

## ЕКСПРЕС ОЦІНКА ЩІЛЬНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ІЗОТОПАМИ ПЛУТОНІЮ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ

**Ю. В. ХОМУТІНІН**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

E-mail: khomutinin@gmail.com

**С. Є. ЛЕВЧУК**, кандидат біологічних наук

E-mail: slavalevchuk64@gmail.com

**В. О. КАШПАРОВ**, доктор біологічних наук, професор

E-mail: [uiar.vak@gmail.com](mailto:uiar.vak@gmail.com)

*Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології  
Національного університету біоресурсів і природокористування України*

<https://doi.org/dopovidi2022.04.001>

**Анотація.** У роботі розглянуто один із підходів знаходження експрес оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження при радіологічному обстеженні сільськогосподарських угідь на південно-західному слідові чорнобильських радіоактивних випадіннь за межами Чорнобильської зони відчуження. На основі статистичного аналізу багаторічних вимірювань  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  і  $^{239,240}\text{Pu}$  у пробах ґрунту, виконаних в УкрНДІСГР НУБіП України, розроблено алгоритм отримання експрес оцінок щільності забруднення ґрунту  $^{239,240}\text{Pu}$  і  $^{238}\text{Pu}$  чорнобильського походження виходячи із щільності забруднення ґрунту  $^{90}\text{Sr}$ . Запропонований алгоритм був апробований на прикладі оцінки щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження виведених із сільськогосподарського використання сільськогосподарських угідь Народицького району Житомирської області. Результати апробації показали задовільну збіжність отриманих оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження із експериментальними результатами. Запропонований алгоритм отримання експрес оцінок щільності забруднення ґрунту  $^{238,239,240}\text{Pu}$  чорнобильського походження може бути складовою частиною системи прийняття рішень щодо перегляду меж зон радіоактивного забруднення та повернення у використання виведених після аварії на ЧАЕС сільськогосподарських угідь.

**Ключові слова:** щільність радіоактивного забруднення,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ , Чорнобильська аварія

**Вступ.** Унаслідок областей на площі 54 650 км<sup>2</sup> були безпрецедентної Чорнобильської віднесені у 1991 році до різних зон катастрофи на території України 2293 радіоактивного забруднення [1]. населених пунктів у 74 Тільки площа сільськогосподарських адміністративних районах 12 угідь зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$

Хомутінін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

понад 37 кБк/м<sup>2</sup> (станом на 01.01.1995 р.) становила біля 1,1 млн. га [2]. Зокрема, в Житомирській області площа сільськогосподарських угідь зі щільністю забруднення <sup>137</sup>Cs понад 37 кБк/м<sup>2</sup> склала 314300 га.

Відповідно до Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» [3], територія яка зазнала радіоактивного забруднення поділяється в даний час на 3 зони. У ґрунтах 2-ої зони безумовного (обов'язкового) відселення та 3-ї зони гарантованого добровільного відселення регламентується щільність забруднення ґрунту понад доаварійний рівень ізотопами плутонію чорнобильського походження: 2-а зона - від 3,7 кБк/м<sup>2</sup> та вище; 3-я зона - від 0,37 кБк/м<sup>2</sup> до 3,7 кБк/м<sup>2</sup>. У Законі та інших нормативних документах не уточнюється якими саме ізотопами плутонію (<sup>238</sup>, <sup>239</sup>, <sup>240</sup>, <sup>241</sup>Pu) може бути забруднений ґрунт, хоча за замовчуванням малися на увазі тільки альфа-випромінюючі радіоізотопи плутонію – <sup>238</sup>, <sup>239</sup>, <sup>240</sup>Pu. Контроль вмісту в ґрунті ізотопів плутонію пов'язаний із відбором проб ґрунту. З огляду на велику плямистість чорнобильських радіоактивних випадінь для отримання репрезентативних оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію, що випав у складі матриці чорнобильських гарячих паливних

частинок, необхідний відбір великої кількості проб ґрунту та проведення відповідних аналізів [4,5]. Для проведення коректних вимірювань вмісту ізотопів плутонію в зразках ґрунту потрібне сучасне дороге обладнання. Його придбання і експлуатація пов'язані зі значними матеріальними витратами. В даний час (2022 р.) вартість аналізу по визначанню активності ізотопів плутонію (<sup>238-240</sup>Pu) в одному зразку ґрунту умовах становить біля 4500 грн.

За масового обстеження сільськогосподарських угідь проведення аналізів по визначанню активності ізотопів плутонію призведе до досить високих затрат. У той же час, щільність забруднення території цими ізотопами можна оцінити використовуючи емпіричні співвідношення між радіонуклідами у ґрунті [5]. Такий метод має просторові обмеження, які пов'язані з фізико-хімічними формами радіоактивних випадінь. Хоча такий метод менш точний, проте для деяких випадків він дає задовільні результати.

У цій роботі розглянуто один із підходів знаходження експрес оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження при радіологічному обстеженні сільськогосподарських угідь на південно-західному слідові чорнобильських радіоактивних

Хомутінін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

випадінь за межами чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Отримані результати можуть бути складовою частиною системи прийняття рішень щодо перегляду меж зон радіоактивного забруднення та повернення у використання виведених після аварії на ЧАЕС сільськогосподарських угідь.

**Об'єкти, методи і початкові дані.** Об'єктами дослідження у даній роботі є щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження при радіологічному обстеженні сільськогосподарських угідь на південно-західному слідові чорнобильських радіоактивних випадінь. Розглядається співвідношення між щільністю забруднення ґрунту  $^{90}\text{Sr}$  і альфа-випромінюючими ізотопами плутонію  $^{238,239,240}\text{Pu}$  чорнобильського походження.

Вихідною інформацією для знаходження цього співвідношення послуговували вимірювання  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{238,239,240}\text{Pu}$  у пробах ґрунту, які були

відібрані на південно-західному слідові чорнобильських радіоактивних випадінь на території західної частини Київської, Житомирської та Рівненської областей. Дослідження проводились протягом 1988-2021 років [5, 6]. Вимірювання вмісту  $^{90}\text{Sr}$  у пробах ґрунту виконувалось після його радіохімічного виділення з використанням загальноприйнятих методів [7] вимірюванням активності його дочірнього радіонукліда  $^{90}\text{Y}$  на бета-спектрометрі СЕБ-70 (АКП, Україна). Визначання активності ізотопів плутонію у пробах ґрунту проводилось з використанням методів їх хімічного виділення та альфа-спектрометрії [7, 8].

Результати вимірювань за 1999-2000 роки були взяті з бази даних УкрНДІСГР [5, 6]. Сукупність даних, що була зібрана і використана в розрахунках, наведена у таблиці 1. Для обробки і аналізу результатів вимірів були використані методи математичної статистики та теорії ймовірностей [9].

# 1. Щільність забруднення ґрунту $^{90}\text{Sr}$ і ізотопами плутонію на момент виміру їх вмісту у пробах ґрунту

№	Координати точок відбору проб		Рік вимірювання активності	Щільність забруднення ґрунту, кБк/м <sup>2</sup>		
	довгота	широта		$^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$	$^{238}\text{Pu}_{\text{сум}}$	$^{239,240}\text{Pu}_{\text{сум}}$
1	29,35663	51,07074	2018	1,7±0,2	0,024±0,009	0,118±0,022
2	29,35324	51,07288	2018	1,6±0,2	0,015±0,006	0,084±0,015
3	29,35686	51,07505	2018	1,7±0,2	0,020±0,012	0,125±0,035
4	29,3641	51,07328	2018	2,2±0,2	0,062±0,024	0,177±0,055
5	29,36285	51,07627	2018	1,5±0,2	0,027±0,010	0,126±0,026
6	29,35707	51,07732	2018	1,3±0,2	0,018±0,009	0,133±0,028
7	29,35462	51,06785	2018	2,8±0,3	0,030±0,008	0,119±0,017
8	29,2193	51,23322	2020	48±3	0,096±0,029	0,413±0,083
9	29,21929	51,23319	2020	31±2	0,072±0,022	0,245±0,049
10	29,21891	51,23317	2020	38±2	0,082±0,025	0,360±0,072
11	29,54168	51,1535	1999	4,0±0,4	0,035±0,014	0,109±0,022
12	29,54168	51,1535	2000	13±1	0,036±0,011	0,141±0,028
13	29,12623	51,23115	1999	1,7±0,2	0,045±0,022	0,131±0,038
14	29,70214	51,31558	1999	145±16	1,21±0,12	2,57±0,23
15	29,70108	51,30783	1999	165±15	3,60±0,29	1,94±0,27
16	29,68336	51,31683	1999	184±20	0,60±0,08	7,62±1,07
17	29,68069	51,30628	1999	182±42	0,24±0,07	1,35±0,27
18	29,66858	51,29464	1999	154±14	0,96±0,09	1,85±0,20
19	29,66064	51,31408	1999	103±7	0,60±0,09	1,32±0,19
20	29,66006	51,30461	1999	314±16	0,93±0,02	1,91±0,21
21	29,64761	51,29144	1999	182±11	1,96±0,24	0,95±0,19
22	29,64436	51,30478	1999	359±18	0,98±0,10	3,13±0,63
23	29,6405	51,316	1999	49±3	1,78±0,11	0,78±0,09
24	29,62694	51,30356	1999	229±16	0,48±0,06	1,99±0,40
25	29,62342	51,28956	1999	298±33	0,86±0,069	1,86±0,21
26	28,82833	51,11389	1999	1,4±0,1	0,016±0,003	0,058±0,010
27	28,82335	51,11312	1999	1,0±0,1	0,016±0,005	0,076±0,014
28	28,63733	51,00002	1999	0,8±0,1	0,008±0,004	0,083±0,010
29	28,38177	51,04435	1999	0,20±0,02	0,027±0,006	0,067±0,008
30	28,37694	51,05694	1999	1,8±0,2	0,029±0,025	0,074±0,015
31	28,09815	51,14718	1999	0,8±0,1	0,017±0,006	0,112±0,017
32	27,73327	51,14775	1999	1,3±0,1	0,035±0,025	0,101±0,020
33	27,73327	51,14775	1999	4,4±0,4	0,024±0,006	0,148±0,033
34	27,27652	51,20713	1999	0,50±0,05	0,022±0,008	0,078±0,018
35	26,8885	51,25978	1999	0,40±0,04	0,015±0,007	0,093±0,007
36	26,67292	51,65067	1999	0,9±0,1	0,017±0,006	0,083±0,009
37	26,65208	51,31602	1999	0,40±0,04	0,008±0,003	0,074±0,016
38	26,65208	51,31602	1999	1,5±0,1	0,011±0,003	0,086±0,020
39	25,87683	51,23973	1999	0,50±0,05	0,025±0,006	0,09±0,022
40	25,59965	51,44527	1999	0,6±0,1	0,009±0,003	0,092±0,015

**Результати і обговорення.** забруднення ізотопами плутонію з Територія України зазнала двох основних джерел – глобальні

Хомутінін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

радіоактивні випадіння спричинені випробуваннями ядерної зброї в атмосфері, найінтенсивніші з яких були проведені у 1961-1962 рр. та радіоактивні випадіння спричинені аварією на ЧАЕС. У чорнобильських радіоактивних випадіннях активність  $^{238}\text{Pu}$  була приблизно у 1,9 рази менша в порівнянні з активністю  $^{239,240}\text{Pu}$  [10]. Глобальні випадіння продуктів ядерних вибухів мали виражений широтний характер та були в основному представлені  $^{239,240}\text{Pu}$  з незначним вмістом  $^{238}\text{Pu}$  [11]. З часом, незалежно від місця та висоти вибуху його радіоактивні продукти перемішуються в стратосфері і встановлюється порівняльна сталість рівнів глобальних радіоактивних випадіннь. За даними доповіді, представленої в ООН Комітетом із захисту від атомної радіації (UNSCEAR), глобальні випадіння ізотопів плутонію у північній півкулі між  $40^\circ$  та  $50^\circ$  п. ш. склали перед Чорнобильською катастрофою близько  $58 \text{ Бк/м}^2$  [12]. Щільність забруднення глобальним  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{гл}}$  території Республіки Білорусь у доаварійний період (1958-1962 рр.) варіювала у межах  $53\text{-}58 \text{ Бк/м}^2$  при середньому значенні  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{гл}} = 53 \pm 17 \text{ Бк/м}^2$  [13]. В ЧЗВ середньозважена щільність забруднення глобальним  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{гл}}$  на території України склала  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{гл}} = 52 \pm 10 \text{ Бк/м}^2$  [5], що добре узгоджується з наведеними вище результатами, які ми будемо використовувати у даній роботі для

отримання різних оцінок. Тоді щільність забруднення ґрунту ізотопами  $^{239,240}\text{Pu}$  чорнобильського походження дорівнюватиме  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} = ^{239,240}\text{Pu}_{\text{сум}} - ^{239,240}\text{Pu}_{\text{гл}}$ . При великих щільності забруднення в ЧЗВ різниця між  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{сум}}$  і  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{чор}}$  буде не суттєва. Однак на території Житомирської області ця різниця буде вже значущою.

