну від звичайно садово-паркових [2, 6, 10].

4. Результати аналізу якості структури газонного культурфитоценозу

№ п/п	Назва дослідної ділянки	Природна зона	Середня кількість пагонів на 100 см ²	Оцінка, бали
1	Парк «Перемога»	Лісова (Полісся)	151	6
2	Парк ім. Т. Г. Шевченка		162	6
3	Парк «Сосновий»		38	1
4	«Старе» кладовище		18	1
5	Територія школи № 9		52	2
6	Бульвар Незалежності		65	2
7	Стадіон «Спартак»		92	4
8	Стадіон біля школи № 7		88	3
9	Стадіон Броварського вищого училища фізичної культури		53	2

5. Комплексна оцінка якості газонного покриття

№ п/п	Назва дослідної ділянки	Якість складу травостою, бали (А)	Оцінка декоративності бали (В)	Загальна максимальна оцінка травостою бали (А*В)	Показник якості травостою
1	Парк «Перемога»	6	4	24	Доброї якості
2	Парк імені Т. Г. Шевченка	6	5	30	Вищої якості
3	Парк «Сосновий»	1	2	2	Поганий
4	«Старе» кладовище	1	1	1	Поганий
5	Територія школи №9	2	3	6	Поганий
6	Бульвар Незалежності	2	3	6	Поганий
7	Стадіон «Спартак»	4	3	12	Посередній
8	Стадіон біля школи №7	3	4	12	Посередній
9	Стадіон Броварського вищого училища фізичної культури	2	3	6	Поганий

*червоний колір – газонні покриття найнижчої якості

Висновки

1. За результатами оцінювання стан газонних покриттів у місті Бровари в різних функціональних зонах дуже різняться. За комплексною оцінкою газонного покриття газони спортивного призначення характеризуються середньо-задовільним станом, газони декора-

тивного призначення – задовільним, окрім парку «Сосновий», де дернове покриття в незадовільному стані. Газони спеціального призначення оцінено в незадовільний стан.

2. У зв'язку з недотриманням норм догляду за газонами постає проблема засмічення газонів рудеральною рослинністю та загроза

взагалі випадання видового складу газонних трав із культурфітоценозу.

3. Необхідним є розроблення рекомендацій щодо догляду та покращення стану газонних покриттів різного функціонального призначення у м. Бровари.
4. Також є необхідність, провести дослідження щодо рекреаційного навантаження та морозо- і зимостійкості газонотвірних рослин дослідних ділянок для більш повного та всеосяжного аналізу стану газонних покриттів.

References

1. Adamova, N. A. (1938). Zashchitnaya rol zelenyih nasazhdeniy v otnoshenii pyili i dyima. Zhiloy kvartal, 11, 36-48.
2. Golovach, A. G. (1995). Gazony, ih ustroystvo i sodержanie. AN SSSR, 329.
3. Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. I., Prokudin, Yu. N. i dr. (1987). Opredelitel vysshih rasstveniy Ukrainyi. Naukova dumka, 548.
4. Knyazeva, T. P., Knyazeva, D. V. (2004). Gazony. Veche, 176.
5. Laptev, A. A. (1983). Gazonyi. Nauk. dumka, 176.
6. Laptev, A. A., Glazachev, B. A., Mayak, A. S. (1984). Spravochnik rabotnika zelenogo stroitelstva. Budlvelnik, 152.
7. Leschenko, O. Yu., Kolesnichenko, O. V., Leschenko, Yu. V. (2017). Yakisna otsinka gazonnogo kulturfitotsenozu iz roslin sortiv vitchiznyanoi selektsii na teritorii Natsionalnogo universitetu bioresursiv i priroдокористuvannya Ukrainy. Lisove i sadovo-parkove gospodarstvo. 2017. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/9014/8289>
8. Programa rozvitku ta zberezheniya zelenyih zon m. Brovari na 2019-2023 roki (2018)
9. Tyuldikov, V. A., Kobozev, I. V., Parahin, N. V. (2002). Gazonovedenie i ozelenenie naselennyih territoriy. Kolos, 264.
10. Urazbahtin, Z. M., Simonyan, K. M., Tsirkova, M. S., Tihomirov, R. R., Andreev, S. A. (2004). Sozdanie i sodержanie gorodskih gazonov. Evrolints, 112.
11. Agrosience.com.ua Vyznachennia faktychnoi zabur'ianenosti posiviv URL: <https://agrosience.com.ua/herba/43-vyznachennya-faktychnoi-zaburyanosti-posiviv>
12. The Plant List. URL: <http://www.theplantlist.org>
13. World Air Quality Report (2018). 22 pp. URL: [https://www.google.com/search?q=13.+World+Air+Quality+Report+\(2018\).&oq=13.%09World+Air+Quality+Report+\(2018\).&aqs=chrome..69i57j33i4.213j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=13.+World+Air+Quality+Report+(2018).&oq=13.%09World+Air+Quality+Report+(2018).&aqs=chrome..69i57j33i4.213j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Чамара В. О., Страшок О. Ю., Колесніченко О. В. (2020). ANALYSIS OF LAWN STATE FOR POLYFUNCTIONAL PURPOSES ON THE TERRITORY OF BROVARY.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 43-51.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14319>.

<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.005>.

Abstract. Today, there is such a significant anthropogenic impact on nature all over the world that natural compensatory processes can not to deal with its harmful effects, especially in urban areas. Therefore, it is necessary to solve the current issues of urboecology and urban greening. Lawn is a multifunctional plant formation, an integral elements of urban landscapes, the basis of compositional solutions for urban greening and the main buffer element in the city. The lawn is the most important element of landscaping in any type of greenery, which plays a sanitary role.

The analysis of the state of multifunctional lawns in cities and the development its ecological and biological standards for creating stable sward in urban areas is relevant.

The authors present the results of the assessment of decorative effect and quality of the structure of lawn coverings for different functional purpose in the city Brovary. We chose on the territory of Brovary different lawns for multifunctional purpose: park "Peremoha", park named after T.G. Shevchenko, park "Sosnovyi", cemetery "Stare", school territory № 9, boulevard "Nezalezhnosti", stadium "Spartak", stadium near school № 7, stadium of Brovary Higher School of Physical Culture.

Determination of turf grass and weed vegetation we carried out in accordance with the "Determinant of higher plants of Ukraine" (1987). The actual weed-infested determined by the survey method and evaluated in points. For the Latin names of plants, we use The Plant List. The assessment of lawn decorative effect (general decorativeness) carried out with the 5-point scale (Laptev, 1983). We analyzed the quality of the structure of the lawn culture phytocenosis with 6-point scale of Laptev, which consists from the number of units of shoots per area of 100 cm².

*Thus, we can group the experimental lawn coverings by qualitative characteristics of the state, where 5 objects from 9 experimental (park "Sosnovyi", cemetery "Stare", school territory № 9, boulevard "Nezalezhnosti", stadium of Brovary Higher School of Physical Culture) evaluated in the lowest indicators and need a complete renovation. On the territory of the cemetery "Stare" lawn we found the largest number of weed species and we noted such species as: *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex FH Wigg., *Plantago major* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Capsella bursa-pastoris* L. Medik., *Elytrigia repens* L. (Nevski), *Poa annua* L., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Fallopia convolvulus* (L.) Á.Löve.*

Indicators of the general decorativeness of lawns in the park "Peremoha" and the stadium near the school № 7 were the same, but the results of quality analysis of the structure of lawn indicate low shoot-forming ability of turf grasses, which is essential indicator for sport lawns for formation of a resistant turf to various types of loading. The lawns on the territory of park "Peremoha", stadium "Spartak" and stadium near school № 7 characterized by good and mediocre quality of sward and require such agronomic operations as aeration, grounding and fertilization. Sport lawns in the city Brovary characterized by high indicators of weed-infested (3 points) that in turn influences both on decorative effect and complex estimation indicators of a lawn covering. It should also be noted that the frequency of fertilization for sports lawns is higher than for other types.

The research results show that the lawn on the territory boulevard "Nezalezhnosti" estimated in 3 points by general decorativeness, because the projective cover was mosaic-group (Laptev, 1983) and 2 points – the quality of the structure of the lawn. In our opinion, such low rates are probably caused by anthropogenic load, as the research object located right next to the highway, but studies of this nature need to be continued.

According to the results, it is established that the condition of the lawns in Brovary for different functional purpose differs greatly in quality indicators (Laptev, 1983): sports – mediocre condition, decorative – satisfactory (except for the park "Sosnovyi"), special purpose – unsatisfactory condition. The authors propose agro-technical operations to improve the quality and decorative effect of lawns in the city. However, areas of lawn coverings with "bad" grass quality indicators require restoration.

Key words: decorative effect, grass stand, lawn, projective cover.

БАКТЕРІАЛЬНА ГНИЛЬ ТОМАТІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ У ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ

В.А. БОГОСЛАВЕЦЬ, асистент кафедри екобіотехнології
та біорізнومانіття

Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ, доцент кафедри екобіотехнології
та біорізнومانіття

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Л.М. БУЦЕНКО, старший науковий співробітник

Ю.М. БОГДАН, провідний інженер

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

E-mail: julyja@i.ua

Богославець В. А.: <https://orcid.org/0000-0002-6625-691X>

Коломієць Ю. В.: <http://orcid.org/0000-0002-1919-6336>

Буценко Л. М.: <http://orcid.org/0000-0002-3575-4289>

Богдан Ю. М.: <http://orcid.org/0000-0001-5206-2068>

Анотація. Специфічні умови захищеного ґрунту, відсутність сівозміни, несвоєчасна заміна субстрату, підвищена температура і вологість повітря призводять до накопичення великого числа збудників бактеріальних хвороб, які лімітують збільшення врожайності томатів. Метою роботи було визначити поширеність і етіологію м'якої гнилі томатів за вирощування в захищеному ґрунті та запропонувати заходи контролю збудника. Дослідження проводилося стандартними мікробіологічними та фітопатологічними методами. Патогенні властивості ізолятів збудника вивчали на вегетуючих рослинах томатів із використанням суспензії клітин бактерій титром 10⁷ КУО/мл. Встановлено, що ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. Розвиток хвороби становив 30–34 % за поширеності 45 %. Хвороби рослин томатів у тепличних господарствах Київської області України мають бактеріальне походження, які спричинені збудником м'якої гнилі

P. carotovorum subsp. *carotovorum*. Характерними симптомами м'якої гнилі томатів є зміна забарвлення, хлороз та некроз листків, порожнистість

стебла, поява вдавлених водонасичених ділянок біля плодоніжки, що супроводжується гниттям плоду. Ефективними заходами контролю можуть бути профілактичні та агротехнічні заходи.

Ключові слова: томати, збудник м'якої гнилі, вірулентність.

Актуальність.

Втрати врожаю овочевих культур через м'які гнилі бактеріальної етіології становлять 30–50 %, залежно від ступеня розвитку хвороби [1]. Збудники хвороб, які є найнебезпечнішими для рослин томатів, поширені в усіх зонах вирощування рослини-хазяїна. Частота й інтенсивність спалахів хвороб різняться за роками й регіонами та залежить від погодно-кліматичних чинників, а також різних ступенів їхньої відповідності екологічним потребам того чи іншого збудника [2]. В Україні на рослинах томатів встановлено поширення збудників чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria*, бактеріального раку *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, бактеріальної крапчастості *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, бактеріального вільту *Ralstonia solanacearum*, м'якої гнилі *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* [3]. Ці збудники уражують рослини впродовж вегетаційного періоду, але найінтенсивніше у фазу плодоутворення. Особливо небезпечними є фітопатогенні бактерії роду *Pectobacterium*, які уражують більшість овочевих культур. До одного з найтиповіших симптомів ураження *P. carotovorum* належить розвиток гнилей. Загниванню можуть піддаватися всі частини рослини, але особливо ті, які багаті водою й запасними поживними речовинами, частіше за їхнього зберігання. Під впливом пектиназ патогена руйнується міжклітинна речовина

і клітини розпадаються й утворюють м'які гнилі. Уражена тканина перетворюється на безформну масу різних кольорів[4].

Збудник м'якої гнилі томата *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Waldee належить до родини *Pectobacteriaceae*. Це небезпечний фітопатоген із широким колом господарів, зокрема, він спричиняє м'яку гниль моркви, картоплі, томатів, листової зелені, сквошу й інших гарбузових, цибулі, зеленого перцю [5]. Для рослини *P. carotovorum* є некотрофним патогеном, призводить до масової мацерації клітин паренхіми внаслідок синтезу ферментів, таких як протеази й пектинази, що призводить до загибелі клітин. Мацерація залежить від таких чинників, як температура і вологість [6].

Початкові ураження збудником м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* з'являються на стиглих плодах влітку. Спочатку це світлі або темні плями, згодом тканина навколо плями вдавлюється, стає м'якою й легко відокремлюється. Плями збільшуються, зливаються між собою, уражуючи більшу частину плоду, внутрішня тканина відокремлюється й перетворюється на водянисто-слизисту рідину, яка збирається в нижній частині плоду. Епідерміс лопає, назовні виділяється рідина з неприємним запахом, залишок плоду висихає [7]. Відомо, що зелені плоди є більш сприйнятливими, ніж зрілі, а різниця стійкості між сортами не

встановлена. Процес загнивання в разі ураження зелених плодів протікає повільніше, ніж у зрілих, вони робляться водянистими, прозорими. Дуже часто уражені недозрілі плоди опадають [8].

Перезимівля і збереження патогена відбувається в основному на рослинних рештках, рідше в ґрунті, де патогени витісняються антагоністичною мікробіотою, з яких найбільшу роль відіграють гриби роду *Penicillium*. Бактерії не зберігають свою життєдіяльність за тривалого перебування в ґрунті, наприклад, за температури 0 °С на 21 добу вони вже втрачають свою життєздатність. За ураження сіяньців томата бактерією можлива загибель усієї розсади за короткий проміжок часу [9]. У разі ураженні молодих рослин до фази 5-го справжнього листка, а також сіяньців бактерії *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* спричиняють схожі симптоми з чорною ніжкою томата збудниками, якої є *P. carotovorum* subsp. *astrosepticum*, патогенні гриби *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. і *Rhizoctonia solani* Kuehn [10]. Утворюються первинні некрози на сіяньцях у нижній частині стебла. Дорослі рослини, які старше 5-го справжнього листка, захворюванню чорної ніжки томата не піддаються. Пошкоджені стебла стають темно-бурими, на них розвивається мокра гниль.

У теплиці сприятливими факторами для розвитку є перезволоження ґрунту, висока температура, загущені посіви, відсутність вентиляції. Основне джерело інфекції це рослинні рештки. Бактерії постійно присутні у філо- і ризосфері багатьох сільськогосподарських рослин і бур'янів та здатні передаватися комахами, земляними хробаками, вітром і дощем, під час поливу рослин. Оскільки збудник м'якої гнилі томата має широке коло господарів, тому джерелом можуть

бути посадки даних культур, які розташовані поруч із ділянками томатів. Занесення інфекції на поля або в теплиці може статися також з овочевих сховищ [11, 12].

Тому не втрачають актуальності дослідження симптоматики та умов поширеності й розвитку бактеріальних хвороб під час проведення фітосанітарного обстеження посівів томатів для якомога ранішого визначення виду патогена і своєчасного прийняття заходів захисту.

Метою роботи було визначити поширеність і етіологію м'якої гнилі томатів за вирощування в захищеному ґрунті та запропонувати заходи контролю збудника.

Матеріали та методи досліджень.

Обліки хвороб рослин томатів здійснювали методом спостереженням на стаціонарних ділянках. Відбір проб для аналізу за рівномірного розподілу уражених рослин здійснюють за однією або двома діагоналями ділянки, проби відбирають на рівних відстанях в 10 місцях по 10 рослин на пробу та оцінюють їх за 8-бальною шкалою. Поширеність або частоту виявлення хвороби виражали у відсотках хворих рослин від загальної кількості облікових рослин і розраховували за формулою: $P = n/N \times 100$, де P – поширеність хвороби, %; n – кількість уражених рослин, N – кількість врахованих рослин (уражених і здорових). Розвиток хвороби, як інтегрований показник, визначають за формулою: $R = \Sigma(a \times b)/N$, де R – розвиток хвороби (%); $\Sigma(a \times b)$ – сума добутків кількості уражених рослин (a) на відповідний їм процент ураження (b);

N – загальна кількість врахованих рослин (уражених і здорових) [13].

Рослини томатів з ознаками різного ступеня бактеріального ураження отримували упродовж періоду вегетації з тепличних господарств Київської області України.

Для ізолювання збудника шматочки уражених бактеріями тканин рослин промивали водогінною нестерильною водою, а потім стерильною, гомогенізували в стерильній ступці і висівали на платівки картопляного агару в чашках Петрі. Колонії бактерій, які виростили, відбирали для подальшого дослідження патогенних, морфологічних, біохімічних та фізіологічних властивостей.

Морфологію колоній збудника вивчали на картопляному агарі (КА), вказуючи розмір колоній, форму, структуру, консистенцію, поверхню, профіль країв та колір. Виявлення флуоресцентного пігменту проводили візуально в ультрафіолетовому світлі за вирощування бактерій на м'ясо-пептонному агарі (МПА). Дослідження рухливості клітин проводили в препараті «роздавлена крапля» одностодової культури, вирощеної на м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) і визначали активну рухливість бактерій під мікроскопом SigetaMB-201. Здатність мацерувати рослинні тканини встановлювали на стерильних скибочках бульб картоплі за умов нанесення добових культур досліджуваних бактерій. Наявність або відсутність мацерації визначали візуально [14].

Патогенність виділених ізолятів у лабораторних умовах визначали через штучне зараження стебла й листків рослин томата методом ін'єкції. Наносили краплю бактеріальної суспензії клітин щільністю 1×10^9 КУО/мл (за стандартом мутності) і

пошкоджували поверхню рослини потрійним уколом. Суспензію клітин бактерій готували в день зараження із бактеріальної маси, яка виростила на КА упродовж 1–2 діб у стерильній водогінній воді. Як контроль використовували стерильну водогінну воду. Через 7 та 14 діб на інокульованих рослинах прослідковували розвиток некрозів навколо місця уколу, покоричневіння судин на поздовжньому й поперечному зрізах, в'янення верхівки рослини або листків [14].

Дію хімічних препаратів Гарт (Ukravit), Медян Екстра (Summit-Agro), Чемпіон (Nufarm) на ізоляти бактерій вивчали в лабораторних умовах методом дифузії в агар [15].

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали в програмі Statistica 5.0.

Результати досліджень.

У тепличному господарстві Київської області ознаки водянистої гнилі з'явилися в другій половині вегетаційного періоду (наприкінці липня). Ранніми симптомами було пожовтіння нижніх листків і зміна кольору серцевини і ксилеми стебла на жовто-коричневий. У міру того, як листки в'янули і відмирили, відбувалося поступове пожовтіння до верхньої частини рослин. Потім відбувався поступовий розпад зовнішніх тканин стебла, що призводило до м'якої гнилі і його поздовжнього розщеплення. Спочатку хвороба вражала нижню частину стебла, потім охоплювала все стебло й поширювалася на плоди. Зелені плоди в разі ураження водянистою гниллю зазвичай не втрачали своєї зовнішньої форми: процес загнивання в них протікав повільніше, ніж у зрілих, вони робилися водонасиченими, прозори-

ми. Дуже часто уражені плоди, які не дозріли, опадали.

Облік і спостереження показали, що розвиток даної хвороби в другій і третій декаді липня склав 10–12 %. З другої декади серпня, у період плодоношення й дозрівання зазначалося інтенсивний розвиток хвороби. Хвороба характеризувалася появою невеликої маслянистої плями на плоді, яка поступово розросталася і вдавлювалася, м'якоть плоду тим часом розм'якшувалася й перетворювалася у водянисту масу. Процес загнивання у зрілих плодів відбувався впродовж 3–5 діб, водночас шкірка плоду розтріскувалася і з розм'якшеного плоду витікала рідина, що містила клітинний сік і ексудат бактерій. Між тим уражені плоди мали гнилісний неприємний запах. Шкірки уражених плодів не опадали, а залишалися на кущах томатів.

Температура вище 30 °С і вологість до 80 % у теплиці впродовж вегетаційного періоду, особливо сприяла розвитку хвороби, що пов'язано з впливом даних чинників на щільність і динаміку поширення збудника [2]. Бактерії виду *P. carotovorum* мають більш широкий оптимальний температурний діапазон для росту й розвитку хвороби м'якої гнилі (від 25 °С до 39 °С), що сприяє активній колонізації й більш швидкому поширенню через судинну систему рослини [3]. Ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. До кінця вегетації розвиток хвороби на стеблах і плодах досягав 30–34 % за поширеності 45 % (рис. 1).

Під час цвітіння приблизно 25 % рослин томатів були сильно зів'язлими з некротичними верхніми листками. Листкові пластинки нижнього

ярусу були з жовтими, хлорозними краями. Стебла заражених рослин були просочені водою, а всередині були порожніми й некротизованими. Поверхня стебла стає слизистою через розм'якшення поверхневих тканин рослини (рис. 2).

У лабораторних умовах у результаті бактеріологічного аналізу зі стебел і плодів томатів з ознаками ураження нами виділено різні морфологічні типи ізолятів бактерій. Для подальшого аналізу відібрано сіривато-білого кольору, підняті, з перламутровим блиском із лопатевими краями колонії, які характерні для *P. carotovorum*.

У результаті штучного зараження молодих рослин томатів, що здійснювали в умовах теплиці показано, що ізоляти бактерій, які утворюють сіривато-білі колонії, зумовлюють появу однотипних симптомів ураження рослин. Ознаки інфекційного процесу, які простежувалися вже через 7–10 діб, проявлялися у вигляді темно-коричневих плям на поверхні стебла, що швидко витягалися вздовж стебла (рис. 3).

Перевірка патогенності чистих культур збудника м'якої гнилі томата проводилася також на бульбах картоплі. У результаті штучної інокуляції збудником м'якої гнилі томатів поверхня скибочок картоплі покривалася світло-сірим нальотом, у центрі були помітні крапельки ексудату коричневого кольору, скибочки бульб картоплі ставали м'якими, а середина скибочок – увігнута.

Решта виділених нами морфологічних типів ізолятів не виявляла патогенних властивостей за умов штучного зараження рослин томатів.

Вірулентні ізоляти на КА утворювали дрібні однорідні рівномірно

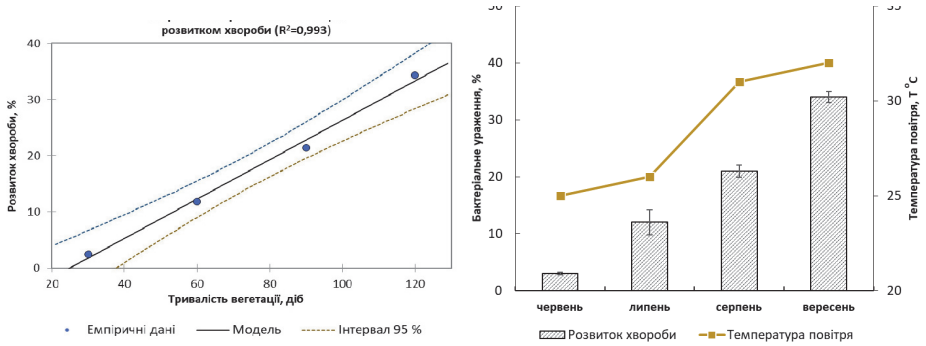


Рис. 1. Динаміка розвитку м'якої гнилі на помідорах у тепличних господарствах Київської області 2019 року.



Рис. 2. Симптоми м'якої гнилі на рослинах томатів:
А – ураження листків (хлоротичні зони по краю листка); Б – стебла.



Рис. 3. Симптоми за штучного ураження ізолятами.

1. Морфологічні характеристики колоній вірулентних ізолятів

Розмір колоній	2–4 мм
Форма	Кругла
Колір	Сірувато-білі
Пігмент в середовищі	Не утворювали
Краї	Хвилясті
Консистенція	Щільна
Прозорість	Прозорі, напівпрозорі
Поверхня	Рівна блискуча

підняті блискучі округлої форми, з дуже хвилястими краями колонії, діаметром 2–4 мм (табл. 1).

За морфологічними властивостями клітини ізолятів рухливі палички (розміром 0,6–1,8 x 1,7–5,1 мкм), поодинокі, з'єднані попарно з перитрихальними джгутиками, грам-негативні факультативні анаероби, не спороносні, капсули утворюють, флюоресціюють, утворюють ексудат. Бактерії *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* спричиняють на МПБ помутніння. Патоген володіє комплексом пектолітичних ферментів, розріджує желатин, редукує лакмусове молоко, не виділяє індол, не гідролізує крохмаль, утворює сірководень і аміак, оксидазо- і уреазонегативні.

Оскільки є думка, що джерелом інфекції може бути тепличний субстрат, у якому патогени здатні зберігатися тривалий час, нами було визначено наявність збудника в тепличному субстраті і воді. За мікробіологічного аналізу тепличного субстрату ізолятів типу *P. carotovorum* виявлено не було. Крім того, як джерело інфекції (найбільш характерно для м'якої бактеріальної гнилі овочевих культур) може виступати вода, якщо її забір відбувається з природних водойм. Аналіз води не дав позитивного результату на присутність збудника. За

даними літератури збудник м'якої гнилі томатів *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* здатний поширюватися в природі різними шляхами, а саме за допомогою насінневого матеріалу [3].

Проблема поширення м'якої гнилі в теплицях посилюється із-за відсутності дієвих засобів контролю збудника. Тому для запобігання значних втрат у тепличних господарствах можуть бути застосовані профілактичні і агротехнічні заходи, зокрема, чергування культур, видалення хворих рослин, застосування систем крапельного поливу, прибирання рослинних залишків із верхнім (2 ÷ 3 см) шаром ґрунту; періодичне провітрювання теплиць. У лабораторних умовах нами показано, що препарати на основі міді Гарт, Медян Екстра, Чемпіон пригнічували розвиток вірулентних ізолятів. Активнішими відносно ізолятів були препарати Гарт, Чемпіон, зони затримки росту бактерій коливались у межах від 14 до 17 мм. Дещо менш активним виявився препарат Медян Екстра, зони затримки росту не перевищували 13,5 мм.

Обговорення.

Збудники м'якої гнилі належать до виду *Pectobacterium* і є грамнегативними рослинними патогенними

бактеріями, які належать до родини *Pectobacteriaceae*. Разом із видами *Dickeya* ці бактерії є основними патогенними збудники таких хвороб, як чорна ніжка, м'яка гниль стебла і плодів томатів, а також такі овочі, як селера, морква, картопля, перець, баклажан, капуста, салат і ряд сільськогосподарських культур у польових умовах і під час зберігання в усьому світі [16, 17]. Вірулентність і патогенність цих бактерій залежать від їхньої здатності продукувати й секретувати широкий спектр ферментів, що руйнують клітинну стінку, включно з пектацелюлазами, полігалактуроназами, протеазами і целюлазами, які спричиняють активну мацерацію тканин, гниття й подальшу загибель усєї рослини [18, 19]. Опинившись всередині рослини, вони можуть поширюватися судинами й міжклітинним простором суберизованих або паренхіматозних тканин. Підвищення температури і вологості стає поштовхом для розвитку хвороби.

Упродовж вегетаційного періоду 2019 року симптоми м'якої гнилі на рослинах томатів ми спостерігалися в тепличному господарстві Київської області. Після першого врожаю промоклі ділянки були виявлені на стеблах томатів із подальшою мацерацією тканин, що супроводжувалося в'яненням цілих рослин. Тип спостережуваних симптомів на тканинах вказував на можливе зараження фітопатогенними бактеріями. Розвиток хвороби був на рівні 30–34 % у вересні за температури 32 °C і вологості до 80 %. За нашими даними температура і вологість є вирішальними факторами для розвитку симптомів м'якої гнилі (коєфіцієнти кореляції $r=0,95$ і $r=0,68$, за $p < 0,05$ відповідно). Вони впливають на мацерацію тканини, швидкість рос-

ту патогена, його здатність продукувати ферменти, що руйнують клітинну стінку рослини і його рухливість [20]. Симптоми м'якої гнилі можуть бути спричинені бактеріями, які належать до родів *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Dickeya*. Saygılı H. і ін. повідомили, що взимку й ранньою весною в декількох комерційних теплицях із пластиковим покриттям у Мармарисі та Антакьї, розташованих у східному середземноморському регіоні Туреччини, були виявлені рослини і плоди томата з м'якою гниллю. Захворюваність становила близько 20–25 % і 80–90 % в теплицях Мерсин і Антакьї, відповідно. Вони повідомили про нові симптоми хвороби м'якої гнилі на плодах томатів, спричиненої *P. viridiflava*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* і *P. chrysanthemi* в Туреччині [21].

Наші дослідження зосереджені на вивченні етіології захворювання і виявлення збудника м'якої гнилі томатів у Київській області. Наше дослідження показало, що точна оцінка різних типів симптомів має значення для комплексного розуміння епідеміології *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* і його вплив на посіви томатів. Послідовність симптомів на деяких рослинах виявило, що прогресування захворювання відбувалося від хлорозу (пожовтіння нижніх листків і жовто-коричнева зміна кольору серцевини і ксилеми стебла) і/або в'янення до часткового або повного висихання рослини, що супроводжувалося потемнінням судинної тканини й мацерацією тканину стеблі і плодах. Результати узгоджуються із дослідженнями Çetinkaya-Yıldız R. і Aysan Y., які показали, що збудник м'якої гнилі стебла томатів *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* спричиняв в'янення цілих рослин томатів,

виникнення водянистих плям на стеблі, потемніння судинної тканини, опускання серцевини та м'яке гниття стебла і плодів. Розвиток симптомів починався з коренів або листків проростків у теплицях [22].

На основі морфологічних, біохімічних і культуральних характеристик, пектолітичної активності на скибочках картоплі два ізоляти були ідентифіковані як *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Бактерії, виділені з уражених стебел, утворювали напівпрозорі білого кольору колонії на картопляному агарі. Бактерії були грамнегативними, оксидазо-негативними, аргінін-дегідралазо-негативними, каталазо-позитивними та факультативними анаеробами. Кислоту утворювали з D(+)-глюкози, D-манітола, сахарози, D(+)-целобіози, L(+)-раманози, L(+)-арабінози, D (+)-галактози і D (+)-трегалоза й не продукували з D-арабінози, D-сорбіту й мальтози. Інші автори також повідомили про переваги використання біохімічних тестів, на основі яких вид *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* можна відрізнити від інших видів *Pectobacterium* [23]. Штами *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* на відміну від *P. carotovorum* ssp. *atrosepticum* або *Dickeya* spp. не утворюють кислоти з α -метил глюкозиду та мальтози, але утилізують лактозу і трегалозу, і не продукують індол або лецитиназу [24].

Головними джерелами інфекції збудників бактеріальних хвороб є рослинні залишки. За гниття рослинних залишків, бактерії потрапляють у ґрунт і переносяться ґрунтовою водою, заражаючи сусідні рослини. Czajkowski R. і ін. показали, що бактерії в ґрунті також можуть колонізувати коріння томатів і згодом переміщатися судинною системою здорових рослин [25]. Потрапивши в

стебла, бактерії не обов'язково спричиняють гниття стебла (чорна ніжка) і можуть виживати в прихованій формі до сприятливих умов навколишнього середовища.

Висновки та перспективи.

Хвороби рослин томатів у тепличних господарствах Київської області України мають бактеріальне походження. Ураженість рослин томатів м'якою бактеріальною гниллю в умовах закритого ґрунту переважає в другій половині вегетаційного періоду. Розвиток хвороби становив 30–34 % за поширеності 45 %. Ідентифікація збудника м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* є важливими для розроблення ефективних стратегій захисту. Постійно контролюючи параметри температури, вологості повітря і ґрунту в теплицях і підтримуючи їх на оптимальному для рослин рівні, можна до певної міри перешкодити розвитку хвороб. Ефективним для контролю збудника м'якої гнилі *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* є застосування препаратів на основі міді Гарт, Медян Екстра, Чемпіон.

References

1. Kolomiets, Y.V. (2017) Bacterial diseases of tomato plants. Factors of experimental evolution of organisms, 20, 207–210.
2. Kolomiets, Y.V., Grigoryuk, I.P., Chaika, V.M., Butsenko, L. M. & Gorbatenko, L. Y. (2017) Features of the manifestation and prevalence of bacterial diseases in tomato plantings in Ukraine. Quarantine and plant protection, 7–9, 4–8.
3. Kolomiets, Y.V., Grygoryuk, I.P. & Butsenko, L.M. (2017) Bacterial diseases of tomato plants. Monograph. Kyiv: CP Komprint, 348 p.

4. Campos, H. & Ortiz, O. (2020) The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Springer, 506 p.
5. Caruso, A., Licciardello, G., La Rosa, R., Catara, V. & Bella, P. (2016) Mixed infection of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis* in tomato stem rot in Italy. *Journal of Plant Pathology*, 98 (3), 661–665. doi 10.4454/JPP.V98I3.062
6. Pasanen, M., Laurila, J., Brader G., Palva E.T., Ahola V., van der Wolf J., Hannukkala A. & Pirhonen M. (2013) Characterisation of *Pectobacterium wasabiae* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* isolates from diseased potato plants in Finland. *Annals of Applied Biology*, 163(3), 403–419. doi 10.1111/aab.12076
7. Ghazzawi, A.I.A., Ghoura, Abu.M., Beig, Al. N., Jaloul, A. & Mando J. (2012) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* causing stem rot on greenhouse tomatoes in Syria. *Journal of Plant Pathology*, 94(4), S4.85–S4.105. doi10.4454/JPP.V95I4SUP.025
8. Jaramillo A., Huertas C.A. & Gómez E.D. (2017) First report of bacterial stem rot of tomatoes caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* in Colombia. *Plant Disease*, 101 (5), 810–820. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1184-PDN>
9. Akhatov, A.K., Hannibal, F.B., Meshkov, Yu.I., Dzhailov, F.S., Chizhov, V.N., Ignatov, A.N., Polishchuk, V.P., Shevchenko, T.P., Borisov, B.A., Stroykov, Y.M. & Beloshapkina, O.O. (2013) Diseases and pests of vegetable crops and potatoes. Moscow, 446 p.
10. Kettani-Halabi, M., Terta, M. Amdan, M., El Fahime el, M., Bouteau, F. & Ennaji, M.M. (2013) An easy, simple inexpensive test for the specific detection of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* based on sequence analysis of the *pmrA* gene. *BMC Microbiol*, 13, 176–186. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-13-176>
11. Bykova, G.A. & Belykh, E.B. (2011) Features of the protection of vegetables in greenhouses from bacteriosis. *Plant Protection and Quarantine*, 32–35.
12. Grishechkina, L.D. (2011) Problems of protecting vegetables from diseases in greenhouses. *Plant Protection and Quarantine*, 16–18.
13. Hryhoriuk, I.P., Patyka, V.P., Kolomiets, Yu.V., Butsenko, L.M., Pasichnyk, L.A., Tesliuk, V.V. & Tarhonia, V.S. (2016) Identification of the causative agent of bacterial speck of tomato plants *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Kyiv: CP Kompyrnt, 40 p.
14. Patyka, V., Pasichnyk, L., Butsenko, L., Petrychenko, V., Zubachev, S., Dankevych, L., Gnatiuk, T., Huliaieva, H., Tokovenko, I., Kalinichenko, A., Suszanowich, D., Kurash, P., Patyka, T., Karpenko, V., Kirilenko, L. & Demchenko, A. (2019) Express diagnostics of phytopathogenic bacteria and phytoplasmas in agrophytocenosis. Guidelines. Publisher Wydawnictwo I Drukarnia Swietego Krzyza, Opole, Poland, 86 p.
15. Kolomiets, J.V., Grygoryuk, I.P. & Butsenko, L.M. (2017) Bacterial diseases of tomatoes plant in terms of open and covered growing of Ukraine. *Annals of Agrarian Science*, 15(2), 213–216.
16. Asma, A., Musharaf, A., Azra, N., Sana, Z.K. & Zahoor, A. (2015) Characterization of the causal organism of soft rot of tomatoes and other vegetables and evaluation of its most aggressive isolates. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 511–517. doi10.4236/ajps.2015.64055.
17. Naas, H., Sebahia, M., Orfei, B., Rezzonico, F., Buonauro, R. & Moretti, C. (2018) *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* as causal agents of potato soft rot in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 151, 1027–1034. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1438-3>
18. Zaczek-Moczydłowska, M.A., Fleming, C.C., Young, G.K., Campbell, K. & O’Hanlon, R. (2019) *Pectobacterium* and *Dickeya* species detected in vegetables in Northern Ireland.

- European Journal of Plant Pathology, 154, 635–647. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01687-1>
19. Maisuria, V.B. & Nerurkar, A.S. (2012) Characterisation and differentiation of soft rot causing *Pectobacterium carotovorum* of Indian origin. European Journal of Plant Pathology, 136(1), 87–102. doi10.1007/s10658-012-0140-0
 20. Czajkowski, R., Pérombelon, M.C.M., van Veen, J.A., & van der Wolf, J.M. (2011) Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. Plant Pathology, 60(6), 999–1013. doi10.1111/j.1365-3059.2011.02470.x
 21. Saygili, H., Sahin, F., Aysan, Y. & Mirik, M. (2005). New symptoms of tomato soft rot diseases in Turkey. Acta Hortic, 695, 291–294. doi10.17660/ActaHortic.2005.695.32
 22. Çetinkaya-Yıldız, R. & Aysan, Y. (2007) A new seed-borne pathogen on tomato: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and some seed treatments. Acta Hortic, 729, 449–452. doi10.17660/ActaHortic.2007.729.75
 23. Alippi, A.M. & López, A.C. (2009) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* on *spathiphyllum wallisii* in Argentina. Plant Disease, 93(8), 842. doi 10.1094/PDIS-93-8-0842C
 24. Gašić, K., Gavrilović, V., Dolovac, N., Trkulja, N., Živković, S., Ristić, D. & Obradović, A. (2014) *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* – the causal agent of broccoli soft rot in Serbia. Pestic. Phytomed, 29(4), 249–255. doi 10.2298/PIF1404249G
 25. Czajkowski, R., de Boer, W.J., Velvis, H. & van der Wolf, J. (2010) Systemic colonization of potato plants by a soilborne, green fluorescent protein-tagged strain of *Dickeya* sp. biovar 3. Phytopathology, 100, 134–142. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-2-0134>

V.A. Bohoslavets, Yu.V. Kolomiets, L.M. Butsenko, Yu.M. Bohdan (2020).

BACTERIAL ROT OF TOMATOES WHEN GROWN IN A PROTECTED GROUND.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 52-62.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14320>.

<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.006>.

Abstract. *The specific conditions of the protected ground, the almost constant tomato culture without substitution of the substrate, the elevated temperature and humidity lead to the accumulation of a large number of pathogens of bacterial diseases, which limit the increase in yield of this crop. The aim of the work was to characterize the symptoms, determine the etiology of wet rot of tomatoes for growing in protected ground and propose measures to control the pathogen. The study was conducted by standard microbiological and phytopathological methods. The pathogenic properties of the isolates were studied on vegetative tomato plants using a suspension of bacterial cells with a titer of 10⁷ CFU/ml. It was established that the defeat of tomato plants with soft bacterial rot in closed ground conditions prevails in the second half of the growing season. The development of the disease was 30–34% for a prevalence of 45%. Diseases of tomato plants in greenhouses in the Kiev region of Ukraine are of bacterial origin, caused by the soft rot pathogen *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Characteristic symptoms of wet tomato rot are discoloration, chlorosis and leaf necrosis, void stems, the appearance of depressed water-saturated areas in the stalk, accompanied by decay of the fetus. Effective control measures can be preventive and agricultural measures.*

Keywords: *tomatoes, soft rot pathogen, virulence*

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ОКРЕМИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ МОГИЛІВ- ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. О. КРАВЧЕНКО, кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води Національного університету біоресурсів і природокористування України
E-mail: olha_kravchenko@nubip.edu.ua, Orcid ID 0000-0002-2836-8646

В. М. ГАЛІМОВА, кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води Національного університету біоресурсів і природокористування України
E-mail: galimova2201@gmail.com, Orcid ID 0000-0001-9602-1006

В. А. КОПІЛЕВИЧ, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води Національного університету біоресурсів і природокористування України
Orcid ID 0000-0001-7987-1084

А. М. ЧУРИЛОВ, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, дендрології та лісової селекції Національного університету біоресурсів і природокористування України
E-mail: churilovat@nubip.edu.ua, Orcid ID 0000-0003-4153-9136

В. В. ЧОБОТАР, студент магістратури Національного університету біоресурсів і природокористування України

Анотація. Робота присвячена актуальній проблемі екологічної безпеки та оцінки якості різних джерел питного водопостачання Могилів-Подільського району Вінницької області. Для досягнення поставленої мети проведений гідрохімічний аналіз та розрахований індекс забруднення природних вод, виконано біологічне тестування з використанням батареї тест-організмів, запропоновано заходи щодо покращення якості води на дослідженій території. Установлено, що найіндикативнішими параметрами забруднення джерел водопостачання є показники твердості, вмісту кадмію, свинцю, нітратів. Жодне з досліджених джерел за індексом забруднення води не належало до категорії «чиста вода». Проби води, які за гідрохімічним аналізом та в

дослідах на летальність характеризувалися відносною безпечністю, виявляли хронічну токсичність для безхребетних. Установлено, що вода з джерела централізованого водопостачання, незважаючи на безпечність за гідрохімічними показниками, характеризується гострою токсичністю і призводить до змін у живих організмах на клітинному рівні за 96-годинної експозиції.

Рекомендовано проведення щоквартального відбору проб води у вказаних джерелах для оцінки динаміки сезонних змін гідрохімічних показників; обмеження та мінімізацію застосування азотних (нітратних) добрив у населених пунктах та поблизу джерел водопостачання.