Індикатором джерел забруднення плутонієм території може слугувати відношення його ізотопів  $k = ^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  [5,14,15]. Для глобальних випадіннь у північній півкулі цей коефіцієнт у 1970 р. становив  $0,034$  [11], а для чорнобильських радіоактивних випадіннь у 1986 р. -  $0,53$  [10]. Враховуючи розпад радіонуклідів, це співвідношення у 2022 році буде рівним **0,023** та **0.47**. У цьому випадку оцінка щільності забруднення ґрунту глобальними випадіннями  $^{238}\text{Pu}_{\text{гл}}$  на 2022 рік становитиме **1,2 Бк/м<sup>2</sup>**.

Наведені вище оцінки щільності забруднення ґрунту, що обумовлені глобальними випадіннями  $^{238}\text{Pu}$  та  $^{239,240}\text{Pu}$ , дозволяють оцінити для південно-західного сліду щільність забруднення ґрунту радіонуклідами  $^{238}\text{Pu}$  і  $^{239,240}\text{Pu}$  чорнобильського походження:  $^{238}\text{Pu}_{\text{чор}} = ^{238}\text{Pu}_{\text{сум}} - 0,0012 \text{ кБк/м}^2$  і  $^{239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} = ^{239,240}\text{Pu}_{\text{сум}} - 0,052 \text{ кБк/м}^2$ . Результати статистичної обробки показують, що відмінність в оцінках аналізованого параметра, отриманого за результатами вимірювань виконаних

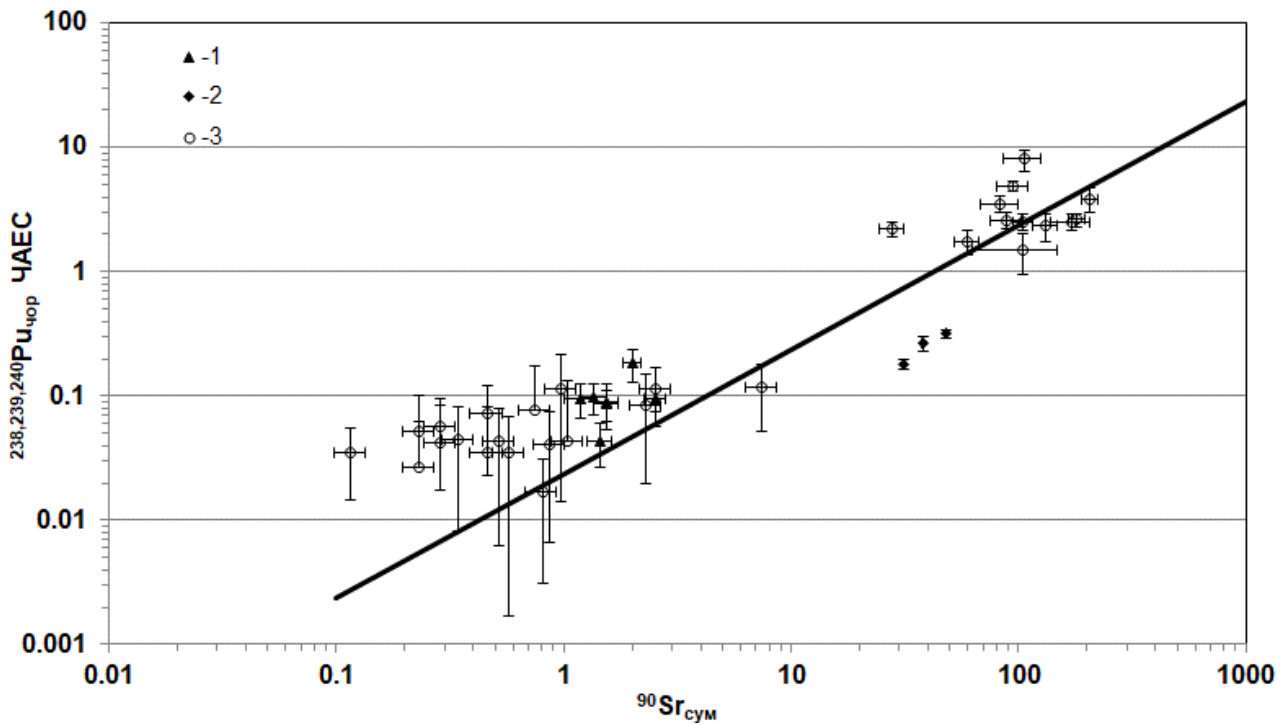
Хомутінін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

на ранній стадії аварії (1999-2000 роки) та на пізній стадії (2018-2021 роки) статистично не значущі. Ці виміри доповнюють одне одного.

Метою даної роботи є отримання експрес оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами  $^{238,239,240}\text{Pu}$  чорнобильського походження, виходячи із щільності забруднення ґрунту  $^{90}\text{Sr}$  на території південно-західного сліду. Це особливо важливо при радіологічному обстеженні територій, коли відбирається багато проб ґрунту. Активності  $^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$  і  $^{238}\text{Pu}_{\text{сум}}$  (таблиця 1), були перераховані з урахуванням радіоактивного розпаду радіонуклідів на 2022 рік. Нижче (рисунок 1) наведено результати статистичного аналізу цих даних. Знайдена лінійна залежність між радіонуклідами виду  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} = \alpha \cdot ^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$ , з коефіцієнтом кореляції  $R=0,74$  при  $\alpha=0,024\pm 0,003$ . Залишкове стандартне відхилення ( $S_{\text{зал}}$ ) становить 1,2. Отримане значення коефіцієнта  $\alpha$  у 1,5 рази

менше відношення активності  $^{238,239,240}\text{Pu} / ^{90}\text{Sr} = 0.036$  у чорнобильському ядерному паливі та паливній компоненті чорнобильських радіоактивних випадінь станом на 2022 рік, що обумовлено наявністю у сумарній активності  $^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$  конденсаційної складової чорнобильських радіоактивних випадінь за межами ЧЗВ [5,10], а також глобальних випадінь стронцію після випробувань ядерної зброї на рівні менше  $1 \text{ кБк/м}^2$  [16].

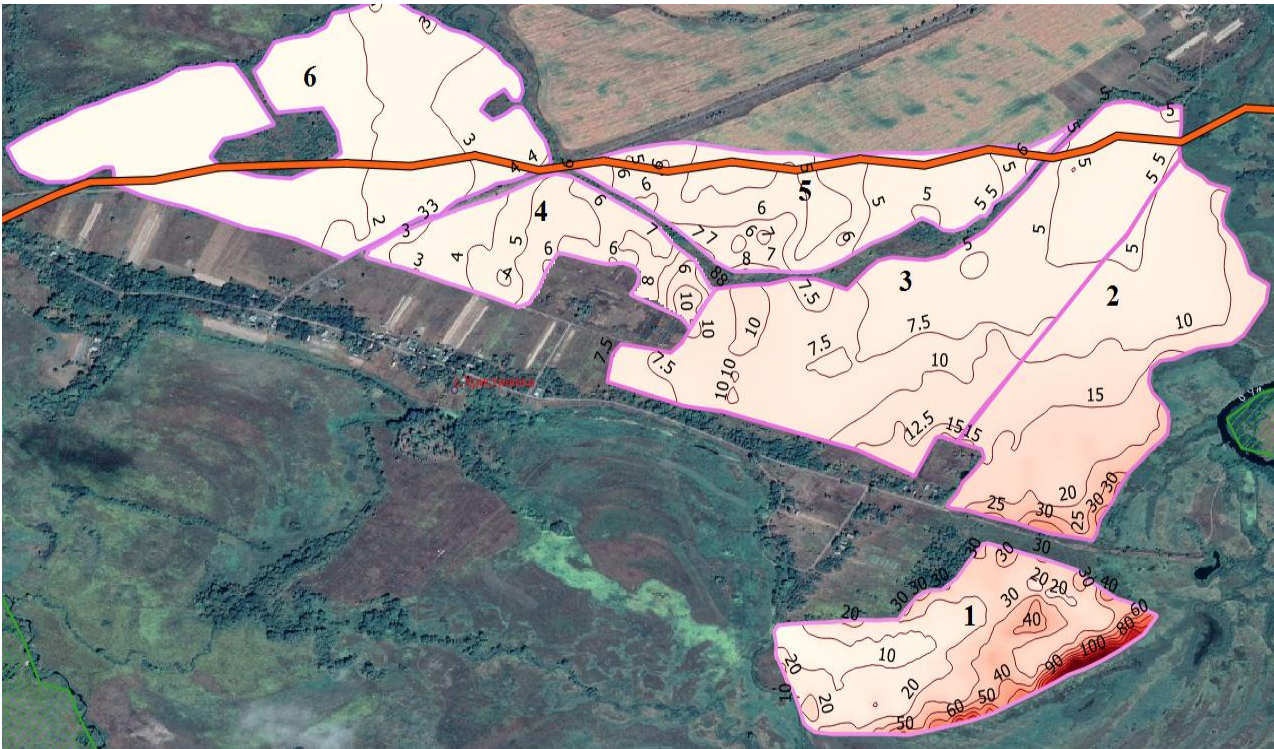
Незважаючи на те, що співвідношення між  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}}$  має не високу кореляцію, отримана залежність  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} = \alpha \cdot ^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$  дозволяє, в першому наближенні, отримати експрес оцінки щільності забруднення ґрунту  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}}$  на сільськогосподарських угіддях, які розташовані на південно-західному слідові чорнобильських випадінь станом на 2022 рік.



**Рис. 1.** Співвідношення між щільністю забруднення ґрунту  $^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$  (кБк/м<sup>2</sup>) і  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}}$  (кБк/м<sup>2</sup>) у 2022 р.: 1 - поле південніше с. Рагівка (2018); 2 - поле на схід від с. Христинівка (2018); 3 - банк даних УкрНДІСГР (1999)

Розглянемо кілька прикладів. У 2021 році співробітниками УкрНДІСГР в околицях с. Христинівка було проведено радіологічне обстеження 6 полів, виведених з господарського використання. На базі отриманих результатів було побудовано карти щільності їх забруднення  $^{90}\text{Sr}$  (рисунок 2), а також для кожного поля оцінені середні значення цього параметра (таблиця 2). На основі запропонованої експрес методики були зроблені оцінки середньої щільності забруднення цих полів

ізотопами плутонію чорнобильського походження (таблиця 2). З наведених результатів видно, що на полях №1-3 відповідно до Закону [3] спостерігається перевищення критерію 3-ї зони за щільністю забруднення території ізотопами стронцію:  $5,5 \text{ кБк/м}^2 \leq ^{90}\text{Sr} < 111 \text{ кБк/м}^2$ , але при цьому тільки на полі №1 щільність забруднення території ізотопами плутонію перевищує критерій 3-ї зони:  $0,37 \text{ кБк/м}^2 \leq ^{238,239,240}\text{Pu} < 3,7 \text{ кБк/м}^2$  (таблиця 2).



**Рис. 2. Забруднення виведених з господарського використання сільськогосподарських угідь в околицях села Христинівка <sup>90</sup>Sr станом на 2022 рік, (кБк/м<sup>2</sup>).**

**2. Середні геометричні щільності та їх геометричні стандартні відхилення забруднення виведених із сільськогосподарського використання полів <sup>90</sup>Sr і ізотопами плутонію чорнобильського походження на 2022 рік**

№ поля	<sup>90</sup> Sr		Ізотопи плутонію чорнобильського походження, <sup>238,239,240</sup> Pu	
	GM, кБк/м <sup>2</sup>	GSD	GM, кБк/м <sup>2</sup>	GSD
1	21,76	1,97	0,49	1,99
2	11,31	1,95	0,25	1,97
3	7,00	1,95	0,16	1,97
4	5,08	1,95	0,11	1,97
5	5,08	1,95	0,11	1,97
6	1,89	1,95	0,04	1,97

На підставі отриманого співвідношення між щільністю забруднення території радіоізотопами плутонію та стронцію  $^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} = 0,024 \cdot ^{90}\text{Sr}_{\text{сум}}$ , можна зробити дуже важливий висновок. Критерій 3-ї зони по щільності

забруднення території стронцієм  $5,5 \text{ кБк/м}^2 \leq ^{90}\text{Sr} < 111 \text{ кБк/м}^2$  буде відповідати за межами ЧЗВ щільності забруднення території ізотопами плутонію  $0,13 \text{ кБк/м}^2 \leq ^{238,239,240}\text{Pu}_{\text{чор}} < 2,7 \text{ кБк/м}^2$ , що гарантує дотримання критерію  $0,37 \text{ кБк/м}^2 \leq ^{238,239,240}\text{Pu} <$

Хомутинін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

3,7 кБк/м<sup>2</sup> [3]. У цьому випадку виконання критеріїв радіоекологічного зонування території після Чорнобильської катастрофи по щільності забруднення стронцієм гарантує виконання критеріїв по ізотопах плутонію і немає необхідності у проведенні тривалих та дорогих аналізів по визначенню їх активності у пробах ґрунту.

### Висновки

На основі статистичного аналізу багаторічних вимірювань <sup>90</sup>Sr, <sup>238</sup>Pu і <sup>239,240</sup>Pu у пробах ґрунту, виконаних в УкрНДІСГР НУБіП України, розроблено алгоритм отримання експрес оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження (<sup>238,239,240</sup>Pu). Основу цього алгоритму становить емпіричне співвідношення між щільністю забруднення ґрунту <sup>90</sup>Sr та ізотопами

### Список використаних джерел

1. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів) / К.: Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи України, 2008. 49 с.
2. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (сільське та лісове господарство) / П.П. Надточій та ін.; К.: «Світ», 2003. 372 с.
3. Закон України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи" від 27.02.91 р. № 791а-ХІІ.- Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР), 1991, № 16, ст.198, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%BD-127>.