Ключові слова: якість води, важкі метали, індекс забруднення води, токсичність, біологічне тестування.

Актуальність теми.

За даними останнього звіту Світового банку, опублікованого в серпні 2019 року, ключовим фактором економічного розвитку більшості країн світу є чиста вода [1]. Особливого загострення проблема якійсної питної води набула в сільській місцевості внаслідок недостатнього доступу до централізованих джерел водопостачання, хімічного та бактеріального забруднення, неналежного технічного стану розподільчої системи, засобів транспортування води та систем децентралізованого постачання.

У 2020 році Державне агентство водних ресурсів України оприлюднило інформацію щодо моніторингу якісного складу водойм [2]. Однак, дані щодо деяких сільських територій Могилів-Подільського району (села Бронниця – 1268 осіб, Бандишівка – 672 особи, Оленівка – 550 осіб, Садківці – 462 осіб, Григорівка – 365 осіб) відсутні.

Отже, відомості щодо якості води джерел питного забезпечення для приблизно 3000 осіб (10 % населення Могилів-Подільського району) залишаються невідомими. Проблема посилюється

тим, що вказаний район в економічному аспекті є суто аграрним, з переважанням рослинництва, садівництва, овочівництва. Тобто, забруднення джерел водопостачання має першочерговий вплив не тільки на стан здоров'я населення, а й на отримання якісної сільськогосподарської продукції.

Отже, порівняльна оцінка якості води дослідженого району є актуальною проблемою, що зумовило проведення вказаного комплексу контролів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Україна має обмежені запаси прісної води й майже втратила чисті поверхневі води, які б відповідали вимогам стандартів на джерела питного водопостачання. Вінницька область належить до регіонів України з найвищою часткою сільського населення та займає лідируючі позиції щодо використання джерел децентралізованого водопостачання, водночас, згідно з Доповіддю про стан навколишнього природного середовища [3], 32,3 % не відповідають нормативам.

Фізико-хімічні методи дослідження, які застосовують для визначення

гідрохімічного складу зазвичай порівнюють із *санітарно-гігієнічними* нормативами, які не відображають небезпеки поллютантів та їхніх метаболітів для біоти [4].

Біотестування, як інтегральний метод оцінки токсичності водного середовища, є не тільки необхідним доповненням до наявної системи хіміко-аналітичного контролю, але й засобом отримання принципово нової інформації щодо складу та властивостей забруднювачів, їхньої трансформації як у навколишньому середовищі, так і в організмі [5, 6, 7]. На відміну від фізичних та хімічних підходів до оцінки забруднення, біологічне тестування має прогностичне значення – за станом біоти, її кількісними та якісними перетвореннями можливо передбачати трансформації, які очікують живі організми за певного рівня забруднення [8].

У якості тест-об'єктів застосовують гідробіонтів усіх систематичних груп від бактерій до риб, однак жоден із них не є найсенситивнішим до всіх поллютантів [7, 9]. Тому, для оптимізації наявних методів і підходів доцільно об'єднувати фізико-хімічні та біологічні методи дослідження якості води з використанням батареї тест-організмів різних рівнів біологічної організації (клітинному, органному, організмовому, популяційному), які дадуть змогу комплексно оцінити якість та безпеку джерел питного забезпечення.

Мета роботи – дати порівняльну оцінку якості джерел питного водозабезпечення Могилів-Подільського району Вінницької області. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання: провести гідрохімічний аналіз природних вод, порівняти концентрації хімічних речовин у воді з відповідними діючими державними стандартами та нормативами;

розрахувати індекс забруднення вод; провести біологічне тестування вод на різних рівнях організації живої матерії з використанням батареї тест-організмів; визначити індекс загальної токсичності, запропонувати шляхи покращення якості води досліджених територій.

Матеріали і методи дослідження.

Дослідження проведені на базі вимірювальної лабораторії якості води питної природної та стічної НУБіП України (Сертифікат визнання вимірювальних можливостей № ПТ – 403/19, виданий ДП «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів»). У якості об'єктів для дослідження біотоксичності вод відібрано батарею стандартних організмів різних трофічних рівнів синхронізованої культури лабораторії біомаркерів та біотестування Інституту колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України. Для оцінки якості води були відібрані проби із сіл Могилів-Подільського району Вінницької області, які є єдиними джерелами питного водопостачання для 3000 осіб.

Проба № 1 – каптажне джерело в селі Григорівка, завглибшки 5 м, джерело розташоване на еталонній ділянці. Рельєф місцевості (невеликий схил) зумовив стікання води з вказаного джерела у відстійники для напування великої рогатої худоби (ВРХ), з цією метою вода використовувалася до початку 2000-х років (координати точки відбору – 48.419680, 27.945274).

Проба № 2 – колодязь у селі Садківці, глибиною 8 м, використовується для задоволення побутових та питних потреб. На відстані 10 м від джерела ростуть багаторічні насадження пло-

дових дерев (координати точки відбору – 48.389731, 27.910490).

Проба № 3 – колодязь у селі Бронниця, завглибшки 10 м, використовується для задоволення побутових та питних потреб. До 60-70 років ХХ століття на місця колодязя була тваринницька ферма (координати точки відбору – 48.396238, 27.906028).

Проба № 4 – джерело централизованого водопостачання села Бронниця (координати точки відбору – 48.401054, 27.889304).

Для досліджень відбирали проби води об'ємом 3 л. Відбір, консервування, транспортування та зберігання відібраних зразків виконували згідно [10]. Проби відібрані в триразовій повторності з дотриманням сезонності. Отже, кожна проба води була проаналізована 12 разів. Аналіз якості води проводився за гідрохімічними показниками згідно ДСТУ7425 : 2014. «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» [11].

Вимірювання важких металів у природних водах проводили на аналізаторі М-ХА1000-5 за стандартизованими методиками методом інверсійної хронопотенціометрії [10]. Для проведення аналізу природну воду фільтрували за допомогою фільтру «синя смуга». Отриманий фільтрат об'ємом 100 см³ повільно випарували на електричній плитці в термостійкому хімічному стакані до 5-8 см³. Після охолодження сухий залишок у стакані розчиняли у 15-20 см³ 2М НСІ і кількісно переносили в мірну колбу на 25 см³ (мінералізація). Розчин доводили до мітки 2М НСІ.

Для визначення масової концентрації свинцю та міді 10 см³ мінералізату переносили в сухий електролізер і проводили вимірювання масової концентрації металу за допомогою аналізатору М-ХА1000-5. Для визна-

чення масової концентрації цинку та кадмію до 5 см³ мінералізату додавали 5 см³ 4М розчину амоній гідроксиду. Масова концентрація цинку та міді визначалася за рівнянням [12]:

$$C = k \cdot m \cdot \frac{\tau_{\text{п}} - \tau_{\text{ф}}}{\tau_{\text{д}} - \tau_{\text{п}}}, \quad (2.1)$$

де C – концентрація елементу [г/дм³];

k – коефіцієнт нормування [1/дм³];

m – маса добавки [г];

$\tau_{\text{п}}$ – час інверсії проби;

$\tau_{\text{ф}}$ – час інверсії фонового розчину;

$\tau_{\text{д}}$ – час інверсії проби з добавкою.

Коефіцієнт нормування [11] визначався за рівнянням:

$$k = \frac{V_{\text{м}}}{V_0 \cdot V_{\text{п}}}, \quad (2.2)$$

де $V_{\text{м}}$ – загальний об'єм мінералізату [дм³];

V_0 – об'єм мінералізату, взятий для аналізу елемента [дм³];

$V_{\text{п}}$ – об'єм проби водного об'єкту [дм³].

У якості модельного біотесту використовували *Allium cepa* L. (сорт «Штутгартен») – багаторічну трав'янисту рослину родини Цибулевих (*Alliaceae*), затверджену експертами ВООЗ як стандарт у цитогенетичному моніторингу навколишнього середовища. Фітотоксичний ефект – ФЕ (%) визначали за приростом корінців дослідної цибулі щодо контрольного приросту. Розрахунок проводився за формулою [13]. Вплив наноаквацитратів на дафній – *Daphnia magna* (Straus, 1820), вивчали за методиками, затвердженими в якості національних стандартів України [Титов, Казнина & Таланова, 2014, ISO 6341:1996, MOD : ДСТУ 4173-2003]. Оцінка впливу на безхребетних гідробіонтів була вивчена на прикладі гідри – *Hydra attenuata* (Pallas, 1860). Для проведення експерименту вико-

ристовували планшетку, у кожен відділ якої вносили по 6 гідр. Температуру води підтримували в межах від 22 ± 2 °С. Експоновані проби води не аерували. Фотоперіод складав: 16 годин – світлова фаза і 8 годин – темнова. Дорослі тест-організми *H. attenuata* експонували упродовж 96 год. для оцінки гострої токсичності. Оцінка токсичності з використанням *Danio rerio* (Hamilton, 1822) виконувалася у відповідності з ISO 6341:2012. Acute toxicity test [15].

Статистичний аналіз одержаних результатів здійснювали з використанням методів описової статистики (середнє арифметичне, медіанне стандартне відхилення, мінімум та максимум), інтервального оцінювання (побудова довірчих інтервалів), однофакторного дисперсійного аналізу з подальшим застосуванням критерію множинних порівнянь Тьюкі-Крамера та t-критерію Ст'юдента. Для розрахунків використовували пакети програм *Statistica*, *Microsoft Excel 2010*.

Результати дослідження та їх обговорення.

Комплексні середньосезонні результати дослідження гідрохімічних показників якості вод різних джерел водопостачання наведені в таблиці 1. На першому етапі досліджень був проведений органолептичний аналіз проб води. Проби характеризувалися відсутністю відчутного запаху, водночасу пробах води, відібраних у селі Бронниця (№ 3 та № 4) відчувався солодкий смак із в'язким присмаком, що ймовірно пов'язане з перевищенням вмісту нітратів.

На підставі сукупного масиву показників якості води досліджуваних джерел водопостачання з урахуванням сезонних коливань можна зробити висновок про їхнє комплексне за-

бруднення по всій території (рис. 1), але найбільшу небезпеку становлять високотоксичні поліутанти Pb, Cd, нітрати на фоні високої твердості води.

Проблема нітратного забруднення полягає в тому, що, з одного боку, нітрати – є основним джерелом азотного живлення рослин, тим часом надлишок нітратів призводить до виникнення метагемоглобінаемії, канцерогенних новоутворень, імунодепресивної дії, а також зниження стійкості організму до впливу мутагенних і канцерогенних агентів. У пробі води № 1 встановлено перевищення ГДК вмісту нітратів для вживання дітям (ГДК – 10 мг/дм³). У пробі № 2 зафіксовано перевищення ГДК вмісту нітратів майже удвічі, що може бути пов'язане з внесенням підвищених норм нітратних форм азотних добрив під багаторічні плоди насаджень. Перевищення в 7,84 рази ГДК у пробі номер три зумовлюється як внесенням добрив та засобів хімізації, так і залишковим впливом тваринницької ферми, що розташована на цьому місці. Особливе занепокоєння викликає перевищення вмісту нітратів у 1,02 рази ГДК у пробі № 4, що свідчить про відсутність або недостатню якість очисних споруд джерел централізованого водопостачання в селі Бронниця.

Як видно з рисунку 2, усі проби води мали високу загальну твердість, яка значно перевищує нормативи. За співвідношенням різних видів твердості переважала складова тимчасової твердості, яка у всіх пробах (за виключенням проби № 4) перевищувала гранично допустимі концентрації.

Окрім того, усі проби води не відповідали оптимальному значенню вмісту кальцію (25-75 мг/дм³) та магнію (10-50 мг/дм³) у питній воді згідно з ДСТУ 7425 : 2014, що впли-

Таблиця 1. Середньосезонні гідрохімічні показники якості вод

Назва показника	Одиниці вимірювання	Місце розташування об'єкту та шифр зразку води					Норматив, не більше згідно [13]	
		1	2	3	4	Вода систем централізованого питного водопостачання	Вода нецентралізованого питного водопостачання	
Запах	Бали	0	0	0	0	2	1	
Смак	Бали	0	0	2	3	2	0	
Водневий показник рН	Одиниці	7,06±0,02	7,52±0,01	7,17±0,01	7,63±0,02	6,5-8,5	6,5-8,5	
Твердість загальна Оптимальний вміст	мг-екв/дм ³	12,63±0,07	10,98±0,04	16,93±0,1	9,87±0,07	7(10)	7 1,5-7	
Твердість тимчасова Оптимальний вміст	мг-екв/дм ³	8,6±0,1	8,05±0,07	8,3±0,1	6,1±0,12	Не визначають	6,5 0,5-7	
Кальцій Оптимальний вміст	мг/дм ³	141,26	115,06	201,23	130,26	Не визначають	130 25-75	
Магній Оптимальний вміст	мг/дм ³	85,4	67,6	100,3	57,7	Не визначають	80 10-50	
Хлориди	мг/дм ³	65,3±0,02	66,0±0,10	71,9±0,13	63,3±0,11	250(350)	150	
Нітрати	мг/дм ³	31,7±0,03	96,0±0,04	391,5±0,14	50,4±0,07	50	5	
Залізо загальне	мг/дм ³	0,024±0,01	0,057±0,01	0,187±0,01	0,13±0,01	0,2 (1)	Відсутність	
Кадмій	мг/дм ³	0,0061±0,0001	0,00012±0,0001	0,06±0,0001	0,0003±0,0001	0,001	Відсутність	
Цинк	мг/дм ³	0,132±0,001	0,096±0,001	0,011±0,001	0,120±0,001	1	Відсутність	
Свинць	мг/дм ³	0,009±0,0001	0,0224±0,0001	0,014±0,0001	0,0133±0,0001	0,01	Відсутність	
Мідь	мг/дм ³	0,0187±0,001	0,0683±0,004	0,013±0,002	0,0711±0,001	1	Відсутність	
ХСК	мг/дм ³	0,64±0,08	2,75±0,07	2,72±0,12	1,44±0,11	5	0,75	

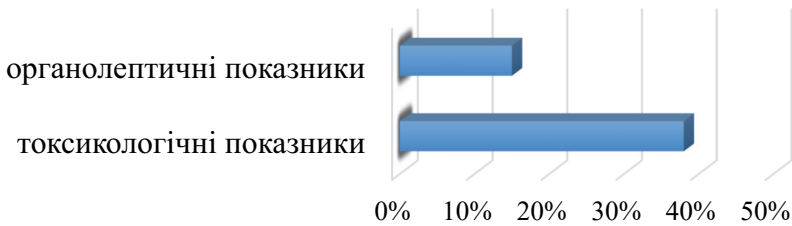


Рис.1. Частка досліджуваних проб води, які не відповідають нормативам якості

вало на погіршення органолептичних властивостей, надаючи воді терпкого в'язучого смаку, а також спричинювало відкладання шлаків та накипу в розподільній системі водопостачання.

Методом інверсійної хронопотенціометрії у вказаних пробах води було досліджено середньосезонну динаміку вмісту міді, цинку, свиню та кадмію. Як видно з таблиці 1, перевищення вмісту кадмію зафіксовано в пробах із джерела № 1 та № 3, що спричинене внесенням під плодові дерева фосфорних добрив та фунгіцидів, які містять вказаний метал [16]. Згідно із результатами дослідження, спостерігається незначне перевищення вмісту свинцю в пробах № 2, № 3 та № 4, що пов'язано з безпосереднім розташуванням ав-

томагістралі біля відібраних проб [17]. Водночас особливе занепокоєння викликає майже однакова концентрація свинцю в пробі № 3 (колодязь) та пробі № 4 (водопровідна вода), що свідчить про відсутність або недостатню якість очисних споруд джерел централізованого водопостачання в селі Бронниця.

Сучасні методи інтегральної оцінки якості поверхневих та підґрунтових вод базуються як на використанні класифікацій якості води за певними критеріями, так і на основі комплексного показника. Отже, наступним етапом дослідження була оцінка якості води за комплексним показником – індексом забрудненості води (далі ІЗВ) [18, 19] – найдоступнішим методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів,

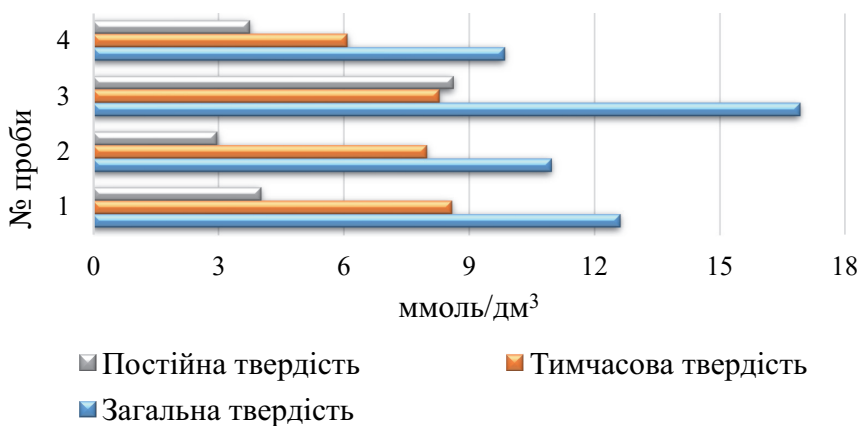


Рис. 2. Розподіл видів твердості в досліджуваних пробах

який базується на показниках хімічного складу води. Результати розрахунків ІЗВ та аналіз чистоти води з досліджуваних джерел на основі отриманих даних наведено в таблиці 2.

Отже, за величиною ІЗВ, вода з джерел № 1 та № 2 належать до третього класу чистоти. Отже, води вказаних джерел перебувають під значним антропоїчним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем. Колодязна вода із села Бронниця згідно з розрахунками належить до категорії дуже брудної й не може бути використана для задоволення питних і побутових потреб. Якщо оцінювати якість водопровідної води, то за значенням ІЗВ ця вода належить до другого класу чистоти. Для нього характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

На першому етапі біологічних досліджень був проведений комплекс контролів щодо оцінки гострої летальної токсичності води для прісноводної риби *D. rerio*. За результатами досліджень у жодній із вказаних проб не було зафіксовано летальних ефектів – виживаність в усіх пробах складає 100 %. Отже, на рівні організму риб зразки води відповідають нормам ДСТУ 4075- 2001.

Наступним етапом проведено дослідження параметрів виживання *H. attenuata* за умови їхнього знаходження у воді досліджуваних проб. Водночас облік результатів фіксували за летальним

ефектом безхребетних. Отже, у пробі № 2 виживаність безхребетних складала понад 90 %, що входить у межі нормального розподілу, отже вказана проба води не викликає гострої та хронічної токсичності для *H. attenuata*. У пробах № 1 та № 3 встановлено летальний ефект у діапазоні 20-25 % особин, причому смертність зростала в часовому інтервалі 72-96 год., що свідчить про хронічну токсичність вказаних проб води для гідри – це пов'язано з надлишковими концентраціями металів та їхньою синергічною дією. У пробі води № 4 перші летальні випадки реєстрували впродовж 30 хв. від початку експерименту. Живі особини перебували в стадії «тюльпану», що розглядається як критерій необоротних змін в організмі гідри. Через 2 год. спостерігалась 100 % смертність тест-об'єктів. Оцінка токсичності на клітинному рівні дає змогу одержати інформацію щодо стану імунітету біоти, рівня впливу її стресових чинників [6]. Саме тому було вирішено проаналізувати вплив вказаних проб за допомогою мікроядерного тесту на клітинах крові *D. rerio*. Дослідження генотоксичності проводилося паралельно з тестами на токсичність, тобто досліджували кров риб, експонованих у досліджених пробах (таблиця 3).

Отже, за утримування риб у пробах № 1 та № 2 еритроцити риб не мали хромосомних аберацій – мікроядер та подвійних ядер не було зафіксовано. За експозиції в пробі № 3 реєстрували поодинокі еритроцити крові риб із мікро-

Таблиця 2. Індекс забруднення води та категорії її чистоти

Номер проби	Місце розташування джерела води	ІЗВ	Характеристика якості води	Клас якості води
1	Каптажне джерело с. Григорівка	1,32	Помірно забруднена	III
2	Колодязь с. Садківці	1,02	Помірно забруднена	III
3	Колодязь с. Бронниця	9,19	Дуже брудна	VI
4	Водопровід с. Бронниця	0,69	Чиста	II

ядрами, водночас цитоплазма була близькою до норми, тобто утримування риб у пробі № 3 не спричинило стресових змін у риб. За утримування тест-об'єктів у пробі № 4 зміни на клітинному рівні перевищували нормативні показники згідно ДСТУ 7387 : 2013. Траплялася значна кількість еритроцитів із мікроядрами та подвійними ядрами, у цитоплазмі клітин збільшився розмір вакуолі.

Комплексна оцінка токсичності водних зразків із використанням набору біотестів дає змогу об'єктивно дослідити вплив навколишнього середовища на тваринні й рослинні організми. Для її кількісної інтерпретації пропонується застосування індексу загальної токсичності (ІЗТ) [4], який являє собою суму ефектів, розрахованих для досліджуваної води або розчинених речовин для всіх біотестів. Отже, нами було вирішено використати для оцінки ІЗТ батарею, яка складалася з 4

тест-об'єктів (*A. cepa*, *H. attenuata*, *D. magna*, *D. rerio*). Отже, максимальне значення індексу загальної токсичності не могло перевищувати 400 умовних одиниць – 100 % загибель усіх біотестів. Результати дослідження представлені в таблиці 4.

Висновки і перспективи.

За результатами порівняльної оцінки якості води окремих сіл Могилів-Подільського району Вінницької області жодне джерело не може бути рекомендовано у якості джерела питного водопостачання. Доведено, що проби води, які за гідрохімічним аналізом та в гострих дослідах (на летальність) виявляли відносну безпечність та не спричинювали явних морфологічних змін, проявляють хронічну токсичність для безхребетних. Визначено, що джерело централізованого водопостачання ха-

3. Оцінка генотоксичності досліджених проб води

Найменування показника	Результати вимірювань				Вимоги НД
	№1	№2	№3	№4	ДСТУ 7387:2013
Генотоксичність на клітинах крові риби <i>D. rerio</i> , %	0	0	0,33	0,66	0,33

4. Порівняльна оцінка якості води за індексом загальної токсичності

Номер проби	Місце розташування джерела води	Індекс загальної токсичності по різних об'єктах, %				Індекс сумарної токсичності, %	Категорія якості води
		<i>Allium cepa</i>	<i>Daphnia magna</i>	<i>Hydra attenuata</i>	<i>Danio rerio</i>		
1	Каптажне джерело с. Григорівка	30,20	12,50	21,30	0	64,00	Небезпечна (41-150)
2	Колодязь с. Садківці	14,78	16,75	25,74	0	57,27	
3	Колодязь с. Бронниця	19,96	20,00	7,69	0	47,65	
4	Водопровід с. Бронниця	23,95	100	100	0	223,95	Дуже небезпечна (151-400)

рактизується гострою токсичністю та призводить до клітинних змін у живих організмах, а, отже, не може розглядатись у якості адекватної альтернативи для задоволення питних і побутових потреб місцевого населення.

Рекомендовано проведення щоквартального відбору проб води у вказаних джерелах для оцінки динаміки сезонних змін гідрохімічних показників; обмеження та мінімізацію застосування азотних (нітратних) добрив у населених пунктах та поблизу джерел водопостачання. Для очистки централізованих джерел водопостачання необхідно встановити фільтри зворотного осмосу або йонного обміну.

References

1. Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A. S., Russ, J., & Zaveri, E. (2019). Quality unknown: The invisible water crisis. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1459-4>
2. State water monitoring. Available at https://data.gov.ua/dataset/133ce38c-9533-4fb0-b146-b211299a8731/resource/8b3c25b9-5aaf-4741-b619-c28782033d97/download/2020-01-01_2020-03-31_output.csv
3. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2017 rotsi (2019). Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy, Kyiv. 350. <https://mepr.gov.ua/news/35955.html>
4. Honcharuk, V.V. (2010). Nauka o vode [Water science]. Naukova dumka, 512.
5. Neale, P. A., & Escher, B. I. (2019). In vitro bioassays to assess drinking water quality. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 7, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.06.006>
6. Kravchenko, O. O., Verholias, M. R., & Maksin, V. I. (2013). Otsinka henotoksychnosti nanoakvatsytrativ sribla ta midi za dopomohoiu mikroiadernoho testu na klitynakh krovei ryb *Danio rerio*. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya*, 5(1-2). 31-35. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/viewFile/2394/2338>
7. Rosenmai, A. K., Lundqvist, J., le Godec, T., Ohlsson, Å., Tröger, R., Hellman, B., & Oskarsson, A. (2018). In vitro bioanalysis of drinking water from source to tap. *Water research*, 139, 272-280. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.04.009>
8. Cherkashin. S. A. & Blinova. N. K. (2010). Vliyaniye tyazhelykh metallov na vyzhivayemost rakoobraznykh (obzor). *Gidrobiologicheskii zhurnal*. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/65589>
9. Kravchenko O. A. & Maksin V. I. (2016). Osobennosti povedeniya i akumuliyatsii nanoakvatsytrativ medi i tsinka v gidroekosistemakh. *Mikroelementy v meditsine*. 17(4). 44-48. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2016-17-4-44-48>
10. Yakist vody. Vidbyrannia prob. Chastyna 1. Nastanovy shchodo proektu prohram vidbyrannia prob [Water quality. Sampling. Part 1: Guide to Project sampling programs]. (2003) DSTU ISO 5667-1-2003 — ISO 5667-1:1980, IDT from 1st July 2004. Kyiv Derzhspozhyvstandart Ukrainy (In Ukrainian)
11. Voda pytna. Vymohy ta metody kontroliuvannya yakosti [Drinking Water. Requirements and control methods of quality](2014) DSTU 7425:2014 from 1st February 2015. Kyiv Minekonomrozvytku Ukrainy (In Ukrainian).
12. Halimova V. M. (2011). Otsinka stanu zabrudnennia pryrodno-antropohennykh ekosystem za vmistom svyntsiu, midi, tsynku, kadmiu [Assessment of the state of pollution of the natural and anthropogenic ecosystem by the content of lead, copper, zinc, cadmium]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
13. Surovtsev I. V., Galimova V. M., Mank, V. V., & Kopilevich V. A. (2009). Determination of heavy metals in aqueous ecosystems by the method of inversion chronopotentiometry.

- Journal of water chemistry and technology, 31(6), 389-395. <https://doi.org/10.3103/S1063455X09060071>
14. Titov A. F., Kaznina N. M., & Talanova V. V. (2014). Tyazhelye metally i rasteniya [Heavy metals and plants]. Petrozavodsk: KarRC of RAS.
 15. Yakist vody. Vyznachannya hostroi letalnoi toksychnosti na Daphnia magna Straus ta Ceriodaphnia affinis Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) [Water quality. Determination of acute lethal toxicity on Daphnia magna Straus and Ceriodaphnia affinis Lilljeborg (Cladocera, Crustacea)] (2003). DSTU 4173:2003ISO 6341: 1996, MODKyiv Derzhspozhyvstandart Ukrainy (In Ukrainian)
 16. Yakist vody. Vyznachannya subletalnoi ta khronichnoi toksychnosti khimichnykh rechozyn ta vody na Daphnia magna Straus i Ceriodaphnia affinis Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) [Water quality - Determination of long term toxicity of substances to Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea)] (2003) DSTU 4174:2003ISO 1076:2000, MOD, Kyiv Derzhspozhyvstandart Ukrainy (In Ukrainian)
 17. La Pera, L. et al (2008). Statistical study of the influence of fungicide treatments (mancozeb, zoxamide and copper oxychloride) on heavy metal concentrations in Sicilian red wine. Food additives and contaminants, 25(3), 302-313. <https://doi.org/10/1080/02652030701329603>
 18. Dudnik S. V. & Yevtushenko M. Yu. (2013). Vodna toksykologhiia: osnovni teoretychni polozhennia ta yikhnie praktychnee zastosuvannia [Water toxicology: basic theoretical positions and their practical application]. Kyiv Vydavnytstvo fitosotsiologichnoho tsentru. 295.
 19. Voitenko L., Kopilevich V., & Strokalo M. (2015). The conception of water quality assessment used Harrington's desirability function for different kinds of water consumption. Bioresursy i pryrodokorystuvannia, 7(1-2), 25-36. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/6371>

O. O. Kravchenko, B. M. Galimova, V. A. Kopilevich, A. M. Churilov, V. V. Chobotar (2020). COMPARATIVE ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY OF INDIVIDUAL SETTLEMENTS OF MOGILS-PODILSKY DISTRICT OF VINNITSA REGION. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 63-73.
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14321>.
<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.007>.

Abstract. The work is devoted to the actual problem of environmental safety and quality assessment of various water sources Mohyliv-Podilsky district of Vinnitsa region. It has been carried out hydrochemical analysis and calculated an index of pollution of natural waters, biological testing performed using a battery of test organisms, given recommendations to improve the water quality of the study area. It has been established that the most indicative parameters of pollution of water supply sources are hardness indicators, concentration of cadmium, lead, nitrates. None of the investigated sources have corresponded to the "clean water" indicator. Water samples that as a result of hydro-chemical analysis had been characterized by relatively safe, exhibited chronic toxicity for invertebrates. It has been found that water from a centralized source is characterized by the acute toxicity and leads to changes in living organisms at the cellular level.

It is recommended to carry out quarterly water sampling in the indicated sources; minimization of the use of nitrogen fertilizers in settlements, in particular, near water supply sources.

Keywords: water quality, transition metals, water pollution index, toxicity, bioassay

РІЗНОМАНІТТЯ УГРУПОВАНЬ ПТАХІВ ЛІСУ БОЯРСЬКОЇ ЛІСОВОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ НА ГРАДІЄНТІ АНТРОПІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

ГАЙЧЕНКО В. А., доктор біологічних наук, професор,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: gaychenko_v@ukr.net
orcid.org/0000-0003-4933-7379

ШУПОВА Т. В., кандидат біологічних наук, старший науковий
співробітник, Інститут еволюційної екології НАН України
E-mail: tv.raksha@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2829-8633>

Анотація. Матеріал зібраний у гніздовий період 2013 та 2015 рр. на чотирьох модельних ділянках лісу Боярської лісової дослідної станції. Ліс є культурфітоценозом на основі *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Q. rubra* L. Проаналізовано видовий склад птахів, їхню чисельність, індекси α -різноманіття, індекс синантропізації угруповань за Jedrucktowski; схожість угруповань птахів визначали з використанням кластерного аналізу в «OriginPro 9.0». Обліковано 65 видів птахів 11 рядів, 35 з яких гніздиться в заказнику. На ділянках, які не мають охоронного статусу, відмічено 20–27 видів. У лісах, де переважає *Q. Robur*, зареєстровано 42 види, а де *P. sylvestris* – 35. За чисельністю домінують *Parus major* L. та *Fringilla coelebs* L. Наявність у списку субдомінантів *Anthus trivialis* L. та *Phylloscopus sibilatrix* Bechstein є позитивною характеристикою лісу. Синантропність угруповань птахів лісових модельних ділянок збільшується за градієнтом посилення антропогенного навантаження: індекс синантропізації з 0,4 до 0,65, а частка синантропів із 0,66 до 0,81. Адвентивні види відсутні. Видове різноманіття та кількість видів в угрупованнях зменшується за градієнтом антропогенного навантаження. Схожість угруповань та їхнє α -різноманіття залежить від антропогенного навантаження, а не від співвідношення видового складу основних лісоутворюючих порід дерев, а розподіл видів в угрупованнях за частковою кількістю, навпаки – від складу деревостану. На ділянках лісу з переважанням *P. sylvestris* в угруповання птахів розподіл їх за частковою кількістю збалансоване; на ділянках із переважанням *Q. robur*, - ні.

Ключові слова: α -різноманіття, угруповання птахів, синантропізація, градієнт трансформації, ліс.

Сучасний рівень антропогенного впливу привносить множинні зміни в усі ландшафти. Вони призводять до деградації біотопів, порушень умов життя тварин, трансформації їхніх спільнот, елімінації видів [15]. Збереження видового різноманіття – один із пріоритетних напрямів розвитку біологічних наук кінця ХХ – початку ХХІ століть [28]. Величина різноманітності часто вважається показником кращого чи гіршого стану екосистеми і використовується як індекс її благополуччя [5]. У зв'язку з цим, виявлені зміни різноманітності засвідчують якісні зміни функціонування екосистеми. Птахи є однією з найбільш впливовою фауністичною складовою природних систем [17; 26], чутливі до будь-яких порушень середовища [10], що відбивається на їхньому видовому складі, чисельності, просторовому розміщенню [11; 12]. Тому вони є кращими індикаторами зміненої обстановки біотопу, ступеня його деструкції, а вивчення стану орнітофауни сучасних екосистем не втрачає актуальності [13; 16; 20]. В Україні, з її розгалуженою транспортною мережею й суттєвими урбанізованими територіями, складно знизити фрагментацію природних біотопів і створити цілісний каркас екологічної мережі. Основним напрямом у збереженні видів тварин і середовища їх проживання є стимулювання природоохоронних заходів у туристичній, рекреаційній та рекультивативній роботі.

Мета: повести інвентаризацію орнітофауни Боярської лісової дослідної станції і з'ясувати стан угруповань птахів лісових ділянок на градієнті антропогенного навантаження.

Методи

Боярська лісова дослідна станція організована 1925 року. Розташована станція в Київській височинній об-

ласті Подільсько-Придніпровського лісостепового краю Лісостепової природно-географічної зони [1]. Найбільш поширеним типом лісу тут є свіжі грабово-дубово-соснові діброви (53,3 % площі) і свіжі дубово-соснові субори (29,4 %). Середній вік насаджень близько 70 років [6]. Матеріал зібраний на території 4-х модельних ділянок Боярської лісової дослідної станції. Усі вони є культурфитоценозами на основі *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Q. rubra* L. 2 ділянки є субір, 2 – мішані діброви. По одній ділянці діброви (Q1) і субір (P1) взяті в центрі масиву лісу, і по одній – на його околиці (Q2; P2). Ділянка Q1 розташована на території заказника Дзвінківський, P1 – на території Плисецького лісництва Боярської лісової дослідної станції в м Боярка; ділянки Q2 і P2 – на території Боярського лісництва Боярської лісової дослідної станції в с. Крутлик. Під час проведення досліджень відвідування людьми (окрім дослідників) ділянок Q1 та P1 не спостерігалось, на ділянці P2 проводилися лісгосподарські роботи з використанням автомобільної техніки, а на ділянці Q2 відмічені велосипедисти та відвідувачі на особистому автотранспорті. З урахуванням розташування лісових ділянок щодо транспортних магістралей та населених пунктів, кількості доріг, наявних у лісовому фрагменті, а також відвідуваності людьми ми оцінювали ступінь антропогенного навантаження на біотоп. За градієнтом посилення антропогенного навантаження модельні ділянки утворюють такий ряд: Q1-P1-P2-Q2. Обстежено також прилеглі до лісових масивів луку й поле, що включають невеликі острівці деревних насаджень.

Спостереження за птахами проводили в гніздовий період (червень 2013 і травень 2015 років.) Розподіл птахів

визначали методом обліків чисельності птахів на маршрутах [9]. Сумарна довжина маршрутів склала 5 км. Для порівняння орнітофауни модельних лісових фрагментів аналізували видовий склад птахів і їхню чисельність, розраховували ряд загальноприйнятих індексів, що виражають залежності між числом видів і їхньою кількістю. Оскільки немає загальноприйнятої точки зору щодо того, який з індексів характеризує різноманітність краще, зазвичай, використовують кілька індексів, у підборі яких ми дотримувалися рекомендацій даних Е. Мегарран [5], і розраховували такі індекси: різноманіття: Менхініка $D_{Mn} = S/\sqrt{N}$; Маргалєфа $D_{Mg} = (S-1)/\ln N$; Шеннона $H' = -\sum (P_i \times \ln P_i)$; Сімпсона $U_s = 1/D_s$; домінування: Сімпсона $D_s = \sum (P_i \times (N_i - 1)/(N-1))$; Бергера-Паркера $D_{bp} = N_{i_{max}}/N$; Макінтоша $D_m = (N - \sqrt{\sum N_i})/(N - \sqrt{N})$; рівномірності розподілу видів Пієлу: $E_p = H'/\ln S$, де: S – число виявлених на ділянці видів, N – загальна чисельність птахів усіх видів, відзначених на ділянці, N_i – чисельність кожного виду, $N_{i_{max}}$ – чисельність найчисленнішого виду, $P_i = N_i/N$ – відносна кількість виду. Індекс синантропізації угруповань птахів визначали за формулою Jedrucktowski [2]: $W_s = L_s/L_o$, де L_s – число синантропних видів, L_o – загальне число видів. За графічної обробки матеріалу вказували стандартну похибку. Для з'ясування подібності угруповань птахів провели кластерний аналіз орнітофауни досліджуваних біотопів у програмі «Origin Pro 9.0». В аналізі використовували показники чисельності птахів і індексів видового багатства угруповань.

Результати

На території Боярської лісової дослідної станції відмічено 65 видів птахів 11 рядів, з них 52 види в лі-

сових насадженнях, 21 – на прилеглих до них луках і полях. Найбільше число видів (35) мешкає на території «Дзвінківського» заказника. На інших модельних ділянках число видів птахів коливається від 20 до 27. У мішаних дібровах зареєстровано 42 види, а в суборах – 35. Адвентивні види птахів у насадженнях Боярської лісової дослідної станції відсутні.

Видовий склад угруповань птахів дібров у 1,2 раз ширше, ніж суборах, але в основному, кількість видів птахів зооценозів і величини індексів різноманіття більше залежать від антропоїчного навантаження на біотопи. Дані всіх індексів показують зниження видового різноманіття за градієнтом посилення антропоїчного навантаження. Кількість видів птахів угруповань також зменшується за градієнтом (рис. 1а)). Прояв домінування, і рівномірності розподілу видів в угрупованнях птахів модельних ділянок Боярської лісової дослідної станції відрізняється несуттєво за даними всіх використаних індексів (рис. 1 б)).

Розподіл видів за кількістю в угрупованнях птахів, виявив відмінність між дібровами й суборами. У перших спостерігається більший, ніж у других, тиск домінуючих видів птахів над фоновими, і, отже, менш збалансований стан орнітокомплексів (рис. 2). Крива для угруповань птахів Q1 та Q2 демонструє значний перепад між домінуючими видами птахів та фоновими, а для ділянок P1 та P2 хід кривої більш плавний, та розташування її вище за криві Q1 та Q2. Це вказує на те, що на ділянках лісу з переважанням *P. sylvestris* орнітоценози за частковою кількістю особин в угрупованнях більш збалансовані, ніж із переважанням *Q. robur*.

В угрупованнях птахів на всіх ділянках за чисельністю домінують си-

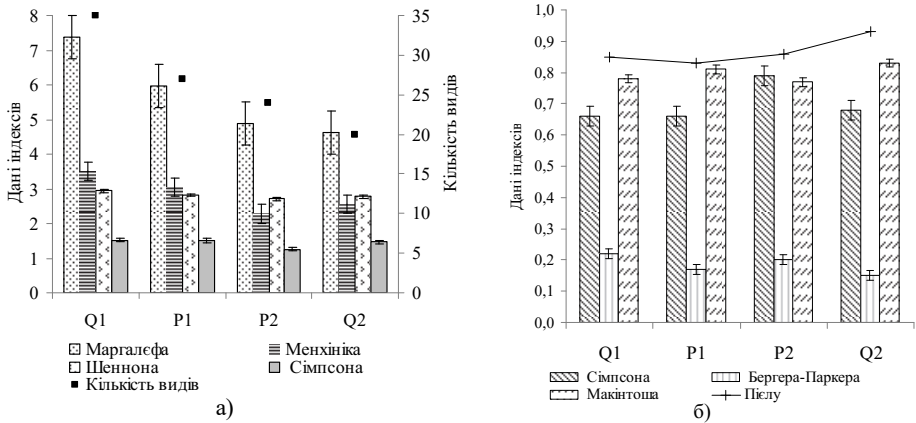


Рис. 1. α -різноманітність орнітофауни модельних ділянок лісу Боярської лісової дослідної станції: а) видове різноманіття; б) домінування і рівномірність розподілу видів

ниця велика (*Parus major* L.) і зяблик (*Fringilla coelebs* L.). Список субдомінантів різних модельних ділянок лісу відмінний (табл.1). Усі ці види є типовими домінантами лісів регіону. Найявність у списку субдомінантів – щеврика лісового (*Anthus trivialis* L.) і вівчарика жовтобрового (*Phylloscopus sibilatrix* Bechstein) є гарною харак-

теристикою ділянки лісу P1, що вказує на достатню кількість захищених фрагментів наземного ярусу для проживання птахів, які облаштовують гнізда на поверхні землі.