<sup>238,239,240</sup>Pu чорнобильського походження.

Запропонований метод валідовано на виведених із господарського використання сільськогосподарських угіддях Народицького району Житомирської області. Результати валідації показали задовільну збіжність отриманих оцінок щільності забруднення ґрунту ізотопами плутонію чорнобильського походження із експериментальними результатами.

Запропонований алгоритм отримання експрес оцінок щільності забруднення ґрунту <sup>238,239,240</sup>Pu чорнобильського походження може бути складовою частиною системи прийняття рішень щодо перегляду меж зон радіоактивного забруднення та повернення у використання виведених після аварії на ЧАЕС сільськогосподарських угідь.

4. Khomutinin Yu., Fesenko S., Levchuk S., Zhebrovska K., Kashparov V. Optimising sampling strategies for emergency response: Soil sampling. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2020. 222, 106344 <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106344>
5. Kashparov V.A., Lundin S.M., Zvarich S.I., Yoschenko V.I., Levchuk S.E., Khomutinin Yu.V., Maloshtan I.N., Protsak V.P. Territory contamination with the radionuclides representing the fuel component of Chernobyl fallout. *The Science of the Total Environment*. 2003. 317(1-3), 105-119. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00336-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00336-X)
6. Kashparov V., Levchuk S., Zhurba M., Protsak V., Khomutinin Yu., Beresford N.A., Chaplow J.S. Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian

Хомутинін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data (ESSD)*. 2018. 10, 339-353. <https://doi.org/10.5194/essd-10-339-2018>

7. Павлоцкая Ф.И. Основные принципы радиохимического анализа объектов природной среды и методы определения радионуклидов стронция и трансурановых элементов. *Журнал аналитической химии*. 1997. 52(2) 126.

8. ДСТУ ISO 18589-4:2015 Вимірювання радіоактивності у довкіллі. Ґрунт. Частина 4. Вимірювання ізотопів плутонію (плутонію 238 та плутонію 239 + 240) методом альфа-спектрометрії

9. Четыркин Е.М., Калихан И.Л. Вероятность и статистика. М.: Финансы и статистика, 1982. 319 с.

10. Kashparov, V., Levchuk, S., Zhurba, M., Protsak, V., Beresford, N.A., Chaplow, J.S. Spatial radionuclide deposition data from the 60 km radial area around the Chernobyl Nuclear Power Plant: results from a sampling survey in 1987. *Earth System Science Data (ESSD)*. 2020. 12, 1861–1875, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1861-2020>

11. Perkins R.W., Thomas C.W. Worldwide fallout. In *Transuranic elements in the Environment: Tech. Inf. Center US Department of Energy: DOE/TIC\_22880* / ed. W.C. Hanson. – Washington, D.C. 1980. P. 53–82.

12. UNSCEAR Report to the General Assembly of Unated Nations with Annexes. – New York:UN, 1982. P. 228, p. 238.

13. Конопля Е. Ф., Кудряшов В. П., Миронов В. П. Трансурановые элементы на территории Беларуси / Минск: Белорусская наука, 2006. 192 с.

14. Dufa C., Renaud P.  $^{238}\text{Pu}$  and  $^{239+240}\text{Pu}$  inventory and distribution through the lower Rhone valley terrestrial environment (Southern France) / *Science of the Total Environment*. 2005. V. 348. P. 164–172

15. Michel H., Gasparro J., Barci\_Funel G., Dalmasso J., Ardisson G., Sharovarov G. Radioanalytical determination of actinides and fission products in Belarus soils / *Talanta* . 1999. V. 48. P. 821–825.

16. Табачний Л.Я. та ін.. Атлас Україна. Радіоактивне забруднення. ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО». 2002. 2008.

1. Radiological status of territories assigned to areas of radioactive contamination (in terms of districts) / К.: Ministry of Ukraine for Emergencies and Protection of the Population from the Consequences of the Chernobyl Catastrophe of Ukraine, 2008. 49 p.

2. The experience of overcoming the consequences of the Chernobyl disaster (agriculture and forestry) / P.P. Nadtochiy and others; К.: "World", 2003. 372 p.

3. Law of Ukraine "On the legal regime of the territory affected by radioactive contamination as a result of the Chernobyl disaster" of 27.02.91 № 791a-XII.- Information of the Verkhovna Rada of the USSR (VVR), 1991, № 16, p.198, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%B0-127>.

4. Khomutinin Yu., Fesenko S., Levchuk S., Zhebrowska K., Kashparov V. (2020). Optimising sampling strategies for emergency response: Soil sampling. *Journal of Environmental Radioactivity*. 222, 106344 <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106344>

5. Kashparov V.A., Lundin S.M., Zvarich S.I., Yoschenko V.I., Levchuk S.E., Khomutinin Yu.V., Maloshtan I.N., Protsak V.P. (2003). Territory contamination with the radionuclides representing the fuel component of Chernobyl fallout. *The Science of the Total Environment*. 317(1-3), 105-119. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00336-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00336-X)

6. Kashparov V., Levchuk S., Zhurba M., Protsak V., Khomutinin Yu., Beresford N.A., Chaplow J.S. (2018). Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data (ESSD)*. 10, 339-353. <https://doi.org/10.5194/essd-10-339-2018>

7. Pavlotskaya F.I. (1997). Basic principles of radiochemical analysis of environmental objects and methods for determining radionuclides of strontium and transuranium elements. *Journal of Analytical Chemistry*. 52(2) 126.

8. DSTU ISO 18589-4: 2015 Measurement of radioactivity in the environment. Soil. Part 4. Measurement of plutonium isotopes (plutonium 238 and plutonium 239 + 240) by alpha spectrometry

## References

Хомутинін Ю. В., Левчук С. Є., Кашпаров В. О.

9. Chetyrkin E.M., Kalikhan I.L. (1982). Probability and statistics. M.: Finance and statistics, 319 p..

10. Kashparov V., Levchuk S., Zhurba M., Protsak, V. Beresford, N.A., Chaplow J.S. (2020). Spatial radionuclide deposition data from the 60 km radial area around the Chernobyl Nuclear Power Plant: results from a sampling survey in 1987. *Earth System Science Data (ESSD)*. 12, 1861–1875, <https://doi.org/10.5194/essd-12-1861-2020>

11. Perkins R.W., Thomas C.W. (1980). Worldwide fallout. In *Transuranic elements in the Environment: Tech. Inf. Center US Department of Energy: DOE/TIC\_22880* / ed. W.C. Hanson. Washington, D.C. P. 53–82.

12. UNSCEAR Report to the General Assembly of United Nations with Annexes. – New York:UN, 1982. P. 228, p. 238.

13. Hemp E. F., Kudryashov V. P., Mironov V. P. (2006). *Transuranium elements on the territory of Belarus*. Minsk: Belarusian Science, 192 p.

14. Dufa C., Renaud P. (2005).  $^{238}\text{Pu}$  and  $^{239+240}\text{Pu}$  inventory and distribution through the lower Rhone valley terrestrial environment (Southern France). *Science of the Total Environment*. V. 348. P. 164–172

15. Michel H., Gasparro J., Barci\_Funel G., Dalmasso J., Ardisson G., Sharovarov G. (1999). Radioanalytical determination of actinides and fission products in Belarus soils. *Talanta*. V. 48. P. 821–825.

16. Tobacco L.Ya. etc. (2002). *Atlas Ukraine. Radioactive contamination*. LLC "Intelligent GEO Systems". 2008.

## EXPRESS ESTIMATION OF SOIL POLLUTION DENSITY BY PLANTING ISOTOPES OF CHERNOBYL ORIGIN

Yu. Khomutinin , S. Levchuk , V. Kashparov

**Abstract.** *The article considers an approach of finding a rapid estimate of soil contamination density of plutonium isotopes in a radiological survey of agricultural lands on the south-western trace of Chernobyl radioactive fallout outside the Chernobyl Exclusion Zone. An algorithm based on a linear correlation between values of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{238,239,240}\text{Pu}$  activity in soil samples was developed. The algorithm was tested during a radiological field survey of abandoned lands in Narodychi district. The results of the approbation showed a satisfactory convergence of obtained estimates of soil contamination with plutonium isotopes of Chernobyl origin with experimental results. The proposed algorithm may be a part of the decision-making system at reviewing the boundaries of radioactive contamination zones and returning in the use agricultural lands that were abandoned after the Chernobyl accident.*

**Key words:** *density of radioactive contamination,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ , Chernobyl accident*

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

УДК 712.2:712.41+581.327 (477.63)

## КОЛЕКЦІЙНИЙ ФОНД ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВИХ РОСЛИН КРИВОРІЗЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ НАН УКРАЇНИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗБАГАЧЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**Ю. С. ЮХИМЕНКО**, кандидат біологічних наук,

<https://orcid.org/0000-0001-9510-9153>

E-mail: yukhimenkoj@gmail.com

**Л. І. БОЙКО**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,

<https://orcid.org/0000-0003-3699-6906>

E-mail: ludmilaboyko@meta.ua,

**Н. М. ДАНИЛЬЧУК**, кандидат біологічних наук,

<https://orcid.org/0000-0003-4268-975>

E-mail: danilchuk.natal@gmail.com

*Криворізький ботанічний сад НАН України*

<https://doi.org/dopovidi2022.04.002>

***Анотація.** Деревна рослинність зелених насаджень міст є невід'ємною та функціонально важливою частиною оточуючого середовища людини. Метою досліджень є визначення потенціалу колекційного фонду деревно-чагарникових рослин Криворізького ботанічного саду НАН України як джерела збагачення асортименту для озеленення міських територій у степовій зоні України.*

*Об'єктом досліджень був таксономічний склад, ботаніко-географічний аналіз, життєвий стан та декоративність деревно-чагарникових рослин Криворізького ботанічного саду, які належать до відділів Magnoliophyta та Pinophyta. Ідентифікацію таксонів проводили згідно міжнародної класифікації. Життєвий стан визначали за методиками Л. С. Савельєвої (1975), В. Д. Федоровського (2007), В. Т. Ярмішко (2002). Декоративність рослин вивчали за шкалою Ж. А. Варданяна (2017).*

*Результати дослідження показують, що колекційний фонд деревно-чагарникових рослин Криворізького ботанічного саду нараховує 720 видів, 31 підвид, 24 різновиди, 421 культивар, 1 міжродовий гібрид – усього 1197 таксонів, які належать до 56 родин та 155 родів. Найвищий рівень життєвого стану визначено у 35 % дерев та кущів, децю знижений – 25 %, середній – 32 %, знижений – 8 %. Дуже висока декоративність притаманна 55 % від загальної кількості таксонів, висока – 25 %, середня – 15 %, низька – 5 %.*

*Для впровадження в озеленення промислового міста степової зони України рекомендовано 860 перспективних видів та культиварів деревно-чагарникових рослин, які пройшли інтродукційний іспит у Криворізькому ботанічному саду.*

***Ключові слова:** Кривий Ріг, озеленення міст, дерева та чагарники, асортимент, таксономічний склад, життєвий стан, декоративність*

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

### **Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Зелені насадження міст є невід’ємною та функціонально важливою частиною оточуючого середовища людини. Найбільшого значення набуває саме деревна рослинність, яка бере на себе функцію «зелених легенів» і стає живим щитом між людиною та шкідливими для здоров’я викидами промисловості, автівок та ін. Також, велике значення має естетична складова пейзажного оформлення міста, як один із факторів позитивного впливу на емоційний стан людини, підвищення настрою, поліпшення її психічного здоров’я. Завдяки насадженням дерев та чагарників відбувається суттєвий вплив на формування мікроклімата в місті шляхом поліпшення теплового режиму, підвищення вологості та ступіню рухливості повітря. Відповідно, оптимізація та підвищення функціональної повноцінності міських зелених насаджень – один з ключових параметрів стану самого міста.

Дослідженню міських насаджень в степовій зоні України присвячена низка робіт. Таксономічний склад, життєвий стан, ботаніко-географічний аналіз дендрофлори Кривого Рогу, проблеми подальшої оптимізації деревних насаджень міста висвітлено у багатьох роботах науковців Криворізького ботанічного саду НАН України та Криворізького педагогічного університету [1–4]. В

колективній роботі за ред. Е. О. Євтушенка та В. М. Савоська «Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя» (2017) розглянуто структуру, стан деревно-чагарникових культурфітоценозів регіону, шляхи та напрями їх збереження й оптимізації [5].

**Метою досліджень** є визначення потенціалу колекційного фонду деревних рослин Криворізького ботанічного саду НАН України як джерела збагачення асортименту для озеленення міських територій в степовій зоні України.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Таксономічну ідентифікацію рослин проводили використовуючи довідники [6–8] та інтернет-ресурси. Латинські назви рослин приведені згідно міжнародної класифікації [9–11]. Життєвий стан листяних дерев оцінювали за шкалою, розробленою Л. С. Савельєвою [12], листяних чагарників – за методикою В. Д. Федоровського, розробленою на основі класифікації З. І. Лучник [13, 14]: 5 балів – високий, спостерігається інтенсивний ріст, кількість пагонів поновлення переважає над всихаючими пагонами, 4 бали – помірний, кількість пагонів поновлення рівна дорівнює всихаючим, 3 бали – слабкий, спостерігається різке зниження приростів, кількість всихаючих пагонів переважає над пагонами поновлення, 2 бали – низький, кущ

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М. всихає, пагони поновлення слабкі, у корневищних рослин центральна частина розпалась, на периферії утворились низькорослі парціальні кущі, 1 бал – дуже низький, кущ повністю розпався, пагони поновлення відсутні. Життєвий стан хвойних оцінювали за методикою, розробленою В. Т. Ярмішко [15].