У кожному з лісових фрагментів виявлено 11–14 синантропних видів. Індекс синантропізації угруповань за Jedructkowski досить високий (0,40–

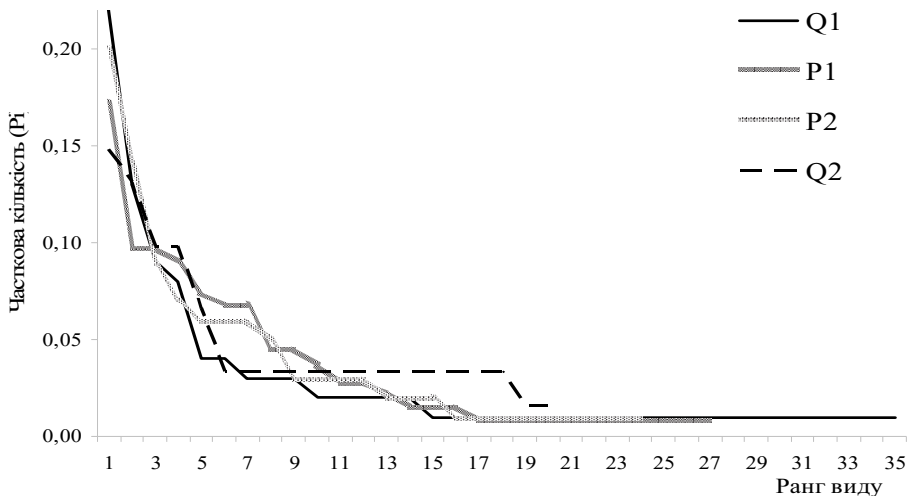


Рис. 2. Розподіл видів птахів модельних ділянок лісу Боярської ЛДС за частковою кількістю особин в угрупованнях

Таблиця 1. Домінанти угруповань птахів, що гніздяться на модельних ділянках

Модельні ділянки	Вид	Відносна чисельність (ос/км)	Часткова кількість в угрупованні (Pi)
Q1	<i>Parus major</i> L.	22	0,220
	<i>Fringilla coelebs</i> L	13	0,130
	<i>Sitta europaea</i> L.	9	0,090
P1	<i>Parus major</i> L.	13,5	0,172
	<i>Turdus pilaris</i> L.	7,6	0,097
	<i>Anthus trivialis</i> L.	7,6	0,097
	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> Bechstein	7,1	0,090
	<i>Fringilla coelebs</i> L	5,3	0,068
P2	<i>Fringilla coelebs</i> L	22,2	0,200
	<i>Parus major</i> L.	15,6	0,141
	<i>Erithacus rubecula</i> L.	9,9	0,089
	<i>Phylloscopus collybita</i> Vieillot	7,8	0,070
Q2	<i>Sturnus vulgaris</i> L.	9	0,148
	<i>Parus major</i> L.	8	0,131
	<i>Fringilla coelebs</i> L	6	0,098
	<i>Turdus merula</i> L.	6	0,098

0,65). Величина індексу синантропізації й часткова кількість синантропних птахів в орнітоценозах збільшується за градієнтом посилення антропогенного навантаження (рис. 3).

Для порівняння подібності орнітофауни модельних ділянок проведено кластерний аналіз за списками видів птахів і їхньої чисельності, та за показниками індексів видового

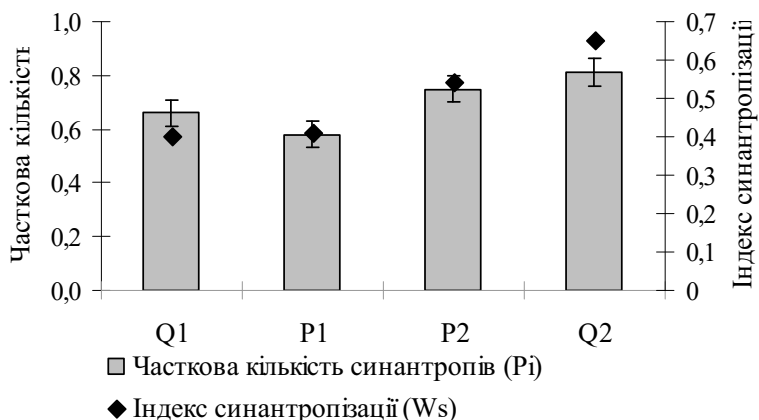


Рис. 3. Синантропність угруповань птахів модельних ділянок лісу Боярської ЛДС

різноманіття, домінування, рівномірності розподілу видів в угрупованнях птахів цих ділянок. Обидві діаграми демонструють найбільшу схожість орнітоценозів ділянок, які перебувають на околиці лісництва, межують з автомобільною магістраллю, полями, і підлягають сильнішому антропоїчному навантаженню, ніж ділянки, розташовані всередині великого масиву лісу (Рис. 4). Аналіз показників α -різноманіття угруповань птахів (Рис. 4б)) виявляє більш істотні відмінності орнітофауни, ніж порівняння списків видів і їхньої чисельності (Рис. 4а)).

Обговорення

Рекреаційна й господарська діяльність у лісі призводить до витоптування підстилки, ущільнення поверхневого шару ґрунту, механічного пошкодження рослинності, трансформації рослинного покриву й зумовлює структурно-функціональні зміни угруповань тварин [4; 11]. Завдяки великій кількості видів і широкій екологічній валентності, птахи освоюють змінені біотопи [29] і пристосову-

ються до існування в нових умовах. Для наших досліджень ми обрали ділянки, схожі за структурою фітоценозу, але які відрізняються умовами оточуючого середовища: дві ділянки лісу досліджені в глибині великого лісового масиву, і дві – невеликі фрагменти на околиці лісництва. Виявлені нами відмінності в населенні птахів модельних лісових фрагментів показують збіднення видового складу і α -різноманіття угруповань птахів під впливом антропоїчного навантаження у міру віддалення від центру лісу й наближенні до населених пунктів та доріг, і, як наслідок, збільшення їх відвідуваності. Ми виявили, що видовий склад птахів лісу з переважанням *Q. robur* у 1,2 рази ширший, ніж із переважанням *P. sylvestris*, але розподіл видів за частковою кількістю особин в угрупованнях птахів деревних насаджень із переважанням *Q. robur* в складі основних порід, менш збалансований. Виявлена значна різниця часткової кількості між фонovими видами та домінантами. Цей факт можна надати на підтримку дослідників, які вказують у якості найбільш значу-

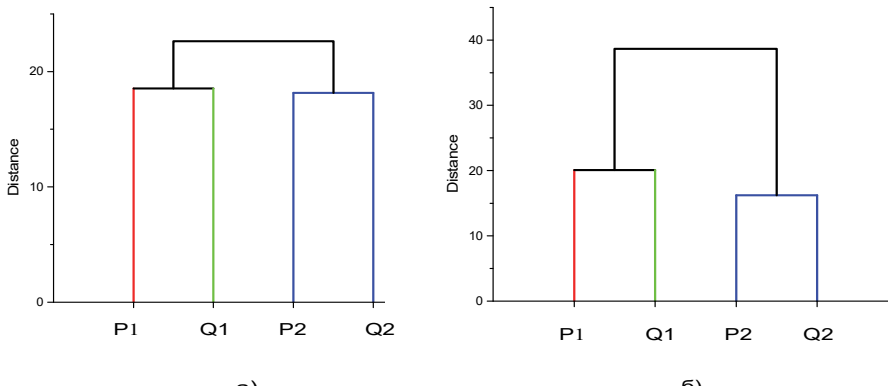


Рис. 4. Подібність угруповань птахів модельних ділянок Боярської лісової дослідної станції: а) за даними видового складу і відносної чисельності (ос / км) птахів; б) за даними α -різноманіття угруповань птахів

щої характеристики біотопу ступінь структурної складності фітоценозу [18; 22; 24].

Домінуючими за чисельністю видами є синиця велика й зяблик. Вони відзначені в якості домінантів і в природних лісах регіону [7]. У лісах урбанізованих територій Європи щільність гніздування цих видів несуттєво відрізняється від їхньої щільності у природних лісах [19]. Більшість субдомінантів угруповань птахів Боярської дослідної лісової станції також широко розповсюджені в лісостеповій зоні [7; 11; 12]. Наявність у списку шеврика лісового і вівчарика жовтобрового є гарною ознакою, оскільки для птахів, що гніздяться на землі, істотним фактором, що впливає на їхню чисельність, є стан трав'янистого й чагарникового ярусів [21; 27]. Позитивною характеристикою насаджень Боярської лісової дослідної станції є також відсутність в списку її орнітофауни адвентивних видів птахів. Наявність чужорідних видів є важливим індикатором порушень природної екосистеми. Хоча птахи не є небезпечними трансформерами середовища існування, інтеграція нових видів до угруповання тягне за собою зміни в його структурі та функціонуванні, а в орнітоценозах із низьким видовим складом можливий значний дисбаланс подальшого розвитку [3].

Трансформація ландшафтів часто призводить до зниження багатства видів унаслідок зменшення розмірів популяцій деяких видів [23]. Цьому може сприяти і процес фрагментації середовища проживання. У дрібних фрагментах природного середовища рідкісні види птахів мають менше можливостей для зустрічі статевого партнера, і, отже, менше шансів для розмноження [8; 14; 25; 30]. Кластерний аналіз у нашому дослідженні показав схожість орнітофа-

уни невеликих лісових ділянок околиці лісництва, які межують з автомобільною магістраллю, полями, і піддаються найсуттєвішому антропоційному навантаженню. Для подальших досліджень ми пропонуємо аналіз показників видового багатства угруповань птахів, оскільки він виявляє більш істотні відмінності орнітофауни, ніж порівняння списків видів і їхньої чисельності.

Висновки.

Загалом приблизно 80 % видового складу птахів ($n = 65$) Боярської лісової дослідної станції мешкає в лісових насадженнях, 20 % – на території лук. Домінують за чисельністю синиця велика (*P. major* L.) і зяблик (*F. coelebs* L.). Синантропні види (40 %; $n = 65$) більш характерні для околиці лісового масиву, ніж для його центральної частини. Синантропність угруповань птахів лісових ділянок збільшується відповідно до посилення антропоційного навантаження: індекс синантропізації з 0,4 до 0,65, а відносна кількість особин синантропних птахів із 0,66 до 0,81. Адвентивні види птахів відсутні. Ступінь подібності угруповань птахів між собою і їхнє α -різноманіття пов'язане з антропоційним навантаженням, а не зі співвідношенням видового складу основних лісоутворюючих порід дерев. Розподіл видів в угрупованнях за частковою кількістю особин навпаки – на ділянках лісу з переважанням *P. sylvestris* орнітоценози збалансовані, а на ділянках із переважанням *Q. robur* – ні.

References:

1. Belisle M., St. Clair C.C. (2001). Cumulative effects of barriers on the movements of forest birds. *Ecology and society*, 5(2), 1–9. <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art9>

2. Bibby, C., Burgess, N., Hill, D., Mustoe, S. (2000). *Bird census techniques*. 2nd ed. London: Academic Press. 303 p.
3. Blair R.B., Johnson E.M. (2008). Suburban habitats and their role for birds in the urban-rural habitat network: Points of local invasion and extinction? *Landscape Ecol.*, 23, 1157–1169. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9267-y>
4. Blinkova, O., Shupova, T. (2017). Bird communities and vegetation composition in the urban forest ecosystem: correlations and comparisons of diversity indices. *Ekológia (Bratislava)*, 36(4), 366–387. DOI:10.1515/eko-2017-0029
5. Blinkova, O., Shupova, T. (2018). Bird communities and vegetation composition in natural and semi-natural forests of megapolopolis: correlations and comparisons of diversity indices (Kyiv city, Ukraine). *Ekológia (Bratislava)*, 37(3), 259–288. <https://doi.org/10.2478/eko-2018-0021>
6. Blinkova, O. I., Shupova, T. V., & Raichuk, L. A. (2020). Syn-Ecological Connections and Comparison of A-Diversity Indices of Plant and Bird Communities on Cultivated Coenoses, *Journal of Landscape Ecology* (published online ahead of print), 000010247820200010. doi: <https://doi.org/10.2478/jlecol-2020-0010>
7. Caplat P., Fonderflick J. (2009). Area mediated shifts in bird community composition: A study on a fragmented Mediterranean grassland // *Biodiversity and Conservation*, 18(11), 2979–2995.
8. Ditchkoff, S.S., Saalfeld, S.T., Gibson, C.J. (2006). Animal behavior in urban ecosystems: Modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosystem*, 9, 5–12. <https://doi.org/10.1007/s11252-006-3262-3>
9. Everard, M., (2008). Selection of taxa as indicators of river and freshwater wetland quality in the UK. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18 (6), 1052–1061. doi:10.1002/aqc.896.
10. Fischer, J., Lindenmayer, D.B., Blomberg, S.P., Montague-Drake, R., Felton, A. and Stein J.A. (2007). Functional richness and relative resilience of bird communities in regions with different land use intensities. *Ecosystems* 10(6), 964–974. DOI: 10.1007/s10021-007-9071-6.
11. Gabbe, A.P, Robinson, S.K. and Brawn J.D. (2002). Tree-Species Preferences of Foraging Insectivorous Birds: Implications for FloodplainForest Restoration. *Conservation Biology*, 16(2), 462–470. doi:10.1046/j.1523-1739.2002.00460.x.
12. Graham, C., Wilson, M., Gittings, T., Kelly, T., Irwin, S., Sweeney, O. and O'Halloran J. (2014). Factors affecting the bird diversity of planted and semi-natural oak forests in Ireland. *Bird Study* 61, 309–320. DOI: 10.1080/00063657.2014.927415
13. Gaychenko, V.A., Shupova, T.V. (2019). Transformation of the community of nesting birds in the process of reorganization of the forest ecosystem into a park. *Ecology and Noospherology*, 30(1), 3–13. doi: 10.15421/031901
14. Heyman, E. (2010). Clearance of understorey in urban woodlands: assessing impact on bird abundance and diversity. *Forest Ecology and Management* 260(1), 125–131. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.04.011.
15. Hinsley, S., Bellamy, P., Newton, I. & Sparks T. (1995). Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. *J. Avian Biol.*, 26, 94–104. DOI: 10.2307/3677057
16. Isotti R., Luiselli L., Fanfani A. (2014). Null model analysis of community structure reveals that patch quality influences the conservation of complex bird communities in mediterranean habitats. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*. Vol. 69(2), 120–130. <http://hdl.handle.net/2042/55992>
17. James, F. and Wamer N. (1982). Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63, 159–171. DOI: 10.2307/1937041.
18. Norton M.R., Hannon S., Schmiegelow F.K. (2000). Fragments are not islands: patch vs.

- landscape perspectives on songbird presence and abundance in harvested boreal forest. *Ecography*, 23, 209–223.
19. Robledano, F., Esteve, M. A., Farinós, P., Carreño M. F., & Martínez-Fernández, J. (2010). Terrestrial birds as indicators of agricultural-induced changes and associated loss in conservation value of Mediterranean wetlands. *Ecological Indicators*, 10, 274–286. doi:10.1016/j.ecolind.2009.05.006.
20. Šalek, M., Svobodova, J., Zasadil, P. (2010). Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forests in central Europe. *Landscape Ecology*, 25(7), 1113–1124. doi:10.1007/s10980-010-9487-9.
21. Seymour, C. L., Simmons, R. E., Joseph, G. S., Slingsby, J. A. (2015). On Bird Functional Diversity: Species Richness and Functional Differentiation Show Contrasting Responses to Rainfall and Vegetation Structure in an Arid Landscape. *Ecosystems*, 18 (6), 971–984. doi:10.1007/s10021-015-9875-8.
22. Walther B. (2002). Vertical stratification and use of vegetation and light habitats by Neotropical forest birds. *Journal of Ornithology*, 143, 64–81. DOI: 10.1007/BF02465460.
23. Zannette L. (2001). Indicators of habitat quality and the reproductive output of a forest songbird in small and large fragments. *Journal of Avian Biology*, 32, 38–46.
-

V.A. Gaychenko, T.V. Shupova (2020). DIVERSITY OF BIRD COMMUNITIES OF THE FOREST IN THE BOYARSKA EXPERIMENTAL STATION AT THE GRADIENT OF ANTHROPIC LOAD. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 74-82.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14322>.

<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.008>.

Abstract. Bird communities was researched according to the transect method in the nesting period of 2013 and 2015. 4 model forest plots in the Boyarskaya Experimental Station were selected. All of them are culture phytocenoses based on *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Q. rubra* L. The species composition of birds, their abundance, α -diversity indices, synanthropization index of bird communities (to Jedryctkowski) were analyzed. The similarity of bird communities was determined using cluster analysis in "Origin Pro 9.0". 65 bird species of 11 orders were recorded. 35 species of them live in the species reserve. On model plots that not have conservation status, the number of species in bird communities is 20–27. In plots with a dominance of *Q. robur*, 42 species were recorded, with a dominance of *P. sylvestris* - 35 species of the birds. Dominants in bird communities *Parus major* L. and *Fringilla coelebs* L. The presence in the list of subdominants *Anthus trivialis* L. and *Phylloscopus sibilatrix* Bechstein is a positive characteristic of the forest. The synanthropic of bird communities increases according to the increase in anthropic load: the synanthropization index from 0.4 to 0.65, the relative abundance of synanthropic birds in communities from 0.66 to 0.81. There are no alien birds. The species diversity and the number of bird species in the communities decreases along the gradient of increasing anthropic load. The similarity of bird communities and their α -diversity depends by the anthropic load, and not by the ratio of the species composition of the forest trees. The distribution of relative abundance of species in bird communities, on the contrary, is associated with the ratio of the species composition of trees. In forest plots dominated by *P. sylvestris*, bird communities are balanced, in plots with a predominance of *Q. robur*, disturbances in the development of bird communities are noticeable.

Keywords: α -diversity; community of the birds, synanthropization, gradient of transformation, forest

АНАЛІЗ ФОСФОЛІПІДНИХ БІОМАРКЕРІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦІНКИ СТРУКТУРИ МІКРОБНИХ УГРУПУВАНЬ НА ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ТЕРИТОРІЯХ

Ю.В. РУБАН, аспірантка кафедри радіобіології та радіоекології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: yuliyaruban24@gmail.com

К.Є. ШАВАНОВА, кандидат біологічних наук
В.В. ІЛЛЕНКО, кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри
радіобіології та радіоекології

Національний університет біоресурсів і природокористування України
К.Д. КОРЕПАНОВА, студентка магістратури, факультету захисту
рослин, біотехнології та екології

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Д.О. САМОФАЛОВА, кандидат біологічних наук,
Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України

С.Б. НИКОНОВ

Н.Ф. ШПИРКА, асистент кафедри землеробства та гербології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Н.Г. НЕСТЕРОВА, кандидат сільськогосподарських наук, кафедри
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики,

Національний університет біоресурсів і природокористування України
О.Ю. ПАРЕНЮК, кандидат біологічних наук, старший науковий
співробітник кафедри радіобіології та радіоекології,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Наявність у середовищі специфічних та нехарактерних для місцевості компонентів здатне змінювати стан ценозів. Добре дослідженим є вплив іонізуючого випромінювання на рослинні угруповання, тварин та людину, проте його дію на мікрофлору ґрунту вивчено недостатньо. Саме тому у представленій роботі було досліджено вплив радіонуклідного забруднення на мікробну мікрофлору проб ґрунту з території ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (траншея), «Рудий ліс 2» (поза траншеєю), «Ставка охолоджувача» та «Залісся». За допомогою аналізу фосфоліпідних біомаркерів було визначено вміст фосфоліпідних жирних кислот (ФЛЖК). Найвищий рівень сукупної ФЛЖК спостерігався на території «Залісся» та склав $17,40 \pm 10,59$ мкг/г. З території

ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (траншея) та «Рудий ліс 2» (поза траншеєю) показник рівню сукупної ФЛЖК склав $16,29 \pm 3,43$ мкг/г та $16,40 \pm 2,90$ мкг/г відповідно. Показники ФЛЖК у «Ставку охолоджувачі» значно відрізняються від «Рудого лісу» та «Залісся».

За результатами проведення оцінки відсоткового складу таксономічних груп у зразках було помічено підвищений вміст грибів, грампозитивних та грамнегативних бактерій у ПТЛРВ «Рудий ліс» відносно точки «Залісся».

Ключові слова: Біомаркери, радіонукліди, зона відчуження Чорнобильської АЕС, ФЛЖК, мікроорганізми

Вступ.

На сьогодні дослідження мікробного різноманіття та його функціонування в екосистемах є важливим завданням для покращення оцінки та контролю стану навколишнього середовища. Вплив іонізуючого випромінювання на рослинні угруповання, тварин та людину добре досліджено для розуміння процесів та їх наслідків (Einor et al., 2016; Ivanishvili et al., 2016). Проте його дія на мікрофлору ґрунту залишається недостатньо вивченою (Niedrée et al., 2013). Враховуючи здатність мікроорганізмів пристосовуватися до умов високого радіаційного фону, вивчення змін в їх угрупованнях є перспективним з декількох причин. По-перше, мікроорганізми, як складова мікроценозів, є першопричиною біокорозії споруд, що може призвести до розгерметизації захоронень радіоактивних речовин (Tribollet, 2012). По-друге, за наявності у середовищі специфічних та нехарактерних для місцевості компонентів, стан ценозів здатен змінюватися.

Під час здійснення першочергових заходів з ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС (1986-1987 рр.), на території зони відчуження було створено об'єкти для захоронення та локалізації великих обсягів аварійних радіоактивних відходів (РАВ). Наслідком цього стало створення пунктів захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ):

«Буряківка», «Підлісний», «Ш черга ЧАЕС» та пунктів тимчасової локалізації радіоактивних відходів (ПТЛРВ). На території зони відчуження розміщено дев'ять ПТЛРВ: «Станція Янів», «Нафтобаза», «Піщане плато», «Рудий ліс», «Стара Будбаза», «Нова Будбаза», «Прип'ять», «Копачі», «Чистоголівка». Оціночна кількість траншей і буртів ПТЛРВ коливається від 800 до 1000, точні місця розташування частини з яких потребують уточнення.

Утворені об'єкти є унікальними за своїм мікробним та компонентним складом і можуть бути перспективними для широкого спектру наукових досліджень. Детальне вивчення впливу радіонуклідного забруднення на довкілля та його зміни під дією фізико-хімічних та біологічних факторів на подібні об'єкти відкриває нові особливості функціонування мікроценозів в середовищах з РАВ.

Сучасні радіобіологічні дослідження мікроценозів не можуть бути повними без залучення нових методів та підходів молекулярно-генетичного аналізу. Враховуючи неповну картину попередніх досліджень впливу природних та антропогенних чинників на мікробні угруповання, слушним є застосування вищевказаних методик.

Розвиток незалежних від лабораторного культивування методів, таких як аналіз фосфоліпідних жирних кис-

лот (PLFA- phospholipid-derived fatty acids) або аналіз ліпідних біомаркерів, відкрив нові горизонти у вивченні мікробних угруповань. Фосфоліпіди – це компоненти клітинних мембран, що становлять відносно малу частину клітини та швидко розкладаються після її загибелі. Таким чином, аналіз фосфоліпідних жирних кислот (ФЛЖК) характеризує життєздатну бактеріальну біомасу (Zelles, 1999).

Перші дані про використання біомаркерного аналізу ФЛЖК опубліковано групою американських вчених Вайтом та інш. в 1979 р., коли його було використано для оцінки мікробної біомаси з морських і естуарних (прибережних) відкладень (White et al., 1979). Цей метод був модифікацією оригінальної процедури вилучення ліпідів з тканин риб. Він започаткував використання мікробних ліпідів в якості біомаркерів для визначення структури мікробного угруповання та метаболічної активності в подальших екологічних дослідженнях (Bligh & Dyer, 1959).

Аналіз ФЛЖК в ґрунті складається з таких етапів: підготовка проб ґрунту, екстракція ліпідів, розділення на нейтральні, гліко- та фосфоліпіди, дериватизація, аналіз та ідентифікація дериватів у вигляді метилових ефірів жирних кислот (FAME - methyl ester fatty acids) фізико-хімічними методами.

Ліпіди вилучаються, як правило, з висушених і ретельно розтертих зразків ґрунту за допомогою органічних розчинників (гексан, бензол, хлороформ, етанол та інші). Найчастіше, для екстракції ліпідів використовується метод Блайя і Дайера або його модифікації з використанням однофазної екстрагуючої суміші хлороформу, метанолу та деіонізованої води (1:2:0,8 об/об/об) (Bligh & Dyer, 1959). Також, зустрічається використання фосфатно-

го або цитратного буферів замість води (Apostel et al., 2018). Альтернативними методами екстракції ліпідів з ґрунту є використання суміші хлороформу і метанолу (2:1 об/об) (Jeannotte et al., 2011) або дихлорметану і метанолу (3:1; об/об) (Rushdi et al., 2016).

Після екстракції з ґрунтового зразку та видалення розчинника, проводять розділення ліпідів на нейтральні і полярні (гліколіпіди та фосфоліпіди) компоненти, використовуючи колонкову хроматографію та елюенти: хлороформ, ацетон та метанол – поетапно. Наступний етап передбачає отримання етилових ефірів жирних кислот (фематів), придатних для подальшої ідентифікації та кількісної оцінки. Їх отримання здійснюється прямою реакцією етерифікації, або шляхом переетерифікації складних ліпідів в середовищі метилового спирту із застосуванням кислотних (HCl або H₂SO₄ в метанолі або BF₃) або лужних каталізаторів (KOH або NaOH). Вибір каталізатора визначається метою дослідження. Отримані деривати вирифікуються за своєю приналежністю.

Традиційно, аналіз ліпідів відбувається за допомогою газово-рідинної хроматографії (ГРХ) або газової хроматографії-мас-спектрометрії з використанням похідних: фематів або етерів жирних кислот. Для аналізу спектрограм використовують різне програмне забезпечення, яке порівнює спектри ФЛЖК з базою даних мікроорганізмів та повертає оператору «відбиток» (від. англ. «fingerprint» – відбиток пальця) мікробного угруповання.

Загальноприйнятим є порівняння отриманих жирних кислот (ЖК) з таксономічною приналежністю відповідних біомаркерів (Таблиця 1) та аналізом «відбитку» мікробного угруповання.

Таблиця 1. Ліпідні маркери, характерні для представників певних таксонів і функціональних груп біоти

ФЛЖК біомаркери	Таксони та функціональні групи	Походження зразка	Посилання
Нерозгалужені насичені ЖК (14:0-18:0)	Загальний бактеріальний маркер	ЧК, ґрунт	(Zelles, 1997)
Мононенасичені ЖК	Грамнегативні бактерії	ЧК, ґрунт	(Zelles, 1997)
Гідроксо-заміщені ЖК (Карбонові кислоти) 2ОН 12:0; 3ОН 12:0; 2ОН 14:0; 3ОН 14:0; 2ОН 16:0; 2ОН 18:0	Грамнегативні бактерії	ґрунт	(Parker et al., 1982)
Циклопропілові насичені ЖК су17:0; су19:0	Грамположитивні бактерії	ЧК, ґрунт	(Wilkinson, 1988)
Розгалужені ЖК (a13:0; i13:0- a18:0; i18:0)	Грамположитивні бактерії	ЧК, ґрунт	(Vestal & White, 1989)
Метил-розгалужені ЖК 10Me16:0; 10Me17:0; 10Me18:0	Актиноміцети (актинобактерії)	ЧК, ґрунт	(Vestal & White, 1989)
16:1ω5t; 16:1ω8c; 16:1ω7c	Метанотрофи I типу (гаммапротеобактерії) Methylococcaceae	ЧК, ґрунт	(Nichols et al., 1985)
18:1ω8c; 18:1ω8t; 18:1ω6c	Метанотрофи типу II (альфапротеобактерії) Methylocystaceae	ЧК, ґрунт	(Nichols et al., 1985)
	Гриби	ЧК, ґрунт	(Vestal & White, 1989)
Поліненасичені ЖК 18:2ω6c; 18:3ω6c; 18:2ω9c	Сапротрофні гриби	ЧК, ґрунт	(Stahl & Klug, 1996)
18:3ω3	Гриби	Біоплівка, ЧК, ґрунт	(Zelles, 1997)
16:1ω5c	Арбускулярні гриби микоризи	Коріння рослин, ґрунт	(Olsson, 1999)
20:2ω6c; 20:3ω6c; 20:4ω6c	Найпростіші	ЧК, ґрунт	(White, 1988)

* Позначення жирних кислот наведені відповідно до номенклатури ІЮПАК: число атомів вуглецю в ланцюзі, число подвійних зв'язків, положення подвійних зв'язків від метильного кінця молекули (ω) префікси: i-, a-, су-, антеізо- та циклічні жирні кислоти; 10 Me – метильна група на 10-му вуглеці від карбоксильного кінця молекули; -c – цис-форма, -t – транс-форма; ЧК – чиста культура.

Мета. Використовуючи метод аналізу фосфоліпідних біомаркерів отримати дані щодо стану мікробного угруповання на територіях з підвищеним рівнем радіонуклідного забруднення.

Матеріали і методи дослідження.

У наших дослідженнях для аналізу були відібрані проби ґрунту з території ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (тран-

шея), «Рудий ліс 2» (поза траншеєю) та «Ставка охолоджувача». В якості порівняльної точки були використані проби з забруднених екосистем Чорнобильської зони відчуження «Залісся» (Таблиця 2).

Відбір зразків ґрунту проводився спеціальними пробовідбірними пристроями на глибину до 20 см. Проби, на кожній ділянці, відбирали у 5 точках методом «конверта», з кроком не менше 5 м. Змішаний зразок, загального

Таблиця 2. Координати точок відбору зразків у системі WGS84 (World)

№ з/п	Місце відбору зразків	Координати північної широти	Координати східної довготи
3	Залісся, ліс	51°15'01.9»	30°09'01.5»
6	Рудий ліс траншея	51°23'26.9»	30° 04'15.9»
7	Рудий ліс поза траншеєю	51°22'42.5»	30° 05'07.5»
8	Ставок охолоджувач	51°37'14.8»	30°13'98.9»

об'єму близько 1000 см³, складався з п'яти індивідуальних, відібраних з площі обстежуваного майданчика. Перед початком всіх робіт у лабораторних умовах, ґрунт сушили, ретельно перемішували, просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм та зважували.

Питома активність ¹³⁷Cs була визначена експериментально, дані щодо активності ⁹⁰Sr – було одержано із бази даних Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології НУБіП України (V. Kashparov et al., 2012; Valery Kashparov et al., 2018) 154Eu and soil property data; plutonium isotope activity concentrations in soil (including distribution in the soil profile. Вміст ¹³⁷Cs в попередньо підготовлених пробах ґрунту визначали на високоефективному гамма-спектрометрі «ADCAM-300» з напівпровідниковим детектором із високочистого германію GEM-30185 (виробництво EG&G ORTEC, США) і багатоканальним аналізатором ASPEC-927 і програмним забезпеченням GammaVision 32 («EG & ORTEC», США).

Активність ¹³⁷Cs вимірювали по лінії гамма-випромінювання 661,66 кеВ короткоживучого ^{137m}Ba. Вимірювання проводили в поліетиленових посудинах об'ємом 130 см³ і в посудинах Маріселлі об'ємом 1000 см³. Калібрування спектрометра здійснювалось з використанням сертифікованих еталонних матеріалів відповідно до вимог стандартизованого методу (ISO 18589-3:2007).

Для ФЛЖК аналізу, з кожної точки відбирались три індивідуальних зразки в радіусі одного метра з глибини до 10 см. Верхній шар рослинного покриву знімався перед відбором проб. Відібрані проби зберігались до аналізу при -20°C. Сукупну фракцію ліпідів екстрагували модифікованим методом Блайя-Дайера, розчином метанолу, хлороформу та цитрату / КОН (рН 4, об/об/об = 1: 2: 0,8) (Bligh & Dyer, 1959). Розділення сукупної фракції ліпідів було проведено методом колонкової хроматографії. Процес дериватизації було проведено в два етапи:

- гідроліз фосфатних груп лужним каталізатором в присутності метанолу протягом 10 хв. при 100°C,
- метилювання BF₃ в присутності метанолу при 80°C протягом 15 хв.

Зразки метилових ефірів було проаналізовано за допомогою газової хроматографії (GC5890 з MS 5971A, Agilent, Waldbronn, Німеччина). Отримані хроматограми було візуальзовано та проаналізовано за допомогою програми MassHunter фірми Agilent для інтеграції піків та ідентифікації жирних кислот. Інтегровані піки було описано з використанням програми Microsoft Excel 2016.

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами аналізу показників радіонуклідного забруднення територій природних екосистем та

ПТЛРВ було встановлено, що найвищою питомою активністю ^{137}Cs характеризуються ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (траншея) і «Рудий ліс 2» (поза траншеєю), яка склала 86600 ± 8660 Бк/кг та 33700 ± 3404 Бк/кг відповідно. Питома активність ^{137}Cs «Ставка охолоджувача» склала 3850 ± 350 Бк/кг. Найменш забрудненою встановлено ділянку з питомою активністю ^{137}Cs ґрунту 133 ± 17 Бк/кг, проби з якої було відібрано поблизу с. Залісся.

Аналіз ФЛЖЖ було використано в якості біомаркера для визначення структури мікробіомів, мікробної біомаси та функціонального стану мікробних угруповань. Склад профілів ФЛЖЖ визначається жирними кислотами з різною довжиною, насиченістю та розгалуженням карбонового ланцюга. Сукупність всіх ЖЖ у зразку вказує на вміст життєздатної біомаси та дозволяє охарактеризувати вплив факторів навколишнього середовища.

Використання аналізу ФЛЖЖ, як індикатора життєздатності мікробної

біомаси було прийнято на основі досліджень, що свідчать про їх швидку деградацію після смерті клітини.

Проаналізувавши вміст мікробної біомаси (рисунок 1), було помічено відмінності у рівні ФЛЖЖ з ПТЛРВ порівняно з території «Залісся». Найвищий рівень сукупної ФЛЖЖ спостерігався на території «Залісся» та склав $17,4 \pm 10,6$ мкг/г.

З території ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (траншея) та «Рудий ліс 2» (поза траншеєю) показник рівню сукупної ФЛЖЖ склав $16,3 \pm 3,4$ мкг/г та $16,4 \pm 2,9$ мкг/г відповідно. Що нижче, ніж з території «Залісся». Показники ФЛЖЖ у «Ставку охолоджувачі» значно відрізняються від «Рудого лісу» та «Залісся». Низький рівень ФЛЖЖ у зразках «Ставка охолоджувача» значною мірою був обумовлений ґрунтово-кліматичними факторами, ніж впливом радіоактивного забруднення території.

Під час проведення кількісної оцінки відсоткового складу груп (рисунок 2), у сукупній ФЛЖЖ у зразках

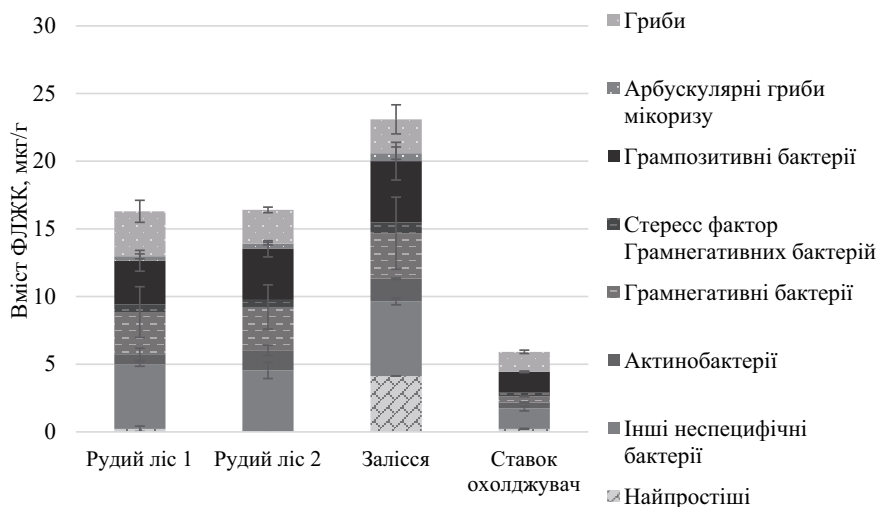


Рис. 1 Вміст сукупної ФЛЖЖ у зразках ґрунту забруднених радіонуклідами територій та чистої екосистеми.

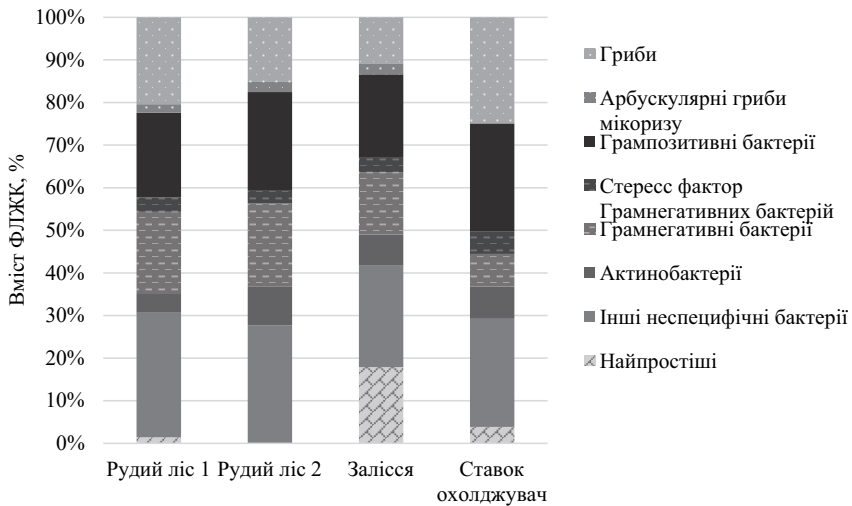


Рис. 2. Частка груп, що припадає на сукупну ФЛЖК у зразках ґрунту забруднених радіонуклідами територій та чистої екосистеми.

було помічено зміну профілю ПТЛРВ «Рудий ліс» відносно точки «Залісся».

Результати верифікації отриманих даних щодо зміни таксономічного складу дозволили встановити значне підвищення вмісту грибів, грампозитивних та грамнегативних бактерій у ПТЛРВ «Рудий ліс», порівняно з точкою «Залісся».

Базуючись на попередніх дослідженнях, важко стверджувати, що відмінність у складі ФЛЖК профілю обумовлена саме вмістом радіонуклідів. Проте, порівнюючи між собою дві подібні екосистеми, було виявлено відмінності у їх складі. При порівнянні профілів «Рудого лісу» у траншеї та поза траншеєю, було помічено збільшення вмісту грибів та зменшенню вмісту грампозитивних бактерій та актинобактерій.

Висновки і перспективи

За допомогою аналізу фосфоліпідних біомаркерів було отримано дані стосовно складу мікробного угруповання проб ґрунту з території ПТЛРВ «Рудий ліс 1» (траншея), «Рудий ліс

2» (поза траншеєю) та «Ставка охолджувача». Показано, що незважаючи на важкість та незначні недоліки методу, а саме – не відображення всієї повноти змін в природних популяціях окремих видів, для яких відсутня інформація про якісний та кількісний розподіл ЖК серед мікробних таксонів, такий підхід досі широко застосовується для оцінки мікробної біомаси в сучасних екологічних дослідженнях. Аналіз ФЛЖК добре відображає зміни у таксономічному співвідношенні під впливом навколишнього середовища та поллютантів.

Використання даного методу для оцінки впливу РАВ на мікрофлору ґрунту дозволило отримати задовільні результати та уникнути прямої роботи з культивування та аналізу мікробних культур. Тоді як, однієї з характерних переваг аналізу ФЛЖК була репрезентативність вмісту життєздатної біомаси.

Таким чином, аналіз ФЛЖК може бути однією з альтернатив секвенуванню для оцінки кількісного та якісного складу мікробної біомаси та

структури мікробіому забруднених радіонуклідами територій.

Подяка. Автори статі бажають висловити подяку професору Міхаеле Діполд та Дороднікову Максиму з відділу Біогеохімії та Агроєкосистем Геттінгенського університету ім. Георга-Августа за допомогу у проведенні аналізу ліпідних біомаркерів.