Географічний аналіз проведено на основі флористичного районування Земної кулі А. Л. Тахтаджяна [16].

Декоративність рослин оцінювалась за модифікованою шкалою Ж. А. Варданяна, в основу якої полягає комплексна оцінка кожного виду за дев'ятьма критеріями впродовж року, де кожна з них визначається за 5-бальною шкалою [17]. Показник зимостійкості замінений на показник посухостійкості, який є більш вагомим для посушливих умов степової зони і визначався за шкалою С. С. П'ятницького [18].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Структура озеленення Криворіжжя з усіма недоліками та недосконалістю є типовою для інших міст України [19]. Для більшості міст система озеленення склалася історично і повинна підтримуватися, оберігатися та модернізуватися [20]. Необхідним на даний час є розробка нових підходів до створення сучасних насаджень у містах із залученням нових культиварів хвойних та листяних рослин, які здатні значною

мірою надати естетичних якостей насадженням та водночас знизити екологічну напругу. У таких композиціях підкреслюється декоративна виразність як окремої рослини, так і групи в цілому. На даний час таксономічний склад деревно-чагарникової рослинності парків і скверів Кривого Рогу представлений 202 таксонами (162 види та 40 форм і гібридів) з 89 родів і 41 родини [3]. Найчастіше в досліджених об'єктах трапляються 33 таксони, серед яких майже в кожному дослідженому об'єкті озеленення використані 11 видів та культиварів листяних і 6 – хвойних рослин. Основні паркоутворюючі породи досягли віку понад 50 років і розмірів, притаманних умовам регіону інтродукції (представники родів *Populus* L., *Acer* L., *Ulmus* L., *Robinia* L.). Задовільний життєвий стан визначений у 60% досліджених дерев та чагарників, які можна охарактеризувати як стійкі до умов зростання в степовому промисловому регіоні. Незадовільний стан у близько 40 % деревних рослин та одноманітність таксономічного складу говорить про необхідність реконструкції насаджень із залученням нових представників деревно-чагарникової рослинності та застосуванням сучасних заходів ландшафтного дизайну.

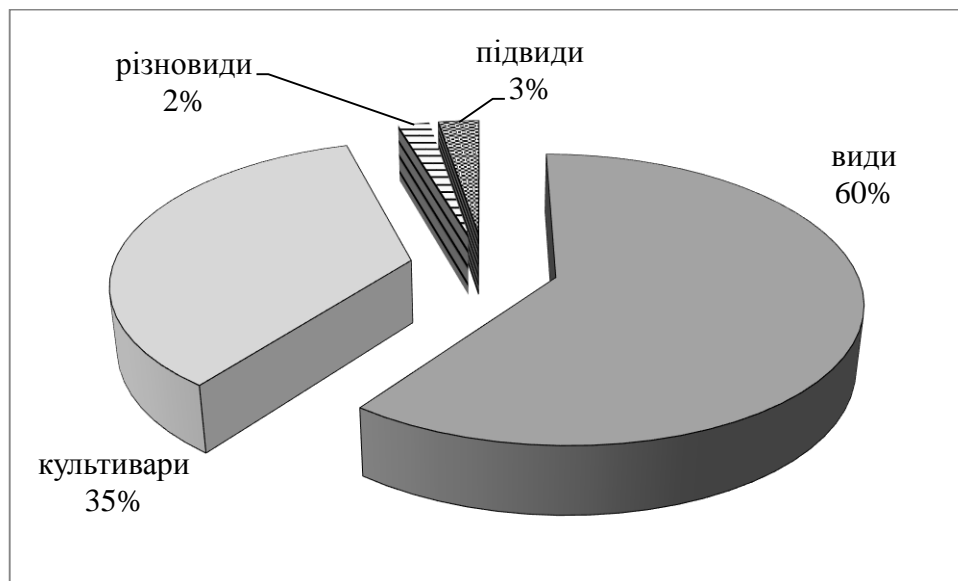
Потужним потенціалом для урізноманітнення насаджень міста є колекційний фонд деревно-

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

чагарникових рослин, розташований у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України на території 22 га. Територія дендрарію розбита на 30 кварталів, з яких у 18-ти розташовані експозиції представників основних родин і родів деревних та чагарникових рослин. В основу розміщення видів в експозиціях покладено систематичний принцип, тобто за родинами та родами на одній ділянці (кварталі), а в кварталах – переважно групами або масивами, рідко – поодинокі. Створено моносади, в яких представлений

декоративний сортовий матеріал, а саме – сирінгарій, розарій, сад магнолій, сад таволг, сад садових жасминів, сад безперервного цвітіння, кам'яна гірка, гравійний сад.

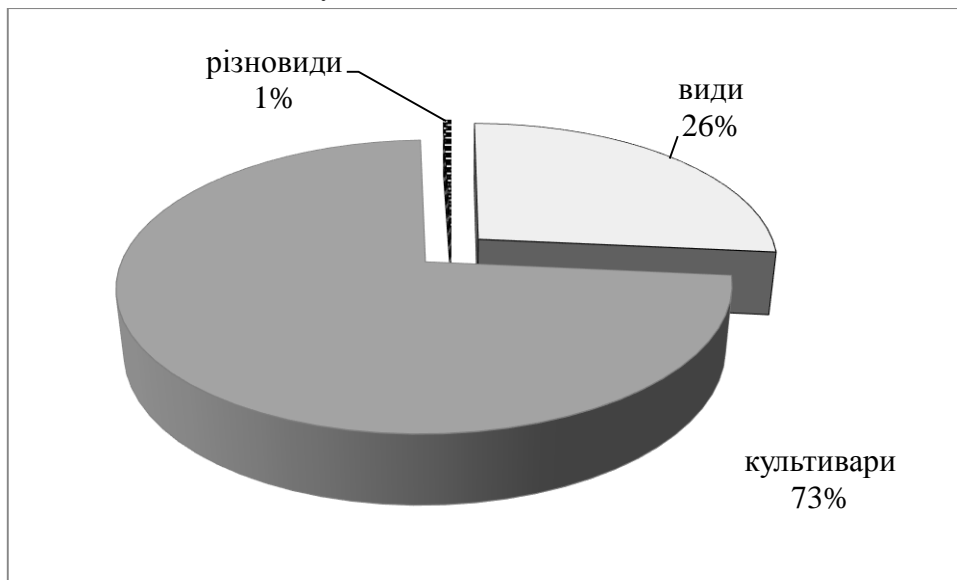
На даний час колекційний фонд деревних рослин Криворізького ботанічного саду НАН України нараховує 720 видів (51 вид гібридного походження), 31 підвид, 24 різновиди, 421 культивар, 1 міжродовий гібрид – усього 1197 таксонів, які належать до 56 родин та 155 родів (рис.1).



**Рис.1. Структура колекційного фонду деревних рослин Криворізького ботанічного саду НАН України**

Голонасінні представлені наступним чином: 6 родин (Ginkgoaceae, Ephedraceae, Cephalotaxaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Taxaceae), 17 родів, 185 таксонів, 48 видів, 136 культиварів, 1 різновид, 3 види мають гібридне походження (рис. 2). Серед

голонасінних найчисельнішими є родини Cupressaceae Bartl. – 109 і Pinaceae – 49 таксонів. Найбільше таксономічне різноманіття характерне для таких родів, як *Juniperus* L. – 56, *Thuja* L. – 31, *Pinus* L. – 21, *Picea* A.Dietr. – 15.



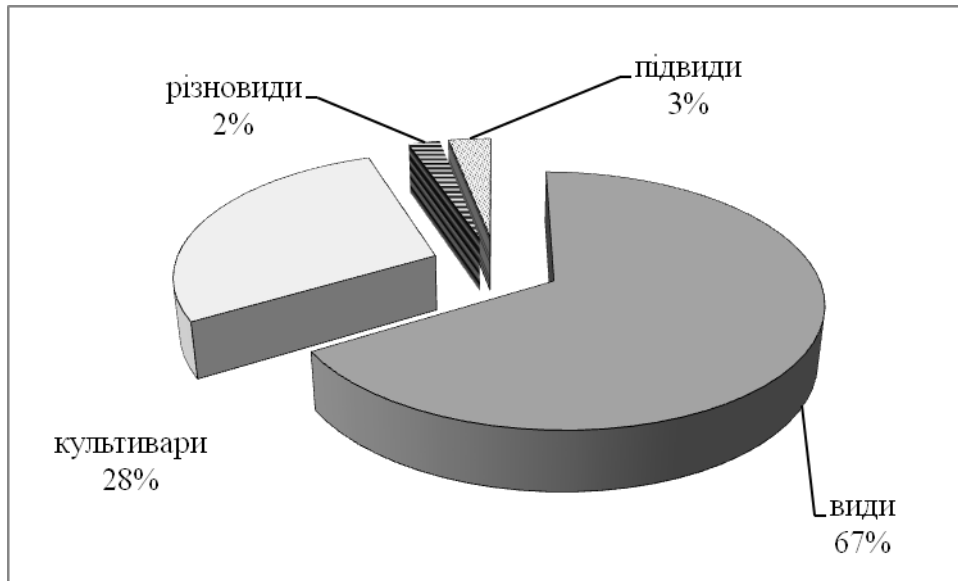
**Рис. 2.** Представленість відділу Pinophyta в Кивдорівському ботанічному саду НАН України

Покритонасінні мають такий склад: 1012 таксонів з 51 родини та 142 родів, з яких 671 вид (з них 47 гібридного походження), 31 підвид, 23 різновиди, 286 культиварів, 1 міжродовий гібрид (*Aflocerasus*) (рис. 3). Найбільшим видовим і формовим різноманіттям представлена родина Rosaceae Juss. – 255 видів (з них 30 видів мають гібридне походження), 6 підвидів, 9 різновидів, 73 культивари, всього 344 таксони, або 30 % від загальної таксонів у колекції. Найчисельнішими родами цієї родини є – *Crataegus* L. – 59 таксонів, *Prunus* – 52, *Cotoneaster* Medik. – 45, *Spiraea* L. – 49, *Sorbus* L. – 16, *Malus* L. – 32. Серед інших рослин в колекції чисельно представлені родини Oleaceae – 110 таксонів, Berberidaceae – 64, Caprifoliaceae – 57, Hydrangeaceae – 53, Leguminosae – 39, Sapindaceae – 37, Salicaceae – 32, Betulaceae – 32, Cornaceae – 24, Fagaceae – 16, Rhamnaceae – 15.

За життєвими формами у голонасінних в колекції переважають кущі, частка яких становить 65 % від загальної кількості таксонів. У покритонасінних на кущі припадає 55,5 % від загальної кількості таксонів, а на дерева – 38 %, решта 6,5 % – напівчагарники та ліани.

Група вічнозелених листяних рослин об'єднує 10 видів та 5 культиварів: *Buxus sempervirens* L. та його сорти 'Aurea-variegata', 'Gelb Bunt', 'Elegantissima', *Berberis julianae* Schneid., *Berberis gagnepainii* C.K. Schneid., *Mahonia aquifolium* (Porsch) Nutt., *Mahonia repens* (Lindl.) G. Don., *Pyracantha coccinea* Roem., *Viburnum rhytidophyllum* Hemsl., *Yucca filamentosa* L., *Yucca glauca* Nutt., *Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.-Mazz. та його два сорти 'Emerald Gaiety' та 'Emerald Gold', а також три напіввічнозелені види – *Cotoneaster dammeri* C.K. Schneid.,

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.  
*Cotoneaster* ×*suecicus* G. Klotz ,  
*Lonicera japonica* Thunb.



**Рис. 3. Представленість відділу Magnoliophyta в Криворізькому ботанічному саду НАН України**

Важливим для колекції саду є цвітіння теплолюбних екзотів. В умовах КБС НАН України щорічно квітують та плодоносять *Yucca filamentosa* L. з родини Agavaceae, *Hibiscus syriacus* L. з родини Malvaceae Juss., *Calycanthus floridus* L. з родини Calycanthaceae Lindl., а також *Callicarpa dichotoma* (Lour.) C. Koch, *Caryopteris incana* (Thunb.) Miq., *Vitex agnus-castus* L. з родини Verbenaceae Jaume, *Buddleia alternifolia* Maxim., *Buddleia davidii* Franch. з родини Buddleiaceae Wilholm., *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Xanthoceras sorbifolium* Vge. з родини Sapindaceae Juss.

У колекції деревно-чагарникових рослин КБС переважають види зі Східноазійської області – 32,6 %, Циркумбореальної –

16,1 %, Атлантично-Північноамериканської – 15,5 %, на види з широким ареалом припадає 22,8 %, Кількість видів з Ірано-Туранської і Середземноморської областей, еколого-біологічні особливості котрих якнайменше відповідають степовим умовам Кривого Рогу, найменша відповідно – 11,0 % і 2,0 %.

Найвищий рівень життєвого стану визначено у 35 % дерев та чагарників, дещо знижений – у 25 %, середній – 32 %, знижений – 8 %. Дуже висока декоративність притаманна 55 % таксонів, висока – 25 %, середня – 15 %, низька – 5 %. На цей час генеративної фази розвитку досягли 850 видів та культиварів (71 %) листяних та хвойних порід.