References

1. Apostel, C., Herschbach, J., Bore, E. K., Spielvogel, S., Kuzyakov, Y., & Dippold, M. A. (2018). Food for microorganisms: Position-specific ¹³C labeling and ¹³C-PLFA analysis reveals preferences for sorbed or necromass C. *Geoderma*, 312 (February 2017), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.09.042>
2. Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
3. Einor, D., Bonisoli-alquati, A., Costantini, D., Mousseau, T. A., & Møller, A. P. (2016). Science of the Total Environment Ionizing radiation , antioxidant response and oxidative damage : A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 548–549, 463–471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.027>
4. ISO 18589-3:2007: International standard. Measurement of radioactivity in the environment – Soil – Part 3: Measurement of gamma-emitting radionuclides. 2007. 28 p. (2007). <https://www.iso.org/ru/standard/40875.html>
5. Ivanishvili, N. I., Gogebashvili, M. E., & Gvritishvili, N. Z. (2016). Gamma-radiation effect on the parameters of the population recovery of plants. *Annals of Agrarian Science*, 14(4), 319–322. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.10.005>
6. Jeannotte, R., Hamel, C., Jabaji, S., & Whalen, J. K. (2011). Pyrolysis-mass spectrometry and gas chromatography-flame ionization detection as complementary tools for soil lipid characterization. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 90(2), 232–237. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2010.12.010>
7. Kashparov, V., Yoschenko, V., Levchuk, S., Bugai, D., Van Meir, N., Simonucci, C., & Martin-Garin, A. (2012). Radionuclide migration in the experimental polygon of the Red Forest waste site in the Chernobyl zone - Part 1: Characterization of the waste trench, fuel particle transformation processes in soils, biogenic fluxes and effects on biota. *Applied Geochemistry*, 27(7), 1348–1358. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2011.11.004>
8. Kashparov, Valery, Levchuk, S., Zhurba, M., Protsak, V., Khomutinin, Y., Beresford, N. A., & Chaplow, J. S. (2018). Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data*, 10(1), 339–353. <https://doi.org/10.5194/essd-10-339-2018>
9. Nichols, P. D., Glen A., S., Antworth, C. P., Hanson, R. S., & White, D. C. (1985). Phospholipid and lipopolysaccharide normal and hydroxy fatty acids as potential signatures for methane-oxidizing bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 31(6), 327–335. [https://doi.org/10.1016/0378-1097\(85\)90028-X](https://doi.org/10.1016/0378-1097(85)90028-X)
10. Niedrée, B., Berns, A. E., Vereecken, H., & Burauel, P. (2013). Do Chernobyl-like contaminations with (¹³⁷)Cs and (⁹⁰)Sr affect the microbial community, the fungal biomass and the composition of soil organic matter in soil? *Journal of Environmental Radioactivity*, 118, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2012.11.007>
11. Olsson, P. A. (1999). Signature fatty acids provide tools for determination of the distribution and interactions of mycorrhizal fungi in soil. *FEMS Microbiology Ecology*, 29(4), 303–310. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(99\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(99)00021-5)
12. Parker, J. H., Smith, G. A., Fredrickson, H. L., Vestal, J. R., & White, D. C. (1982). Sensitive assay, based on hydroxy fatty acids from lipopolysaccharide lipid A, for gram-negative bacteria in sediments. *Applied and Environmen-*

- tal Microbiology, 44(5), 1170–1177. <https://doi.org/10.1128/aem.44.5.1170-1177.1982>
13. Rushdi, A. I., Oros, D. R., Al-Mutlaq, K. F., He, D., Medeiros, P. M., & Simoneit, B. R. T. (2016). Lipid, sterol and saccharide sources and dynamics in surface soils during an annual cycle in a temperate climate region. *Applied Geochemistry*, 66, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2015.11.007>
 14. Stahl, P. D., & Klug, M. J. (1996). Characterization and differentiation of filamentous fungi based on fatty acid composition. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(11), 4136–4146. <https://doi.org/10.1128/aem.62.11.4136-4146.1996>
 15. Tribollet, B. (2012). Microbiologically influenced corrosion (MIC) in nuclear power plant systems and components. In *Nuclear Corrosion Science and Engineering* (pp. 230–261). <https://doi.org/10.1533/9780857095343.2.230>
 16. Vestal, J. R., & White, D. C. (1989). Lipid Analysis Microbial Ecology. *BioScience*, 39(8), 535–541.
 17. White, D. C. (1988). Validation of quantitative analysis for microbial biomass, community structure, and metabolic activity. *Arch. Hydrobiol. Erg. Limnol.*, 31, 1–18.
 18. White, D. C., Davis, W. M., Nickels, J. S., King, J. D., & Bobbie, R. J. (1979). Determination of the sedimentary microbial biomass by extractable lipid phosphate. *Oecologia*, 40(1), 51–62. <https://doi.org/10.1007/BF00388810>
 19. Wilkinson, S. G. (1988). Gram-negative bacteria. In C. Ratledge & S. Wilkinson (Eds.), *Microbial Lipids Vol. 1* (pp. 299–488). London: Academic Press.
 20. Zelles, L. (1997). Phospholipid fatty acid profiles in selected members of soil microbial communities. *Chemosphere*, 35(1–2), 275–294. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)00155-0](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)00155-0)
 21. Zelles, L. (1999). Fatty acid patterns of phospholipids and lipopolysaccharides in the characterisation of microbial communities in soil: A review. *Biology and Fertility of Soils*, 29(2), 111–129. <https://doi.org/10.1007/s003740050533>

Y. Ruban, K. Shavanova, V. Illienko, K. Korepanova, D. Samofalova, S. Nikonov, N. Shpyrka, N. Nesterova, O. Pareniuk PHOSPHOLIPID BIOMARKERS ANALYSIS AS A TOOL FOR MICROBIAL COMMUNITY ASSESSMENT ON RADIONUCLIDES CONTAMINATED TERRITORIES. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(1): 83-92. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14323>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.009>.

Abstract. *The presence of specific components in the environment can change the state of cenoses. The effect of ionizing radiation on plant communities, animals and humans have been well studied, while the effect on soil microflora has not been insufficiently studied. In this paper investigated the effect of radionuclide contamination on microflora of soil samples from the territory of PTLRW “Red Forest 1” (trench), “Red Forest 2” (outside the trench), “Cooling Pond” and “Zalissia”. Phospholipid fatty acid (PLFA) content was obtained by PLFA analysis. The highest level of total PLFA was observed in the territory of “Zalissia” which was $17.40 \pm 10.59 \mu\text{g} / \text{h}$. From the territory of PTLRW “Red Forest 1” (trench) and “Red Forest 2” (outside the trench) the level of total PLFA was $16.29 \pm 3.43 \mu\text{g} / \text{g}$ and $16.40 \pm 2.90 \mu\text{g} / \text{h}$, respectively. The PLFA content of the “Cooling Pond” was significantly different from the “Red Forest” and “Zalissia”.*

The taxonomic groups assessment of the samples, a fungus, gram-positive and gram-negative bacteria content increased in PTLRW “Red Forest” relative to the point “Zalissia”.

Keywords: *Biomarkers, radionuclides, Chernobyl Exclusion Zone, PLFA, microorganisms*

УДК 632.951.1:632.7:633.491:631.674.5:631.674.6

<https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.010>

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14324>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСЕКТИЦИДІВ ПРОТИ ОСНОВНИХ ФІТОФАГІВ КАРТОПЛІ ЗА ДОЩУВАННЯ ТА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Ф. С. МЕЛЬНИЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-2711-5185>

Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України

E-mail: melnichukf@ukr.net

С. А. АЛЕКСЕЄВА, кандидат сільськогосподарських наук <https://orcid.org/0000->

<https://orcid.org/0001-8463-4614>

Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України

E-mail: alekseeva_svetlana@ukr.net

О. В. ГОРДІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-9488-916X>

Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН України

E-mail: gordienkoav@ukr.net

Л. М. МЕЛЬНИЧУК

<https://orcid.org/0000-0002-6649-2963>

Інститут водних проблем і меліорації НААН України

E-mail: melnichuk_l_m@ukr.net

К. Б. ШАТКОВСЬКА,

<https://orcid.org/0000-0002-7922-2698>

Інститут водних проблем і меліорації НААН України

E-mail: katyashatkovska@ukr.net

Анотація. В статті узагальнено результати визначення ефективності інсектицидів проти колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) та попелиць (*Aphididae*) за різних методів їх внесення. Випробування широкого

спектра препаратів із різними діючими речовинами забезпечили високі показники збереженого врожаю в системі захисту картоплі.

Досліджувані препарати за обробки бульб картоплі проявили високий рівень захисту проти пошкоджень рослин колорадським жуком. Так, ефективність інсектицидів Престиж, 290 FS, Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS у фазу активного росту культури (фаза «бутонізації-цвітіння») становила – 91,2-97,6%, а тривалість захисної дії була значно довшою ніж у Круїзеру 350 FS, т.к.с., де загибель фітофага складала 86,1%.

Переважним методом інсектицидних обробітків є обприскування надземної частини рослин впродовж вегетації, як правило у період масового відродження та розвитку личинок колорадського жука. Найбільшу ефективність інсектицидів на 3-й день було відмічено на варіантах із внесенням Конфідору, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с., відповідно 99,5%, 99,2% та 99,3%. Найбільше зниження чисельності та заселення рослин картоплі попелицями відзначено при застосуванні препарату Енжіо, 24,7% к.с. за рекомендованої норми витрати – 98,2%.

Поряд із цим, розробляються та удосконалюються й інші методи застосування інсектицидів, зокрема внесення препаратів із краплинним зрошенням. Ефективність інсектицидів Енжіо, 24,7% к.с. Конфідор, 20% в.р.к. була на одному рівні з Каліпсо, 48% к.с. Найменш ефективний захист відмічено на ділянках за внесення Актари, 24% к.с.

При польовій оцінці інсектицидів за краплинного зрошення проти попелиць відмічено, що на варіанті із застосуванням препарату Енжіо, 24,7% к.с. ефективність становила 99,4%. Використання інших інсектицидів також сприяло зменшенню заселеності рослин картоплі та забезпечило високий захист на рівні 93,1-95,4%. Відповідно, урожайність бульб картоплі за внесення Енжіо, 24,7% к.с. була максимальною та становила 29,7 т/га.

Ключові слова: картопля, шкідники, попелиця, колорадський жук, інсектициди, краплинне зрошення, дощування.

Актуальність.

Серед сільськогосподарських культур, які вирощують в Україні, одне з провідних місць за використанням в народному господарстві належить картоплі. Вона є основною продовольчою, кормовою та технічною культурою. Бульби містять від 14 до 22% крохмалю, 1,5-3% білків, 0,8-1% мінеральних речовин, до 1% клітковини. Картопля характеризується високою продовольчою цінністю та смаковими якістьми, у

зимовий період вона є основним джерелом вітаміну С для людини. Картопля – цінна сировина для виробництва спирту, крохмалю, глюкози, декстрину та іншої продукції. Вона є добрим попередником під озими та ярі культури [2, 4].

Згідно з даними Держстату, виробничі площі під картоплею в 2017 році, порівняно з попереднім роком, зросли до 1,32 млн. га. Найбільші площі зосереджено на Поліссі (біля 60%) та в Лісостепу (біля 30%). Україна посідає на четверте місце у світі

за споживанням картоплі на душу населення, цей показник у нашій країні становить 133 кг при нормі 123 кг.

Вирощування цієї культури сільськогосподарськими підприємствами пов'язане з певними складнощами. Зокрема, втрати врожаю картоплі від шкідливих організмів щорічно становлять 35-40%, а в окремі роки і більше. Серед фітофагів виділяються поліфаги: капустянка, ковалики, травневі хрущі та спеціалізовані шкідники: колорадський жук, картопляна попелиця, картопляна міль та картопляний комарик [4, 5]. В умовах Центрального регіону України колорадський жук займає провідне становище серед шкідників картоплі, будучи основним об'єктом у системі захисту культури.

Також слід відзначити на картоплі присутність окремих видів попелиць: бурякова (*Aphis fabae* Scop.), жостерова (*A. Frangulae* Kalt.), звичайна картопляна (*Aulacorthum solani* Kalt.), велика картопляна (*Macrosiphum euphorbiae* Fhonn.) і зелена персикова (*Myzodes persicae* Sulz.) попелиці та ін. Шкідливість цих видів попелиць полягає у висмоктуванні поживних речовин із рослин, виділенні комахами зі слиною токсинів, які викликають морфологічні зміни листків і бульб. Пошкоджені листки скручуються, засихають, куці чахнуть, врожайність знижується. Крім цього, сисні комахи є переносниками більше 50 вірусних хвороб картоплі, що впливають на кількість і якість врожаю [6].

Серед хімічних засобів захисту сільськогосподарських культур найбільшого поширення в останнє десятиліття набули інсектициди групи неонікотиноїдів. Їх системна дія з тривалим ефектом допускає використання не тільки шляхом обприскування рослин у період вегетації та обробки бульб при посадці.

Останнім часом все частіше інсектициди для боротьби з небезпечними видами фітофагів успішно застосовують через систему краплинного зрошення. Очевидними перевагами цього методу (інсектигації) над загальноприйнятим є безпосередня подача діючих речовин препаратів до кореневої системи рослин. Це дозволяє зменшити кількість обробок за рахунок пролонгованої дії препаратів. Одним із вирішальних факторів, які впливають на якість обприскування, є погодні умови. Внесення пестицидів через систему краплинного зрошення можливо здійснювати при вітрі або в дощ. Також знижується шкідливий вплив на навколишнє середовище, оскільки не відбувається розпилювання пестицидів, як за звичайного методу внесення. Позитивну дію також відмічено і на якісних показниках ґрунту, який не ущільнюється.

До недоліків цієї технології можливо віднести такий фактор як складність дозування препаратів, оскільки діюча речовина потрапляє безпосередньо в кореневу зону рослин, а тому значно зростає ризик передозування, що може негативно вплинути на культуру.

Майже всі протруйники мають комбіновану дію, за рахунок якої зменшується чисельність не лише комах, а й знижується розвиток хвороб. Такий підхід забезпечує пролонгований захист картоплі від початку вегетації і створює можливості для зниження чисельності та поширення шкідливих організмів. Вважається, що це екологічно орієнтований метод, оскільки він дає можливість не обприскувати рослини в період вегетації, а отже знижує пестицидне навантаження на агробіоценоз, і зберегти корисну діяльність комах.

Мета роботи – вивчення ефективності інсектицидів за дощування та краплинного внесення, протруєння бульб проти основних фітофагів картоплі та впливу такого захисту на врожайність.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Вирішальним значенням у захисті картоплі від шкідників є створення ефективної та екологічно безпечної системи захисту. Використання лише одного методу не дає змоги повністю захистити насадження картоплі від фітофагів. Наразі одним із найефективніших заходів у захисті рослин від шкідників залишається застосування інсектицидів. У боротьбі з колорадським жуком та попелицями перспективним є використання препаратів із груп неонікотиноїдів та синтетичних піретроїдів [10]. Вченими відмічається, що стратегія боротьби з основними шкідниками картоплі зводиться до мінімізації обробок у період вегетації за використання інсектицидних протруювачів, яким властива системна та пролонгована дія. Байрамбеков Ш.І. та інші вчені у своїх працях [11] відмічають, що захист картоплі препаратами на основі тіаметоксаму та імідаклоприду є ефективним та значно зменшує втрати врожаю.

Поряд з цим, актуальним стає внесення інсектицидів разом із поливною водою за краплинного способу поливу [9]. На думку вчених [12], такий спосіб застосування засобів захисту дозволяє досягнути рівномірної концентрації речовини в рослині, продовженого захисного ефекту незалежно від погодних умов.

Матеріали і методи

досліджень.

Дослідження ефективності інсектицидів проводили впродовж 2016-2018 рр. в умовах Київської області (Бориспільський район, с. Любарці, ФГ «Король»). Густота садіння картоплі сорту Зарево становила 55 тис. бульб/га. Глибина загортання бульб у гребенях – 6-8 см. Дрібноділянкові короткострокові досліди з оцінювання ефективності пестицидів закладали та проводили за загальноприйнятими методиками [1, 3, 7]. Розмір ділянки першого порядку – 25 м², повторність – чотириразова. Бульби картоплі обробляли за день до садіння. Обприскування рослин та краплинне внесення інсектицидів проводили одночасно у фазу активного росту культури (фаза «бутонізація-цвітіння», що збігалася з періодом масового розвитку личинок молодших віків шкідника).

Інсектициди вносили способом краплинного зрошення, залежно від їх фізико-хімічних властивостей (розчинність у воді та рухливість у ґрунті). Маточний розчин препарату готували в підключеній до системи зрошування ємкості (200 л). Після застосування препарату промивали систему зрошення такою кількістю чистої води, яка дорівнювала об'єму системи в цілому. Виконання цієї умови забезпечувало розподіл на дослідній ділянці повної норми препарату і запобігало накопиченню його невикористаних залишків у системі зрошування [9].

Обліки шкідників здійснювали у період масового їх розмноження, а також перед обприскуванням. Підрахунок чисельності попелиць проводили при заселенні рослин картоплі крилатими особинами самиць. На контролі та дослідних варіантах від-

бирали по одному розвиненому листу середнього ярусу в 15 рослин (на 3-ю, 7-у, та 14-у добу після обробки). Далі листя переглядали під лупою з підрахунком і визначенням особин фітофага. Біологічну ефективність препаратів у цьому разі оцінювали за формулою Аббота щодо зниження чисельності фітофагів до контролю.

Ефективність (Е, %) інсектицидів визначали за формулою:

$$E = \frac{K_k - 3}{K_k} \times 100, \text{ ,}$$

де K_k – вихідна кількість комах у досліді або у контролі, екз.;

3 – кількість комах, що залишилася у досліді або у варіанті, екз.

Збирання врожаю проводили наприкінці серпня – на початку вересня, залежно від погодних умов року.

Збережений врожай підраховували у відсотках порівняно з контрольним варіантом. Якісну оцінку проводили шляхом розподілу бульб картоплі на такі фракції – неушкоджені та ушкоджені, які визначали у відсотках.

Для досліджень використовували інсектициди та комбіновані препарати, зареєстровані в Україні, на картоплі проти колорадського жука та попелиць (табл.1).

Результати дослідження та їх обговорення.

Основним шкідником у насадженнях картоплі в умовах Київської області впродовж 2016-2018 рр. був колорадський жук. Враховуючи біологічні особливості цього фітофага (ранній вихід із ґрунту та початок жи-

1. Схема досліді на картоплі за різних систем внесення інсектицидів (2016-2018 рр.)

Назва препарату	Діюча речовина	Норма витрати за способу внесення	
		дощування	краплинний полив
Конфідор, 20% в.р.к.	Імідаклоприд, 200 г/л	0,20	0,6
Моспілан, 20% р.п.	Ацетаміприд, 200 г/кг	0,05	0,1
Каліпсо, 48% к.с.	Тіаклоприд, 480 г/кг	0,15	0,5
Біскайя, 24% м.д.		0,15	0,5
Актара, 24% к.с.	Тіаметоксам, 240 г/л	0,09	0,25
*Круїзер 350 FS, т.к.с.	Тіаметоксам, 350 г/л	0,3	-
Комбіновані препарати			
Енжіо, 24,7% к.с.	тіаметоксам 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л	0,18	0,3
*Престиж, 290 FS, к.с.	імідаклоприд, 140 г/л + пенсікурон, 150 г/л	1,0	-
*Еместо Квантум 273,5 FS, т.к.с.	клотіанідин, 207 г/л + пенфлуфен, 66,5 г/л	0,3-0,6	-
*Селест Топ 312,5 FS, ТН текучий концентрат для обробки насіння	тіаметоксам, 262,5 г/л + дифеноконазол, 25 г/л+ флудиоксоніл, 25 г/л	0,5-0,7	-

*- обробка бульб

влення), захист картоплі від пошкодження розпочинали з обробки бульб протруйниками перед садінням. Першу появу імаго колорадського жука на ділянках із картоплею зафіксовано у фазу проростання культури.

При проведенні обліків встановлено, що у варіантах з обробкою бульб препаратами листову поверхню рослин було пошкоджено імаго колорадського жука на низькому рівні (2,8-8,1%), тоді як на контрольних ва-

ріантах пошкодженість рослин у цей період досягала 62,1-71,3% (табл. 2).

Досліджувані препарати виявилися достатньо ефективними для якісного контролю чисельності личинок фітофага. Так, за обробки бульб Престижем, 290 FS, Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS, чисельність личинок фітофага на кущах картоплі складала у середньому 1,4 екз./кущ, що у фазу активного росту культури становила 91,2-97,6%, а

2. Ефективність обробки бульб картоплі інсектицидами проти колорадського жука в Центральному Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/т	Роки досліджень	Пошкодженість рослин, %	Ефективність за зниженням пошкодження рослин, %	Чисельність личинок (активний ріст), екз./кущ	Ефективність за зниженням чисельності, %	Урожайність, т/га
Контроль (без обробки)	-	2016	62,1	-	20,5	-	-
		2017	68,7	-	22,4	-	-
		2018	71,3	-	32,9	-	-
		середнє	67,4	-	25,3	-	-
Круїзер 350 FS, т.к.с.	0,3	2016	6,9	88,9	3,0	85,4	22,1
		2017	7,7	88,8	3,8	83,0	24,7
		2018	8,1	88,6	3,3	90,0	26,4
		середнє	7,6	88,8	3,4	86,1	24,4
Престиж, 290 FS, к.с.	1,0	2016	3,5	94,4	0,5	97,6	27,8
		2017	2,8	95,9	1,3	94,2	26,3
		2018	3,3	95,4	0,9	97,3	28,2
		середнє	3,2	95,2	0,9	96,3	27,4
Селест Топ 312,5 FS, ТН	0,5	2016	4,9	92,1	1,8	91,2	23,5
		2017	3,6	94,8	1,5	93,3	25,0
		2018	5,1	92,8	2,4	92,7	25,9
		середнє	4,5	93,2	1,9	92,4	24,8
Еместо Квантум 273,5 FS т.к.с.	0,6	2016	4,2	93,2	1,0	95,1	24,1
		2017	3,5	94,9	1,5	93,3	25,3
		2018	5,1	92,8	2,0	93,9	24,9
		середнє	4,3	93,7	1,5	94,1	24,8
НІР ₀₅			2,3	0,8	3,2	2,0	1,2

тривалість захисної дії була значно довшою, ніж у Круїзеру 350 FS, т.к.с., ефективність якого за зниженням чисельності личинок колорадського жука складала 86,1%.

Зазвичай, препарати, що використовували відповідно до рекомендованих регламентів, мають тривалий період захисної дії, що виключає необхідність подальших наземних обробок по вегетуючих рослинах. Антирезистентний ефект цього прийому пов'язаний з використанням інсектицидів класу неонікотиноїдів (д.р. імідаклопрід, тіаметоксам, кло-тіанідин), що відрізняються за механізмом дії від піретроїдів.

Протруєння бульб картоплі інсектицидами сприяло зниженню рівня пошкодження рослин імаго та личинками колорадського жука, порівняно з варіантами з садінням необробленими бульбами. Це позитивно відобразилось на рості, розвитку та продуктивності рослин культури. Найвищою врожайністю бульб була у варіанті з обробкою Престиж, 290 FS і становила 27,4 т/га, що на 2,6-3,0 т/га більше, ніж на інших варіантах.

Однак, передсадивна обробка бульб інсектицидами не завжди здатна забезпечити захист сходів культури від пошкоджень колорадським жуком. За високих температур повітря після садіння бульб і появи сходів відбувається масове розмноження цього шкідника. Тому слід додатково проводити обприскування рослин. За таких умов важливим є пошук та впровадження у виробництво сучасних ефективних інсектицидів. Для цього проведено дослідження препаратів окремих класів хімічних сполук із різними токсичними властивостями.