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

На сьогодні в колекціях КБС культивуються понад 50 раритетних видів із національним та міжнародними созологічними статусами, що свідчить про значну роль об'єкту в галузі збереження та охорони фіторізноманіття *ex situ*.

Криворізький ботанічний сад НАН України є членом Відділення Міжнародної Ради Ботанічних Садів з Охорони Рослин (ВМРБСОР) і підтримує зв'язки з 80 ботанічними садами з 34 країн світу з метою поповнення колекцій, що становлять Національне надбання, для подальшого збагачення та збереження біологічного різноманіття регіону.

На основі багаторічних досліджень еколого-біологічних особливостей функціонування деревних рослин як в ботанічному саду, так і в насадженнях міста, був розроблений асортимент перспективних для умов степового клімату хвойних та листяних рослин, який включає 510 видів і

350 культиварів із 110 родів. Створена комп'ютерна база даних колекційного фонду деревних та чагарникових рослин, яка містить інформацію про їх таксономічний склад, і характеристики (джерело отримання, кількість екземплярів, життєвий стан, генеративна здатність та ін.) і буде використана для прогнозування його збагачення та збереження в умовах постійних кліматичних змін.

### Висновки і перспективи.

Колекційний фонд Криворізького ботанічного саду НАН України є осередком представництва деревної рослинності іншорайонної флори в степовому промисловому регіоні України і слугує джерелом збагачення зелених насаджень новими видами та культиварами. Інтродукційний іспит деревних рослин з різних ботаніко-географічних ареалів в колекціях є науковою базою для розробки рішень з фітооптимізації та створення нових культурфітоценозів у регіоні степової зони.

географічний аналіз і частота трапляння видів деревно-чагарникової рослинності зелених насаджень Кривого Рогу. *Вісник Запорізького національного університету: збірник наукових праць. Біологічні науки.* 2014, № 1. С. 200–210.

4. Терлига Н.С., Данильчук О.В., Юхименко Ю.С., Федоровський В.Д., Данильчук Н.М. Культивована дендрофлора парків та скверів Кривого Рогу: історичні аспекти формування та сучасний стан. *Вісник харківського національного аграрного університету. Серія Біологія.* 2015, вип., 2(35). С. 93-101.

5. Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя /

### Список використаних джерел

1. Савосько В. М., Квітко М.О. Сучасний життєвий стан лісових культурфітоценозів Криворіжжя. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна.* 2017., Вип. 75, С. 75–82.

2. Федоровський В.Д., Терлига Н.С., Юхименко Ю.С., Данильчук О.В., Данильчук Н.М., Лаптева О.В. Видовий склад та життєвий стан деревно-чагарникової рослинності парків та скверів м. Кривий Ріг. *Інтродукція ролин*, 2013, №3. С. 73–79.

3. Терлига Н.С., Федоровський В.Д., Юхименко Ю.С., Данильчук О.В., Данильчук Н.М., Лаптева О.В. Ботаніко-

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

Е. О. Євтушенко та ін.; за ред. Е. О. Євтушенка, В. М. Савоська. Кривий Ріг : Діонат, 2017. 166 с.

6. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина 1: довідник / Кохно М.А. та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 447 с.

7. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина II: довідник / Кохно М.А. та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.

8. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Голосеменные: справ. пособие / Кузнецов С. И. и др. Киев: Наук. думка, 1985. 200 с.

9. ICN – International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants (Melbourne Code) / J. McNeill [et al.] (eds.). 2012. Regnum Veg. 154. URL: <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php?page=com>

10. IPNI – International Plant Names Index. URL: <http://www.ipni.org/index.html>. – [Cited 03.03.2013].

11. The Plant List by the royal botanic Gardens Kew and Missouri Botanical. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Crataegus>

12. Савельева Л. С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях. М.: Лесная промышленность, 1975. 271 с.

13. Федоровский В. Д. Древесные растения Криворожского ботанического сада. Днепропетровск: «Перспект», 2007. 256 с.

14. Лучник З. И. Декоративная долговечность кустарников в культуре. Новосибирск: Наука, 1988, 104 с.

15. Ярмишко В. Т. Диагностика повреждений и оценка жизненного состояния деревьев и древостоев в условиях промышленного атмосферного загрязнения / Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. С. 154–165.

16. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.

17. Варданян Ж.А. Методологические аспекты оценки декоративности древесных

растений. Доклады НАН Армении. 2017, Т. 117, № 4, С. 340–349.

18. Пятницкий С.С. Практикум по лесной селекции. М.: Изд-во сельхоз. лит-ры, 1961. 266 с.

19. Черевченко Т.М., Кузнецов С.І. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та його оптимізація. Науковий вісник НЛТУ України. 2003, вип. 13 (5). С. 22–27.

20. Швець В. В., Калініченко В. С., Кудлаєнко О. О. Аналіз та вдосконалення зеленого каркаса міста на прикладі м. Вінниці. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Серія Міське будівництво та архітектура. С. 83–87. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb\\_2013\\_1\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb_2013_1_18)

21. Current vital state of forest cultural phytocenoses of Kryvyi Rih Area

### References

1. Savosko V. M., Kvitko M.O. (2017). Suchasnyi zhyttievyy stan lisovykh kulturfitotsenoziv Kryvorizhzhia [Current vital state of forest cultural phytocenoses of Kryvyi Rih Area]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna [Bulletin of Lviv University. Biological Sciences]. N 75, P. 75–82.

2. Fedorovskyi V.D., Terlyha N.S., Yukhymenko Yu.S., Danylchuk O.V., Danylchuk N.M., Laptieva O.V. (2013). Vydovyy sklad ta zhyttievyy stan derevno-chaharnykovoii roslynnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyi Rih [Specific composition and vital state of tree and shrub vegetation in parks and squares of Kryvyi Rih]. Introduktsiia rolyn [Plant Introduction], N3. P. 73–79.

3. Terlyha N. S., Fedorovskyi V. D., Yukhymenko Yu. S. and al. (2014), Botaniko-heohrafichnyi analiz i chastota trapliannia vydiv derevno-chaharnykovoii roslynnosti zelenykh nasadzhen Kryvoho Rohu [Botanical-geographical analysis and occurrence frequency of species of arboreal and fruticose vegetation of green plantings of Kryvyi Rih]. Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu: zbirnyk naukovykh prats. Biolohichni nauky [Bulletin of Zaporizhzhya National University: collection of scientific works. Biological Sciences], N 1, P. 200–210.

4. Terlyha N.S., Danylchuk O.V., Yukhymenko Yu.S., Fedorovskyi V.D.,

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.

Danylchuk N.M. (2015). Kulyvovana dendroflora parkiv ta skveriv Kryvoho Rohu: istorychni aspekty formuvannia ta suchasnyi stan [Cultivated dendroflora of parks and squares of Kryvyi Rih: historical aspects of formation and current state]. Visnyk kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seria Biologia [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Biological Sciences]. N 2(35). P. 93-101.

5. Yevtushenko E. O. and al. Struktura ta rozvytok kulturfitotsenoziv Kryvorizhzhia: monohrafiia [The structure and development of cultural phytocenoses of Kryvyi Rih Area]. Kryvyi Rih: Dionat, 2017. 166 p.

6. Kokhno M.A., Parkhomenko, L.I., Zarubenko A.U. and al. (2002). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kulyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. Chastyna I: dovidnyk [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms. Part I: Handbook], Kyiv: Fitosotsiotsentr, 447 p.

7. Kokhno M.A., Trofymenko N. M. Parkhomenko L.I. and al. (2005). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kulyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni. Chastyna II: dovidnyk [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms. Part II: Handbook], Kyiv: Fitosotsiotsentr, 716 p.

8. Kuznecov S. I., Chuprina P. Ya., Podgornyy Yu. K. and al. (1985). Derevyia i kustarniki, kultiviruemye v Ukrainskoy SSR. Golosemnyie [Trees and shrubs cultivated in Ukrainian SSR. Gymnospermae], Kyiv: Naukova dumka, 200 p.

9. ICN – International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants (Melbourne Code) / J. McNeill [et al.] (eds.). 2012. Regnum Veg. 154. URL: <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php?page=com>

10. IPNI – International Plant Names Index/ URL: <http://www.ipni.org/index.html>.

11. The Plant List by the royal botanic Gardens Kew and Missouri Botanical [Електроннийресурс]. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1>

12. Saveleva L. S. (1975). Ustoychivost derevev i kustarnikov v zaschitnyih lesnyih nasazhdeniyah [Sustainability of trees and shrubs in protective plantings], Moscow: Lesnaya promyshlennost, 271 p.

13. Fedorovskiy V. D. (2007). Drevesnyie rasteniya Krivorozhskogo botanicheskogo sada [Tree plants of the Kryvyi Rih Botanical Garden]. Dnepropetrovsk: «Prospekt», 256 p.

14. Luchnyk Z. Y. (1988). Dekorativnaia dolhovechnost kustarnykov v kulture [Decorative longevity of shrubs in culture]. Novosibirsk: Nauka, 104 p.

15. Iarmishko V.T. (2002). Diagnostika povrezhdenii i otcenka zhiznennogo sostoianii derevev i drevostoev v usloviiakh promyshlennogo atmosfernogo zagriazneniia [Diagnosis of damage and assessment of the living conditions of trees and stands in conditions of industrial atmospheric pollution]. Metody izucheniiia lesnykh soobshchestv. SPb.: NII Khimii SPbGU, P. 154 – 165.

16. Tahtadzhyan A. L. (1978). Floristicheskie oblasti Zemli [Floristic regions of Earth]. Leningrad: Nauka, 1978, 248 p.

17. Vardanyan Zh. A. (2017), Metodologicheskie aspekty otsenki dekorativnosti drevesnyih rasteniy [Methodologic aspects of evaluation of decorativeness of tree plants]. Dokladyi NAN Armenii [Reports of the National Academy of Sciences of Armenia], vol. 117, N 4, pp. 340–349.

18. Pyatnitskiy S. S. (1961 ) Praktikum po lesnoy seleksii [Practicum on forest selection]. Moscow: Publishing House of Agrarian Literature, 266 p.

19. Shvets V. V., Kalinichenko V. S., Kudlaienko O. O. (2013), Analiz ta vdoskonalennia zelenoho karkasa mista na prykladi m. Vinnytsi [Analysis and improvement of urban green framework (case of city of Vinnytsia)], Naukovo-tehnichnyi zbirnyk “Suchasni tekhnologii, materialy i konstruktzii v budivnytstvi”. Seriiia Miske budivnytstvo ta arkhitektura [Scientific-technical collection “Contemporary technologies, materials and construction in building”. Series Urban development and architecture] P. 83-87 URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb\\_2013\\_1\\_18/](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb_2013_1_18/)

20. Cherevchenko T.M., Kuznetsov S.I. (2003). Bioriznomanittia derevnykh roslyn v umovakh mehapolisiv ta yoho optymizatsiia [Biodiversity of arboreal plants under conditions of mega-cities and its optimization],

Юхименко Ю. С., Бойко Л. І., Данильчук Н. М.  
Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific  
bulletin of Ukrainian National Forestry  
University], N 13.5, P. 22–27.

**THE COLLECTION FUND OF TREE AND SHRUB PLANTS OF THE  
KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN OF THE NATIONAL ACADEMY OF  
UKRAINE AS A SOURCE OF ENRICHMENT OF THE ASSORTMENT FOR  
GREENING URBAN AREAS**

**Yu. S. Yukhymenko, L. I. Boyko, N. M. Danylchuk**

**Abstract.** *Tree vegetation of urban green spaces is an integral and functionally important part of the human environment. The purpose of the research is to determine the potential of the collection fund of woody plants of the Kryvyi Rih Botanical Garden for the development of solutions for phytooptimization of the industrial city of the steppe zone of Ukraine.*

*The object of our research was the taxonomic composition, botanical-geographical analysis, life state and decorativeness of woody plants of the Kryvyi Rih Botanical Garden, which belong to the divisions Magnoliophyta and Pinophyta. Identification of taxa was carried out according to the international classification. Vital state was determined according to the methods of L.S. Savelyeva (1975), V.D. Fedorovskyi (2007), V. T. Yarmishko (2002). Decorativeness of plants was studied according to the scale of Zh.A. Vardanian (2017).*

*The results of the study show that the collection fund of woody plants of the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine includes 720 species, 31 subspecies, 24 varieties, 421 cultivars, 1 intergeneric hybrid – a total of 1197 taxa belonging to 56 families and 155 genera. The highest level of vital state was determined in 35% of trees and bushes, slightly reduced in 25%, average in 32%, reduced in 8%. Very high decorativeness is characteristic of 55% of taxa, high – 25%, medium – 15%, low – 5%.*

*Promising 650 species and cultivars of woody plants, which passed the introductory exam in the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, are recommended for introduction into landscaping of an industrial city in the steppe zone of Ukraine.*

**Key words:** *Kryvyi Rih, greening urban areas, tree and shrub, assortment, taxonomic composition, life state, decorativeness*

## ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ НА ПРИРОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ: АНАЛІЗ СИТУАЦІЇ, МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ

**Н. А. МАКАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор  
E-mail: nmakar@nubip.edu.ua

**В. П. СТРОКАЛЬ**, кандидат педагогічних наук, доцент  
E-mail: vita.strokal@gmail.com

**Є. М. БЕРЕЖНЬЯК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
E-mail: genyberereg1980@gmail.com

**В. І. БОНДАРЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
E-mail: v\_bondar@nubip.edu.ua

**С. Д. ПАВЛЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
E-mail: pavlyuksd@nubip.edu.ua

**Л. В. ВАГАЛЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
E-mail: lvagaluk@gmail.com

**О. І. НАУМОВСЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач  
кафедри екології агроєри та екологічного контролю  
E-mail: el.naumovskaya@gmail.com

**М. М. ЛАДИКА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
E-mail: mm.ladyka@gmail.com

**А. В. КОВПАК**, аспірант  
E-mail: an.vs.kovpak@gmail.com

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

<https://doi.org/dopovid2022.04.003>

***Анотація.** Природне середовище України зазнало негативного впливу від російської воєнної агресії, яка розпочалася у 2014 р., а у 2022 р. переросла в повномасштабну війну. Починаючи з 2014 р. бойові дії відбувалися на території Донбасу, де у тимчасово окупованих Донецькій і Луганській областях грубо порушувалися норми екологічної безпеки. Повномасштабне вторгнення російських військ в Україну розширило спектр екологічних проблем, поглибило і загострило їх небезпечні прояви. Спеціалісти прийшли до висновку, що у багатьох випадках наслідки воєнної діяльності рф для довкілля України можна класифікувати як екологічні злочини.*

*Метою дослідження був аналіз інформації щодо впливу збройного конфлікту на природні ресурси України. Основне завдання – систематизація проявів і ризиків військової діяльності для природних ресурсів України.*

*Аналіз ситуації показав, що в результаті бойових дій істотних змін зазнали водне і ґрунтове середовища, порушено цілісність ландшафтів й*

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

*екосистем, відбулися різноманітні види забруднення, руйнування та знищення цінних біологічних ресурсів.*

*Відновлення природного середовища потребує, перш за все, науково-обґрунтованого екологічного оцінювання впливу військової діяльності на природні ресурси. Воно має базуватися на принципах екологічної системології, яка передбачає вивчення екосистем різного рівня організації і спеціалізації, а також враховувати короткострокові і довготермінові наслідки та ризики. Результати всебічного оцінювання дадуть можливість розробити дієві способи і технології відновлення природних ресурсів, пошкоджених внаслідок збройного конфлікту.*

**Ключові слова:** *воєнна агресія росії, екологічні злочини, природні ресурси, ерозія та забруднення ґрунтів, якість водних ресурсів, пожежі лісових масивів, знищення біорізноманітності, загибель флори і фауни, руйнування природних екосистем і агроландшафтів*

**Актуальність.** Військові конфлікти супроводжуються не тільки численними людськими жертвами, руйнуванням інфраструктури, але і значними негативними екологічними наслідками. Аналіз інформаційних джерел свідчить про важливість проблеми екоциду внаслідок військової агресії і, водночас, про обмеженість досвіду у вирішенні цієї проблеми, оскільки після Другої світової війни не відбувалося воєнних катастроф такого масштабу, як в Україні 2022 року.

Комісія з міжнародного права ООН схвалила правові принципи, спрямовані на посилення захисту довкілля до, під час і після збройних конфліктів [1]. Дослідження, проведене у рамках ініціатив Української Гельсінської спілки з прав людини в межах проекту «Права людини понад усе», що фінансувалося Міністерством

міжнародних справ Канади, а також проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID), свідчать про необхідність включення до поняття «шкода» екологічної складової, а також розроблення доказової бази для обґрунтування претензій до РФ щодо спричинення нею екологічної шкоди на території України [2].

Воєнні дії порушують функціонування усіх природних систем життєзабезпечення, впливаючи на цілісність взаємозв'язків у біосфері, стан природних ресурсів, темпи їх відтворення, тощо. Мінування значних територій викликає виключення земель із складу сільськогосподарських угідь і лісових масивів, зниження рекреаційної значущості ландшафтів, руйнування ґрунтового покриву, загибель рослин і тварин. Створення систем оборонних споруд призводить до

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

зміни структури ґрунту, підвищення ерозії, порушення шляхів міграції деяких видів тварин. Дії артилерії та авіації спричиняють значні видозміни ландшафтів, включаючи їх літогенну основу та рослинність.

Складним і недостатньо вивченим є питання зміни навколишнього середовища внаслідок підриву дамб із подальшим затопленням території в умовах військових дій. Переважна кількість публікацій зустрічається у закордонних виданнях і присвячена технічним аспектам штучного затоплення в умовах військових дій на прикладі р. Рейн (Німеччина) у Другій світовій війні, узагальненому впливу на довкілля [3].

Дослідженнями [4] показано, що військові агресії в країнах суттєво впливають на річкову систему, яка має транскордонне значення, зумовлюючи міжнародні водні проблеми. У результаті цього страждають природні води не лише тих країн в яких відбуваються конфлікти та агресії, але й країни, які мають спільну річкову систему.

Військові дестабілізаційні процеси становлять самостійну загрозу, а також є фактором небезпеки в контексті екологічної та економічної системи. Подолати ці явища можна за умови об'єктивних прогнозів, основою яких є збір, обробка та збереження інформації про негативні зміни у довкіллі, що можуть

виникати у певних зонах відповідно до інтенсивності воєнних дій [5].

Важливим загальнодержавним завданням є вирішення проблеми відновлення порушених, внаслідок воєнних дій, екосистем і природних ресурсів. Першим кроком на цьому шляху є розроблення методології їх оцінювання за використання комплексного та інтегрального підходів із подальшим алгоритмом їх реабілітації та відновлення.

**Мета дослідження** – аналіз інформації щодо впливу збройного конфлікту на природні ресурси України з подальшою систематизацією проявів і ризиків військової діяльності для них.

**Результати дослідження та їх обговорення.**

**Аналіз екологічної ситуації, що склалася в Україні внаслідок військової агресії росії.** Природне середовище більшої частини України зазнало значного негативного впливу від російської воєнної агресії, яка розпочалася у 2014 р., а у 2022 р. переросла у повномасштабну війну.

Починаючи з 2014 р. бойові дії відбувалися на території Донбасу, де ситуація була дуже складною, оскільки це індустріальний регіон, у якому до війни розміщувалось 25 % підприємств української промисловості. Із них 80 % є екологічно небезпечними – шахти, хімічні заводи, металургійні комбінати. На тимчасово окупованих територіях Донецької і Луганської

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

областей грубо порушувалися норми екологічної безпеки. Було зафіксовано використання об'єктів природи у військових цілях, як військових об'єктів; псування водогонів та очисних споруд; пошкодження ЛЕП, які постачають електроенергію до екологічно важливих підприємств; незаконний видобуток корисних копалин; завдано шкоди територіям і об'єктам природно-заповідного фонду [2] У 2018 р. під час Парламентської асамблеї ОБСЄ міністр екології та природних ресурсів України поінформував про критичне становище. Однією з причин було затоплення 36 шахт і припинення, так званими, «народними республіками» через брак коштів відкачування води з них, що стало причиною надходження важких металів і солей у ґрунтові води, річки та Чорне море. Особливу стурбованість викликала шахта «Юнком» в передмісті Єнакієво, де у 1979 році проводилися підземні ядерні випробування. Сепаратисти вирішили затопити і цю шахту, оскільки російські фахівці оголосили її безпечною. Міністерство закордонних справ США висловило занепокоєння з цього приводу та закликала «Росію та її прибічників діяти відповідально» [6].

Повномасштабне вторгнення російських військ на територію України у 2022 р. поглибило і загострило екологічні проблеми. Спеціалісти-екологи прийшли до

висновку, що у багатьох випадках наслідки воєнної діяльності РФ для довкілля України можна класифікувати як екологічні злочини, ознаки яких закріплено у міжнародних правових документах і окреслено як принципи ведення збройних конфліктів (Статут ООН, рішення Комісії міжнародного права ООН, Протокол Женевської конвенції та ін.) [7]. Ці принципи передбачають заборону використання методів або засобів ведення війни, що мають на меті спричинити ймовірну шкоду природному середовищу й тим самим можуть вплинути на здоров'я або виживання населення. Установки і споруди, які відносяться до об'єктів критичної інфраструктури, а саме: греблі, дамби й атомні електростанції – не повинні бути мішенями нападу навіть у тих випадках, коли вони є воєнними об'єктами, якщо такий напад може викликати звільнення небезпечних сил і наступні тяжкі втрати серед цивільного населення.

Воєнні дії РФ призвели до наслідків, які, згідно ст. 441 Кримінального кодексу України, можна класифікувати як екоцид – масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу [8]. За інформацією Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, станом на 01.03.22 року агресор вів бойові дії на території 900

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

об'єктів природно-заповідного фонду площею 12407 км<sup>2</sup> [9]. Зокрема, як повідомило видавництво The New York Times, російськими військами було окуповано Чорноморський біосферний заповідник. Військова діяльність у цьому районі спричинила достатньо великі пожежі, які видно було з космосу [10]. Офіс генерального прокурора України станом на квітень 2022 р. розпочав кримінальне провадження за статтею “екоцид” через дії росії на Рівненській нафтобазі, Чорнобильській, Запорізькій атомних електростанціях та інших об'єктах [11].

За даними державних і громадських природоохоронних організацій України, найбільшими ризиками для довкілля можуть бути: радіаційне забруднення через обстріли атомних електростанцій, мінування сільськогосподарських полів та лісових масивів, викиди шкідливих токсичних сполук від вибухів та обстрілів нафтових підприємств, забруднення водойм унаслідок надходження небезпечних речовин та їх мінувань, утворення вибухонебезпечних відходів. Беззаперечним є факт, що воєнна агресія росії призвела до порушення екологічної, соціальної та економічної безпеки держави, що, у свою чергу, унеможливило досягнення Глобальних Цілей Сталого Розвитку Суспільства (ГЦСР) та підриває ефективність функціонування вже реалізованих

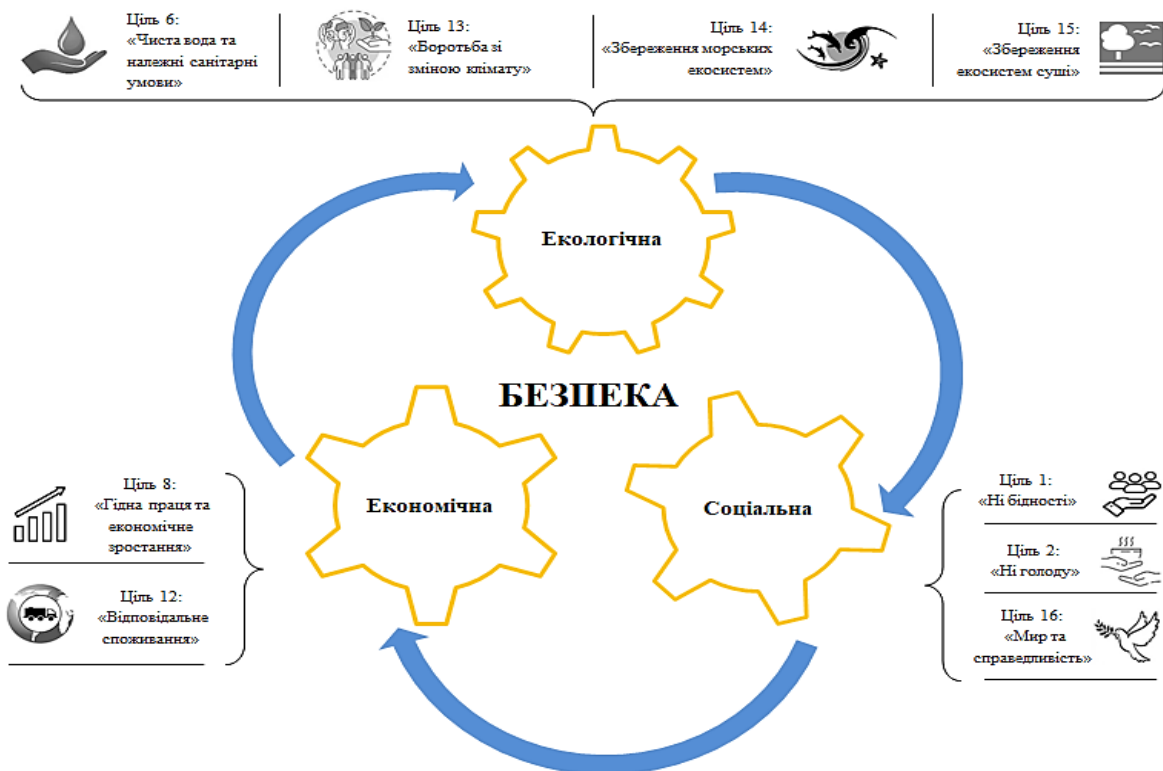
ГЦСР в Україні, які є важливими важелями на шляху приєднання до Європейського Союзу [12] (рис.1).

Вплив воєнних дій на довкілля проявляється через завданні непоправні наслідки. Зокрема, у Чорному морі з початку великомасштабного вторгнення РФ до України від вибухів, а також від впливу гідролокаторів, загинуло кілька тисяч дельфінів, що є прямим доказом порушення Цілі 14 ГЦСР «Збереження морських екосистем» [13, 14].