Обприскування проти колорадського жука проводили в період масового відродження личинок. Впро-

довж досліджень відмічали значне зниження чисельності колорадського жука на всіх варіантах із застосуванням інсектицидів. Найбільшу ефективність інсектицидів на третій день було відмічено на варіантах із внесенням Конфідор, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с., відповідно 99,5%, 99,2% та 99,3% (табл. 3). На інших варіантах (Моспілан, 20% р.п. та Актара, 24% к.с.) ефективність була на рівні 96,2-97,0%.

Через 7 днів після обприскування ефективність інсектицидів проти личинок колорадського жука на варіантах із внесенням Конфідор, 20% в.р.к. Актари, 24% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. майже не знижувалась і становила 96,4%, 93,6% та 92,5% відповідно. На решті варіантів (Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с.) ефективність знизилась до 86,0-88,1%, враховуючи появу нових личинок шкідника молодших віків.

Через 14 днів після застосування інсектицидів відмічали зниження їх ефективності проти личинок колорадського жука на рослинах картоплі. Так, на варіантах із застосуванням Конфідор, 20% в.р.к., Актари, 24% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с., ефективність знизилась до 84,7%, 83,8% та 84,3% відповідно. На ділянках, де застосовували Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с., ефективність знизилась ще більше – до 72,5% та 77,1% відповідно, тоді як на рослинах в цей час уже нараховували в середньому до 7,0 екз./кущ личинок шкідника. Слід відмітити, що рослини картоплі на контролі були повністю знищені колорадським жуком вже на 20-й день після масового відродження личинок.

У варіантах із застосування інсектицидів Конфідор, 20% в.р., Актара, 24% к.с та Енжіо, 24,7% к.с. пошкодженість рослин картоплі личинками

3. Ефективність інсектицидів за внесення дощуванням проти колорадського жука на картоплі в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/га (кг/га)	Роки досліджень	Ефективність через ... днів після обприскування, %			Урожайність, т/га
			3	7	14	
Конфідор, 20% в.р.к.	0,20	2016	99,6	97,6	89,4	23,9
		2017	100,0	95,8	81,2	28,1
		2018	98,9	95,8	83,4	32,1
		середнє	99,5	96,4	84,7	28,0
Моспілан, 20% р.п.	0,05	2016	97,5	90,6	70,6	21,3
		2017	95,6	81,9	73,6	26,7
		2018	95,6	85,5	73,4	31,1
		середнє	96,2	86,0	72,5	26,4
Каліпсо, 48% к.с.	0,15	2016	98,9	86,8	80,1	21,1
		2017	100,0	89,7	71,2	25,8
		2018	98,8	87,9	79,9	29,9
		середнє	99,2	88,1	77,1	25,6
Актара, 24% к.с.	0,09	2016	100,0	98,7	91,8	24,7
		2017	96,1	90,9	75,4	27,9
		2018	94,9	91,1	84,1	29,6
		середнє	97,0	93,6	83,8	27,4
Енжіо, 24,7% к.с.	0,18	2016	100,0	94,5	86,5	23,6
		2017	98,6	89,6	81,5	28,7
		2018	99,4	93,3	84,8	32,4
		середнє	99,3	92,5	84,3	28,2
НІР ₀₅			1,3	2,8	4,1	1,1

колорадського жука була нижчою, внаслідок чого одержали дещо вищу врожайність картоплі, ніж на інших варіантах. Урожайність картоплі становила в середньому 28,0, 27,4 та 28,2 т/га, а у варіантах із застосуванням інсектицидів Моспілан, 20% р.п. та Каліпсо, 48% к.с. – 26,4 та 25,6 т/га відповідно. На контролі врожай бульб картоплі було повністю знищено.

Внесення інсектицидів на картоплі за допомогою краплинного методу забезпечило високий рівень контролю личинок та імаго колорадського жука (табл. 4).

Так, ефективність препаратів через 14 днів після внесення була значною та коливалась у межах років досліджень 92,4 – 99,7%. Максимальний захист отримано на варіанті із Каліпсо, 48% к.с. – 98,6%. Відповідно, чисельність личинок фітофага була мінімальною – 1,1 екз./кущ.

Ефективність інсектицидів Енжіо, 24,7% к.с. Конфідор, 20% в.р.к. Енжіо, 24,7% к.с. була на одному рівні із Каліпсо, 48% к.с. Найменший захист відмічено на ділянках за внесення Актари, 24% к.с., де загибель личинок та жуків на рослинах картоплі

була меншою, а чисельність фітофага складала 5,6 екз./кущ. Різниця за ефективністю, порівняно з обприскуванням, була незначною, проте за краплинного способу внесення встановлено більш тривалу дію інсектицидів, відносно до загальноприйнятого методу внесення.

Порівняльна оцінка застосування інсектицидів різними способами є досить актуальною у розвитку систем захисту картоплі. Паралельно розглядали дію препаратів на попелиць. Як відомо, у цих шкідників на картоплі є природні вороги – ентомофаги. Однак, вони не можуть повністю забез-

печити достатній рівень контролю популяції попелиць, особливо у сприятливі для розмноження та розвитку фітофага роки. Тому, за значного розповсюдження попелиць, рекомендовано застосовувати інсектициди для обприскування рослин культури.

За нашими спостереженнями, чисельність крилатих форм попелиць на необроблених ділянках картоплі зростала та досягла піку в період активного росту рослин культури (фаза «бутонізації-цвітіння»), коли вони є особливо сприйнятливими до вірусних інфекцій.

Для встановлення строку першого обприскування рослин було про-

4. Ефективність інсектицидів за краплинного способу внесення проти колорадського жука на картоплі в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/га (кг/га)	Роки досліджень	Ефективність, %	Урожайність, т/га
Конфідор, 20% в.р.к.	0,6	2016	98,4	26,3
		2017	97,7	28,8
		2018	99,3	31,0
		середнє	98,5	28,7
Моспілан, 20% р.п.	0,1	2016	97,6	24,9
		2017	96,9	26,7
		2018	96,3	29,3
		середнє	96,9	27,0
Каліпсо, 48% к.с.	0,5	2016	99,5	22,5
		2017	97,8	27,3
		2018	98,6	30,1
		середнє	98,6	26,6
Актара, 24% к.с.	0,25	2016	92,6	20,2
		2017	93,6	24,8
		2018	92,4	27,3
		середнє	92,9	24,1
Енжіо, 24,7% к.с.	0,3	2016	98,1	25,7
		2017	96,7	29,3
		2018	99,7	33,4
		середнє	98,2	29,5
НІР ₀₅			1,8	3,8

5. Ефективність інсектицидів проти попелиць за внесення дощуванням в умовах Центрального Лісоstepу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Варіант	Норма витрати, л/га	Рік	Чисельність попелиць за днями обліку після обприскування					
			3		7		14	
			екз./10 листків	ефективність, %	екз./10 листків	ефективність, %	екз./10 листків	ефективність, %
Контроль – без обробки	-	2016	41,6	-	59,4	-	87,3	-
		2017	26,7	-	31,3	-	56,8	-
		2018	40,9	-	62,9	-	96,4	-
		середнє	36,4	-	51,2	-	80,2	-
Конфідор, 20% в.р.к.	-	2016	2,3	94,5	4,1	93,1	11,2	87,2
		2017	1,9	92,9	3,9	87,5	7,6	86,6
		2018	3,3	91,9	5,1	91,9	10,2	89,4
		середнє	2,5	93,1	4,4	90,8	9,7	87,7
Моспілан, 20% р.п.	0,2	2016	3,9	90,6	4,9	91,8	13,1	85,0
		2017	2,3	91,4	4,1	86,9	8,1	85,7
		2018	3,9	90,5	5,6	91,1	9,4	90,2
		середнє	3,4	90,8	4,9	89,9	10,2	87,0
Каліпсо, 48% к.с.	0,05	2016	4,2	89,9	6,3	89,4	12,4	85,8
		2017	2,2	91,8	3,8	87,9	9,3	83,6
		2018	3,9	90,5	4,9	92,2	11,1	88,5
		середнє	3,4	90,7	5,0	89,8	10,9	86,0
Біскайя, 24% М.Д.	0,15	2016	4,9	88,2	6,9	88,4	14,4	83,5
		2017	2,7	89,9	4,2	86,6	8,2	85,6
		2018	2,9	92,9	5,4	91,4	10,3	89,3
		середнє	3,5	90,3	5,5	88,8	11,0	86,1
Актара, 24% к.с.	0,2	2016	5,3	87,3	7,2	87,9	15,7	82,0
		2017	2,6	90,3	3,8	87,9	9,3	83,6
		2018	3,3	91,9	6,6	89,5	12,4	87,1
		середнє	3,7	89,8	5,9	88,4	12,5	84,3
Енжіо, 24,7% к.с.	0,09	2016	0,7	98,3	2,3	96,1	8,8	89,9
		2017	0,6	97,8	1,4	95,5	6,8	88,0
		2018	0,6	98,5	1,8	97,1	8,1	91,6
		середнє	0,6	98,2	1,8	96,3	7,9	89,8
НП _{дс}			2,1	1,9			2,3	

ведено обліки чисельності шкідника. Оскільки початок заселення попелицями відбувався через 15-20 діб після появи сходів картоплі, обробку насами було проведено саме у джень вищевказаними інсектицида цей період, що збігалось зі строками обприскування інсектицидами проти колорадського жука. Масову чисельність (більше 20-40 особин на 10 листків) відмічали у

фазу бутонізації при заселенні фітофагом більше 50% рослин (табл. 5).

Після проведення обприскування щільність популяції фітофага знижувалася по-різному, залежно від варіанта досліді. Найбільше зниження чисельності та заселення рослин картоплі попелицями відзначено при застосуванні препарату Енжіо, 24,7% к.с. за рекомендованої норми витра-

6. Ефективність інсектицидів проти попелиць за краплинного способу внесення в умовах Центрального Лісостепу України (Київська обл., 2016-2018 рр.)

Препарат	Норма витрати, л/га (кг/га)	Роки досліджень	Ефективність, %	Урожайність, т/га
Конфідор, 20% в.р.к.	0,6	2016	95,8	25,9
		2017	94,4	28,3
		2018	96	29,7
		середнє	95,4	28,0
Моспілан, 20% р.п.	0,1	2016	93,9	25,6
		2017	93,4	27,1
		2018	95,6	29,2
		середнє	94,3	27,3
Каліпсо, 48% к.с.	0,5	2016	93,7	25,4
		2017	92,2	25,3
		2018	95	28,7
		середнє	93,6	26,5
Біскайя, 24% м.д.	0,5	2016	93,7	23,2
		2017	92	26,8
		2018	93,7	28,2
		середнє	93,1	26,1
Актара, 24% к.с.	0,25	2016	91,4	22,5
		2017	92,6	25
		2018	94	27,3
		середнє	92,7	24,9
Енжіо, 24,7% к.с.	0,3	2016	98,9	27,6
		2017	99,6	29,4
		2018	99,7	32,1
		середнє	99,4	29,7
НІР ₀₅			1,4	3,4

ти. На третю добу після обробки його ефективність склала 98,2%. За цього, чисельність попелиць знизилася майже у 60 разів порівняно з контролем.

У більшості інших інсектицидів ефективність дещо поступалася, проте вони також стримували чисельність фітофага на економічно невідчутному рівні. Недостатньо ефективним виявився препарат Актара, 24% к.с. (89,8%). На 7 та 14 добу після обприскування активність усіх інсектицидів зменшилася. Отже, нашими дослідженнями підтверджено високу ефективність препарату Енжіо, 24,7% к.с. проти попелиць.

Живлення личинками та імаго попелиць у насадженнях картоплі почали відмічати у період розвитку листків культури. Застосування інсектицидів за допомогою краплинного способу внесення забезпечило надійний захист картоплі та пролонговану дію препаратів (табл. 6), завдяки чому отримано більший урожай бульб картоплі, порівняно із звичайним обприскуванням.

При польовій оцінці інсектицидів проти цих шкідників було відмічено, що на варіанті із застосуванням препарату Енжіо, 24,7% к.с. за краплинного зрошення його ефективність проти фітофага була найвищою і складала в середньому 99,4%. У варіанті з інсектицидом Актара 240 SC, к.с. щільність попелиць складала 7,5 екз./10 листків за краплинного зрошення при ефективності препарату 92,7%.

Використання інших інсектицидів також сприяло зниженню заселеності рослин картоплі та забезпечило високий захист на рівні 93,1-95,4%. Відповідно, врожайність бульб картоплі за внесення Енжіо, 24,7% к.с. була максимальною та становила 29,7 т/га, що перевищує варіант з Актара 240 SC, к.с. у 1,2 разів.

Висновки і перспективи.

В умовах Київської області особливо небезпечними шкідниками картоплі є колорадський жук та попелиці. Так, вже на 10 день після масового відродження личинок колорадського жука рослини картоплі на необроблених інсектицидами ділянках були знищені цим фітофагом.

Протруювання інсектицидами бульб картоплі перед садінням забезпечувало високу ефективність проти колорадського жука до початку масового відродження та розвитку личинок і обмежувало їх чисельність та шкідливість. Найвища ефективність (93,2-95,2%) була за внесення препаратів Престиж, 290 FS, к.с., Еместо Квантум 273,5 FS та Селест Топ 312,5 FS.

За обприскування насаджень картоплі найбільш ефективними проти колорадського жука були інсектициди Конфідор, 20% в.р.к., Каліпсо, 48% к.с. та Енжіо, 24,7% к.с. Їх захист тривав впродовж двох тижнів після застосування. Максимальна технічна ефективність, яка становила 99,5% (Конфідор, 20% в.р.к.), 99,2% (Каліпсо, 48% к.с.) та 99,3% (Енжіо, 24,7% к.с.), забезпечувалась на третій день після обробки. Дещо нижчу ефективність показали такі інсектициди як Моспілан, 20% р.п. та Актара, 24% к.с. (96,2-97,0%).

За внесення препаратів проти колорадського жука з поливною водою за краплинного зрошення відмічено більш тривалий рівень захисної дії інсектицидів проти личинок та імаго фітофага. Ефективність була високою на всіх варіантах дослідів та коливалась від 96,9 до 98,2%. Мінімальною була загибель комах на ділянках із застосуванням Актари, 24% к.с. 92,9%.

Найбільш високого і тривалого ефекту проти попелиць одержано за

обприскування насаджень картоплі препаратами Енжіо, 24,7% к.с. та Конфідор, 20% в.р.к., ефективність яких досягла 98,2% і 93,1%, за зниження чисельності попелиць майже у 60 разів порівняно з контролем.

Внесення інсектицидів з поливною водою дозволило знизити заселеність та пошкодженість попелицями рослин культури. Так, недостатній захист отримано на варіанті із внесенням Актари, 24% к.с. Максимальною ефективністю проти личинок та імаго попелиць була із внесенням Енжіо, 24,7% к.с. – 99,4%.

Обприскування насаджень картоплі інсектицидами та внесення препаратів за допомогою краплинного зрошення за рекомендованих норм витрати забезпечило врожайність бульб на рівні 28,2-29,7 т/га.

References

1. Gar, K.A. (1963). *Metodyi ispytaniya toksichnosti i effektivnosti insektitsidov* [Test methods for the toxicity and effectiveness of insecticides]. Moscow: Publishing House of S.-kh. lit. [in Russian].
2. Melnyk, S. I., Kovchi, A. L., Stefkivska, Y. L., Kravchuk, I. I., & Horytska T. V. (2017). Potato market in Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(2), 206–210. doi: <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105419>
3. Matthews, G.A.. (2015). *Pesticides: Health, Safety and the Environment*. Second Edition. UK, Berkshire: International Pesticides Application Research Centre Imperial College. doi: <http://doi.org/10.1002/9781118975923.ch3>
4. Alvarez, J.M. (2008). Potato Pests and Their Management. In: Capinera J.L. (Ed.) *Encyclopedia of Entomology*. Dordrecht: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_3094
5. Hurmanchuk, O.V., & Bakalova, A.V. (2016). Rehuliuвання chyselnosti koloradskoho zhuka za vykorystannia biopreparatu Aktofit [Regulation of Colorado potato beetle by the use of the biological product Aktofit]. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf.: Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka. Zhytomyr: O. O. Yevenok, 205–208. [in Ukrainian].
6. Stankevich, S.V., & Zabrodin, I.V. (2016). [Crop Monitoring: Educ. Manual]. Kharkiv. nat. agrarian. them. V.V. Dokuchaev. Kharkiv: FOP Brovin OV. [in Ukrainian].
7. Rethman, S.V., Lisovyi, M.P., Borzich, O.I., Kislich, T.M., Shevchuk, O.V., Gorbachev, N.P., Melnychuk, F.S., Marchenko, O.A., Rethman, M.S., Demchinskaya, M.I., Kovbasenko, V.M., Koval, G.V., & Yachuk, V.U. (2013). Reiestratsiini vyprobuvannia funhitsydiv u silskomu hospodarstvi [Registration tests of fungicides in agriculture]. Kyiv: Kolobig. [in Ukrainian].
8. Sergienko, V.G., Shita, O.V., & Bogdanovich, S.V. (2013). Save the harvest of the second bread. *Agribusiness Today*, Vol.10. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/335-zberehty-urozhai-druhoho-khliba.html> [in Ukrainian].
9. Shatkovskiy, A.P., Melnichuk, F.S., & Semenko, L.O. (2013). Osnovnyie aspektyi vneseniya fungitsidov s polivnoy vodoy na sistemah kapelnogo orosheniya plodovyih nasazhdeniy [Basic aspects of application of fungicides with irrigated water on systems of drip irrigation of fruit plantations]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*, 50, 171–175. [in Russian].
10. Popov, Yu.V., & Rukin, V.F. (2015). Osobennosti borbyi s vrednyimi organizmami na kartofele v TsChR [Features of the control of pests on potatoes in the Central Black Sea]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 4, 31-35. [in Russian].
11. Bayrambekov, Sh.B., & Dubrovin, N.K. (2008). Effektivnost novyih preparatov protiv koloradskogo zhuka na baklazhane [The effectiveness of new drugs against the Col-

- orado potato beetle on eggplant]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 6, 22-23. [in Russian].
12. Kuhar, T. P., Walgenbach, J. F., & Doughty, H. B. (2010). Control of *Helicoverpa zea* in tomatoes with chlorantraniliprole applied through drip chemigation. *Online. Plant Health Progress*. doi: <http://doi.org/10.1094/PHP-2009-0407-01-RS>.
-

F. S. Melnychuk, S. A. Alekseeva, O. V. Hordiienko, L.M. Melnychuk, K. B. Shatkovska (2020). EFFICIENCY OF INSECTICIDES AGAINST BASIC POTATO'S PHYTOPHAGES UNDER SPRINKLING AND DRIP IRRIGATION. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 11(3): 83-105. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/14324>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.03.010>.

Abstract. *The article summarizes the results of determining the effectiveness of insecticides against the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) and aphids (*Aphididae*) with various methods of their application. Tests of a wide range of drugs with different active substances have provided high rates of stored yield in the system of potatoes' protection.*

The investigated preptns showed a high level of protection against damage of plants by the Colorado potato beetle, when processing potato tubers. So, the effectiveness of the Prestige insecticides, 290 FS, Emesto Quantum 273,5 FS and Celest Top 312,5 FS, in the phase of active growth of the culture (фаза «бүтөнүзүзүцү-цүвемүеня») was 91,2-97,6%, and the duration of the protective effect was much longer than in Cruiser 350 FS, l.s.c, where the death rate was 86,1%.

The predominant method of insecticidal treatments is the spraying of the aerial parts of plants during the growing season, as a rule, during the period of mass revival and development of Colorado potato beetle larvae. The greatest efficacy of insecticides on day 3 was noted on the options with the introduction of Confidor, 20% w.s.c., Calypso, 48% s.c. and Enzhio, 24,7% s.c., respectively 99,5%, 99,2% and 99,3%. The largest decrease in the number and population of potato plant aphids was noted with the use of the sample Enzhio, 24,7% s.c. at the recommended consumption rate – 98,2%.

Along with this, other methods of insecticides' applications are being developed and improved, in particular, the introduction of preps with drip irrigation. The effectiveness of the insecticides Enzhio, 24,7% s.c., Confidor, 20% w.s.c., was on par with Calypso, 48% s.c. The lowest protection observed in the areas of Actara's, 24% c.p. application.

In a field assessment of the insecticide' use against aphids on a drip irrigation, it was noted that, with the usage of the Enzhio, 24,7% s.c., the efficiency was 99,4%. The use of other insecticides also contributed to a decrease in the population of potato plants by insect-pests and provided high protection at the level of 93,1-95,4%. Accordingly, the yield of potato tubers with the application of Enzhio, 24,7% s.c. was maximum and amounted to 29,7 t/ha.

Keywords: *potato plants, insect pests, aphids, Colorado potato beetle, insecticides, drip irrigation, sprinkler irrigation*