У тимчасово окупованій Херсонській області біля сіл Велика та Мала Олександрівка під час обстрілу відбувся масштабний витік аміаку, що створив ризик потрапляння його в ґрунтові води [15]. Масштабні пожежі на промислових об'єктах інфраструктури [14] призвели до отруєння повітря небезпечними речовинами, постійні обстріли АЕС призводять до ризику викидів токсичних сполук в атмосферне повітря [16]. Відповідно до даних Державного агентства лісових ресурсів і Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів кількість пожеж з військовою агресією зросла у кілька разів. У першу чергу страждає біорізноманіття, знищуються екологічні коридори та втрачається можливість до транскордонної міграції рідкісних видів тварин [14].

**ТОП-наслідки воєнних дій для довкілля:**

<p>Витік шкідливих речовин (аміаку та ін.) [2], знищення або руйнація каналізаційних очисних споруд [5], обмеження доступу населення до безпечної води [8]. руйнування Ірпінської дамби в Київській обл. [9]</p>	<p>Масштабні пожежі [4], витік газу, Запорізька АЕС та Чорнобильська АЕС: порушення системи контролю радіаційного стану, масові пожежі, зниження якості лабораторного контролю [3, 7], вибухи ракет, загорання нафтобаз [10]</p>	<p>Загибель окремих видів водних організмів (дельфіни), порушення морської фауни й флори [1, 4], блокування та мінування морських портів [6-7], руйнування Дністровського лиману [7], небезпека мінування в гирлах річки Дунаю, прибережних зон Чорного та Азовського морів</p>	<p>Охоплено військовими діями 2,9 млн га лісів, 567 тис. га лісів під окупацією [4], під загрозою знищення 160 територій Смарагдової мережі, 4 біосферні резервати [7], наслідки руйнування нафтових інфраструктур [10].</p>
--	--	---	--



**Рис. 1. ТОП-наслідки та потенційні ризики для довкілля російської військової агресії (схему побудовано на основі інформаційно-аналітичних даних [13-18, 59-62])**

Російські війська постійно завдають ударів інфраструктурі населених пунктів, зокрема пошкоджено об'єкти водопостачання та водовідведення на територіях

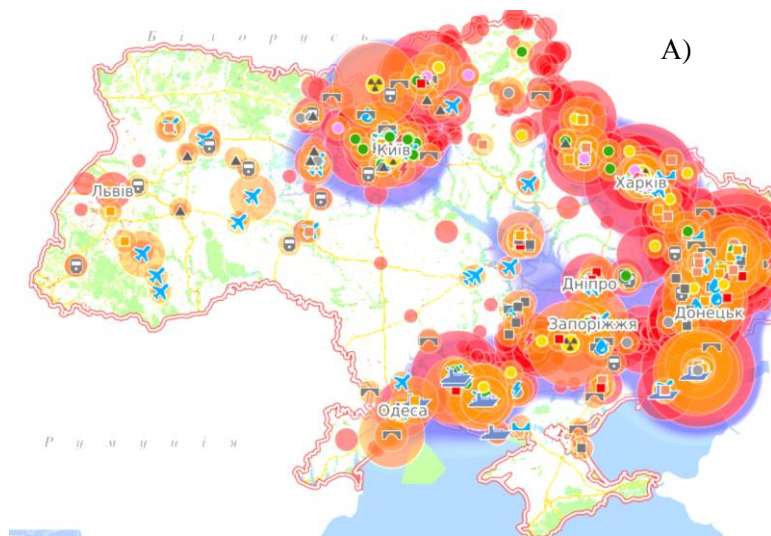
Луганської, Донецької, Запорізької, Київської, Харківської та Миколаївської областей. Руйнування російськими військовими Ірпінської дамби в Київській області призвело до

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

масового затоплення прилеглих територій поблизу селищ Демидів та Казаровичі [17]. Влучання ракет у нафтові інфраструктури та їх подальше загорання зумовило забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами, в т.ч. чадним газом, бензопіреном, оксидами вуглецю й азоту та ін. Не менш небезпечними для сільськогосподарських полів є потрапляння у ґрунтове середовище важких металів і сірки внаслідок вибухів снарядів, ракет та їхнього розмінування [18].

Моніторинг екологічних наслідків та ризиків бойових дій в

Україні, що здійснюється за використання системи Esodozor показав, що найбільший вплив бойових дій агресора спостерігається у північній, східній та південній частинах території України (рис.2). Система розроблена та супроводжується за підтримки Zoї Environment Network (Швейцарія), координатора проектів ОБСЄ в Україні та Програми ООН з навколишнього середовища. Вона дозволяє отримувати оперативну інформацію і вести спостереження за екологічною ситуацією у динаміці [18].

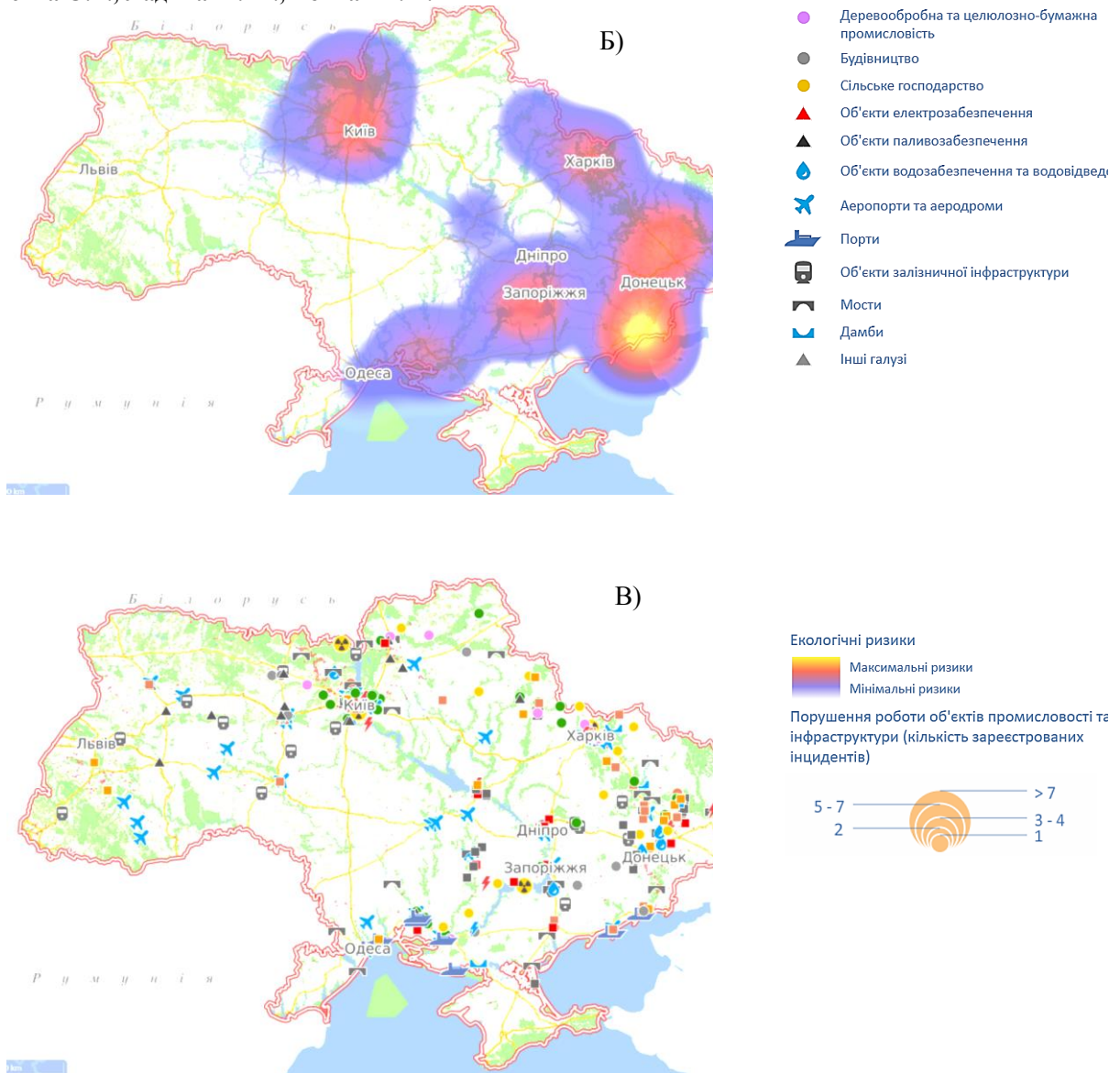


Умовні позначення:

Об'єкти критичної інфраструктури

- Металургія та металообробка
- Хімічна та коксохімічна промисловість
- Ґричодобувна промисловість
- Машинобудування
- ⚡ Теплоенергетика
- ⚡ Гідроенергетика
- ☢ Атомна енергетика
- Легка промисловість
- Скляна промисловість
- Харчова промисловість
- ⊕ Медична промисловість

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережняк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.



**Рис. 2. Наслідки та ризики, що виникли в результаті воєнної російської агресії на території України (А: комплексна карта, що показує екологічні наслідки та ризики в цілому; Б: вплив військових дій на об'єкти критичної інфраструктури; В: екологічні ризики для довкілля, що можуть виникнути внаслідок воєнних дій на територіях). Інформація отримана із он-лайн платформи для оцінки екологічних загроз від війни: <https://ecodozor.org/> [18]**

**Вплив російської військової агресії на природні ресурси.** Внаслідок бойових дій істотних змін зазнали параметри водного, повітряного, ґрунтового середовища, порушено цілісність ландшафтів й

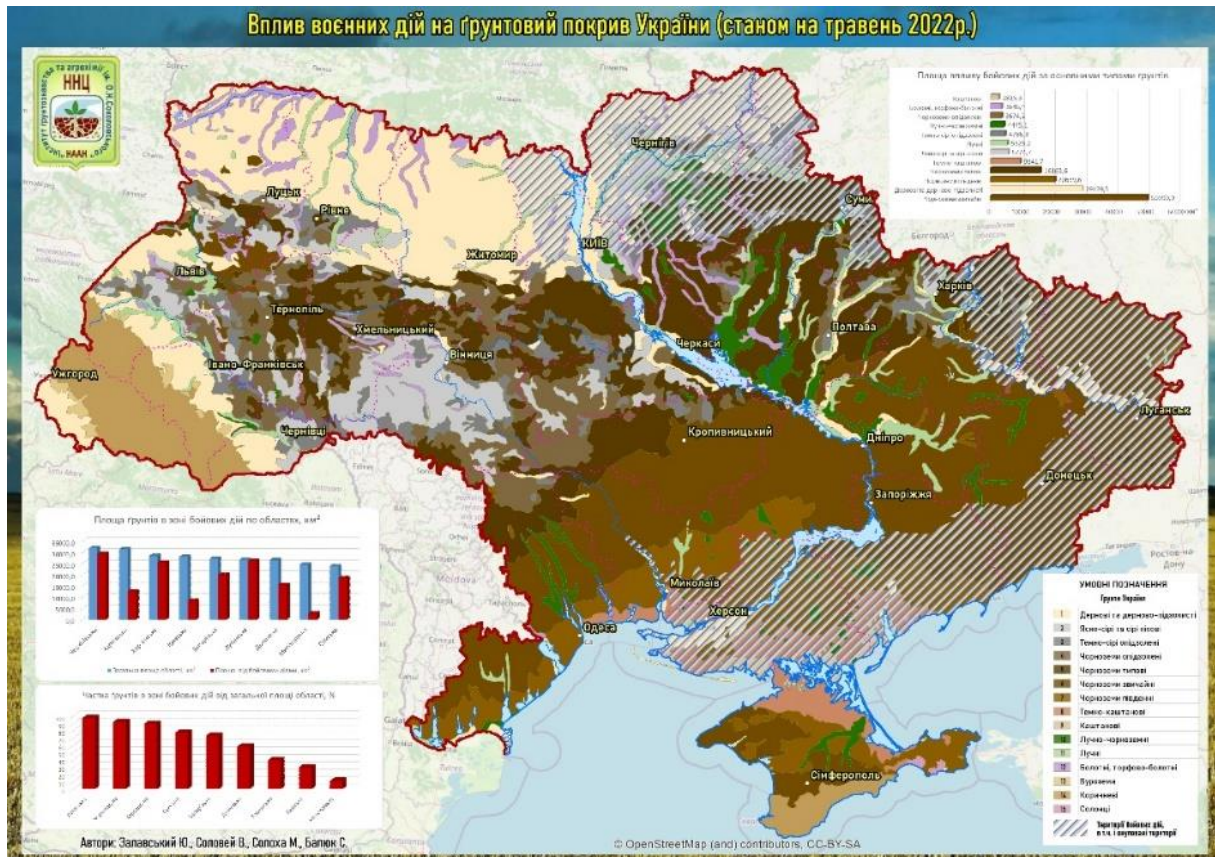
екосистем, відбулися різноманітні види забруднення, руйнування та знищення цінних біологічних ресурсів, збільшилися ризики підвищення радіаційного фону,

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

зросли масштаби потрапляння у середовище воєнних відходів тощо.

**Грунтові ресурси.** Війна призвела до значного пошкодження ґрунтового покриву на великих площах сільськогосподарських

земель. Дослідженнями Залавського Ю., Соловей В., Солоха М., Балюка С. показано, що станом на травень 2022 р. негативного впливу зазнали ґрунти значної частини зони Полісся та Степу України [19] (рис.3).



**Рис. 3. Вплив військової агресії росії на ґрунтовий покрив України (Залавський Ю., Соловей В., Солоха М., Балюк С., 2022 [19])**

Аналіз наукової літератури показав, що:

- створення укріплених ділянок (систем оборонних валів і ровів та інших захисних споруд) призводить до руйнування поверхні ґрунту та його структури, цілісності дерну, що спричиняє появу водної ерозії [20, 21];
- істотні пошкодження ґрунту викликають дії механічних факторів: проїзд по території важких одиниць

- озброєння (танків) та інших типів військової гусеничної техніки [22];
- великі ритвини від вибухів бомб заповнюються дощовими і талими водами і стають осередками розвитку непритаманних даному ґрунту процесів [20, 23];
- на окремих ділянках відбувається затвердіння підґрунтових горизонтів, утворюється залізовмісна кірка, на

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

якій ніяка рослинність не може започаткувати своє існування [24];

- створення ровів великої довжини порушує шляхи міграції деяких видів тварин [20];

- уламки від снарядів і бомб розлітаються у різні боки, а їх ударна хвиля знищує присутніх тварин і птахів на відстань до 100 метрів, при цьому суттєво пошкоджує дерева, які з часом стають об'єктом заселення різних шкідників і грибкових хвороб, що за кілька років призводить до їх швидкої загибелі [20];

- руйнування значного масштабу, що спричиняє вибухова хвиля. Так, 250-кілограмово бомба, детонуючи, може залишити воронку діаметром до 8 м і глибиною до 4 м. Від вибухів також завжди “викидається” певна частина ґрунту. Із урахуванням того, що в середньому 1 кг вибухової речовини формує 1,5 м<sup>3</sup> вивернутого ґрунту, то у випадку із 250-ма кілограмами це вийде близько 375 м<sup>3</sup> родючого субстрату [25]. У подальшому оголений ґрунт утвореної воронки ущільнюється по стінках, адже основна дія ударної хвилі припадає саме туди, і це вже буде деградований ґрунт зі своєю порушеною структурою, адже в ньому змінена інтенсивність процесів, які домінували на довоєнному ґрунтовому ландшафті (гуміфікація, вилуговування,

вивітрювання, колообіг вологи та інше);

- пряму загрозу для існування всього живого несуть мінні поля: небезпека для тварин, які можуть на них підірватися – козуль, кабанів, бабаків, вовків, тощо. Біотична інвазія – під час встановлення пристрою разом із ним у верхній шар ґрунту потрапляють частки та насіння чужорідних для ділянки рослин. Вони мають високу здатність до розповсюдження і становлять загрозу для наших корінних видів флори й фауни [26].

- вибух руйнує водонепроникний шар корінних порід, а це пришвидшує інтенсивне просочування води вниз, при цьому вона в профілі ґрунту не затримується і на своєму шляху активно розмиває стінки вирви, що сприяє закисленню, а не збагаченню ґрунту [27].

Таким чином, чисельними дослідженнями встановлено, що основними причинами руйнації ґрунтів є пошкодження їх цілісності внаслідок бомбардування, обстрілів ракетами, мінами і артилерійськими снарядами, руху важкої техніки, будівництва фортифікаційних споруд. Все це спричиняє порушення природної цілісності генетичних горизонтів ґрунтів, змінює їх біологічну активність, призводить до зміни направленості основних ґрунтоутворних процесів (рис. 4).



**Рис. 4. Вплив військової діяльності на стан ґрунтових ресурсів (схему побудовано за результатами аналізу даних [20-34])**

Військова діяльність є причиною забруднення ґрунтів небезпечними речовинами. Встановлено, що:

- вибух руйнує шари геологічних порід, що пришвидшує вертикальну міграцію води [28] і надходження забруднювачів у водоносні горизонти різного рівня залягання. Деякі небезпечні речовини можуть переноситися далеко за межі поля бою, впливаючи на біоту екосистеми [29];

- у місцях розривів снарядів значно підвищується вміст важких металів у ґрунті. Так, концентрація титану у пробах ґрунтів на місці розриву снарядів може до 150 разів перевищувати фонові показники. Крім того, може спостерігатися перевищення сульфатів у 2,5 рази, а також ванадію, свинцю, кадмію.

Якщо просто розрівняти воронки і використовувати землі за сільськогосподарським

призначенням, то шкідливі речовини потраплятимуть у продукти харчування і в організм людини [30];

- забруднення ґрунту небезпечними речовинами зберігається тривалий період. Так, у 2011 році вчені повідомили, що рівень свинцю та міді все ще був підвищений у ґрунтах навколо Іпра, головного поля битви Першої світової війни в Бельгії [31];

- ґрунти можуть забруднюватися також через не прямі бойові дії, а в результаті руйнації об'єктів інфраструктури. Наприклад, внаслідок авіаційного удару крилатими ракетами було знищено 10 резервуарів з нафтопродуктами та

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

більшу частину трубопроводів у с. Крячки Фастівського району Київської області. У результаті пошкодження трубопроводу та ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, забруднення ґрунтів нафтопродуктами у 17 разів перевищувало гранично-допустимі концентрації. Загальна площа забруднених земель склала майже 9000 м<sup>2</sup>. Розмір шкоди, завданої землі, становив 41,981 млн гривень [32];

- внаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки відбувається забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами й нафтопродуктами. У таких ґрунтах знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси, що призводить до погіршення водного, повітряного режимів та колообігів поживних речовин, кореневого живлення рослин і гальмування їх росту й розвитку [33];

- негативним аспектом є залишання у землі частини металевих уламків та речовин, що не прореагували, а ті що детонували розлітаються й осідають довкола у радіусі до 300 м, невикористані реагенти – до 35 м. Найчастіше оболонки боєприпасів виготовлені з чавунного сплаву, до якого, окрім заліза і вуглецю, додають сірку й мідь. Також частина боєприпасів мають елементи виготовлені з використанням збідненого урану. Артилерійські снаряди калібрів 120,

152 мм дають відповідно 1600–2350 та 2700–3500 уламків масою від 1 г [34].

Отже, узагальнення результатів досліджень дозволяє зробити висновок, що збройні конфлікти призводять до погіршення стану ґрунтових ресурсів (рис.4).

Варто зазначити, що набрав чинності наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «Про затвердження Методики визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану» від 4 квітня 2022 р. № 167 [35]

**Водні ресурси.** У дослідженнях В.К. Хільчевського [36] встановлено, що під час активних військових дій спостерігається дефіцит водних ресурсів у регіонах у зв'язку із транскордонним розташуванням водних об'єктів. Він розглядає воду, як «зброю», що використовується в якості інструменту у мілітарних конфліктах, а також як «жертву», яка піддається забрудненню, порушенню водної системи та руйнуванню водної інфраструктури під час воєнної агресії. Наслідки та ризики від військових дій для водних ресурсів носять, як прямий, так і опосередкований характер. Вони зумовлюють негативний вплив, як на людину, так і на водні екосистеми.

Міжнародний досвід [37] свідчить, що вплив збройних

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

конфліктів на водні ресурси може бути опосередкованим проявом водного тероризму, коли одна країна намагається захопити об'єкти водопостачання для своїх власних потреб, пошкодити водну інфраструктуру. Так, під час війни у Лівані (2006) водні ресурси постраждали внаслідок пошкодження каналізаційних систем й очисних споруд в Ізраїлі, що призвело до відсутності доступу до безпечної води та забруднення Середземного моря.

За даними Світового банку (2011) [38] у країнах, де відбуваються збройні конфлікти й війни, люди позбавлені доступу до якісної води та належних санітарних умов. Всесвітня організація ЮНІСЕФ у своїй доповіді «Вода під вогнем – Water under Fire» [39] зазначила, що діти частіше помирають від хвороб, пов'язаних із відсутністю чистої води, а ніж від насильства.

Водні конфлікти можуть носити непоправний характер. В дослідженнях V. K. Khilchevskiy and K. V. Mezentsev [40] показано такі наслідки для водних ресурсів Донбасу (2014-2021 рр.), які пов'язані з пошкодженням водопровідних і каналізаційних систем. Це стало причиною забруднення водних ресурсів річок та відсутністю водопостачання, що вплинуло на санітарні умови життєдіяльності населення.

Після початку широкомасштабного військового

конфлікту 2022 р. в Україні було зазначено [41], що «росіяни крадуть українські водні ресурси і прискорюють дефіцит води в Україні». Серед основних причин визначають постійні обстріли водної інфраструктури, замінування дамб, проведення воєнних операцій в акваторіях Чорного й Азовського морів, утримання Каховської ГЕС, тощо. Зокрема, підкреслено, що захоплення споруд Північно-Кримського каналу було одним із основних завдань агресорів для подолання водної кризи на тимчасово окупованому півострові Крим. Наслідки такої воєнної операції носять довготривалий характер і є проявом водного тероризму.

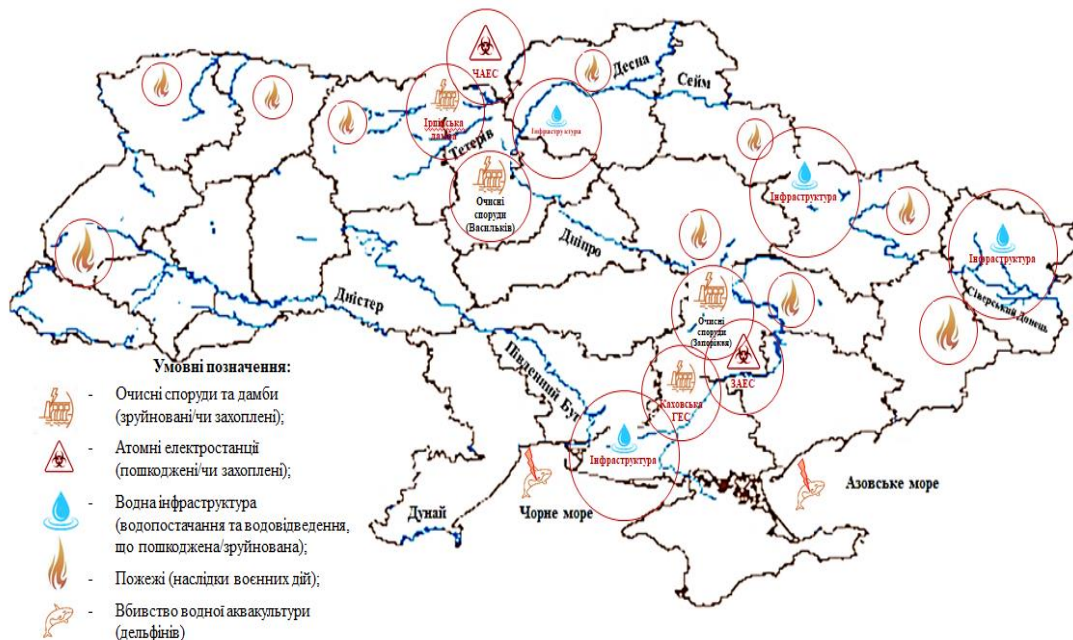
Одним з наочних прикладів використання води, як «зброї» у воєнному конфлікті є підриг українськими військами у березні 2022 р. дамби і насосної станції в гирлі р. Ірпінь (права притока Дніпра), у період коли саме ця територія була під окупацією [17, 42]. Це дозволило підсилити оборону міста Києва. Протилежним прикладом є підриг у лютому 2022 р. російськими військами тимчасово збудованої у 2014 р. українською стороною дамби, яка відмежовувала Північно-Кримський канал, що перекривав подачу води з р. Дніпро до анексованої території Автономної Республіки Крим [43], тим самим, російські війська з початку вторгнення вкрали в Україні води

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

вже на суму понад 32 млн. грн. [41]. Ще одним прикладом використання води як «зброї» є руйнування та підрих очисних споруд. У результаті обстрілів армією рф очисних споруд Васильківського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення у березні 2022 р. була зруйнована насосна станція. Внаслідок цього зворотні води без будь-якого очищення потрапили до р. Дніпро, що призвело до активного цвітіння води, погіршення санітарних

умов та збільшення ризику виникнення інфекційних хвороб у населення [41]. Також окупанти у березні 2022 р. зруйнували каналізаційні очисні споруди у Запорізькій області [44], в результаті чого всі стічні води і зараз скидаються до р. Дніпро без очищення.

Основні наслідки та ризики від військових дій для водних об'єктів України представлено на карті (рис. 5).



**Рис. 5. Наслідки воєнних дій для водних ресурсів України** (власна інтерпретація даних [13-18, 40-42, 44, 59-62]; карта будувалася на основі ArcGIS з використанням «shape files» [36, 43])

**Біологічні ресурси.** У результаті дії окупантів рф було зафіксовано екологічні злочини щодо знищення біологічного різноманіття. Так, внаслідок обстрілів м. Харкова росіяни знищили єдиний в Україні

генетичний банк рослин. Снаряд влучив у будівлю Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, де зберігалися зразки понад 160 тисяч сортів рослин з усього світу, які збиралися десятиліттями. Таких банків існує лише кілька у світі.

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

Багато видів рослин вже неможливо буде відновити [45].

Вченими-екологами встановлено, що через бойові дії птахи можуть змінити свої міграційні шляхи, які пролягають через Україну. Росія веде боротьбу на заповідних територіях міжнародного та європейського значення і знищує середовища існування рідкісних й ендемічних видів. Через військову діяльність деякі унікальні осередки ендемічних видів можуть просто зникнути.

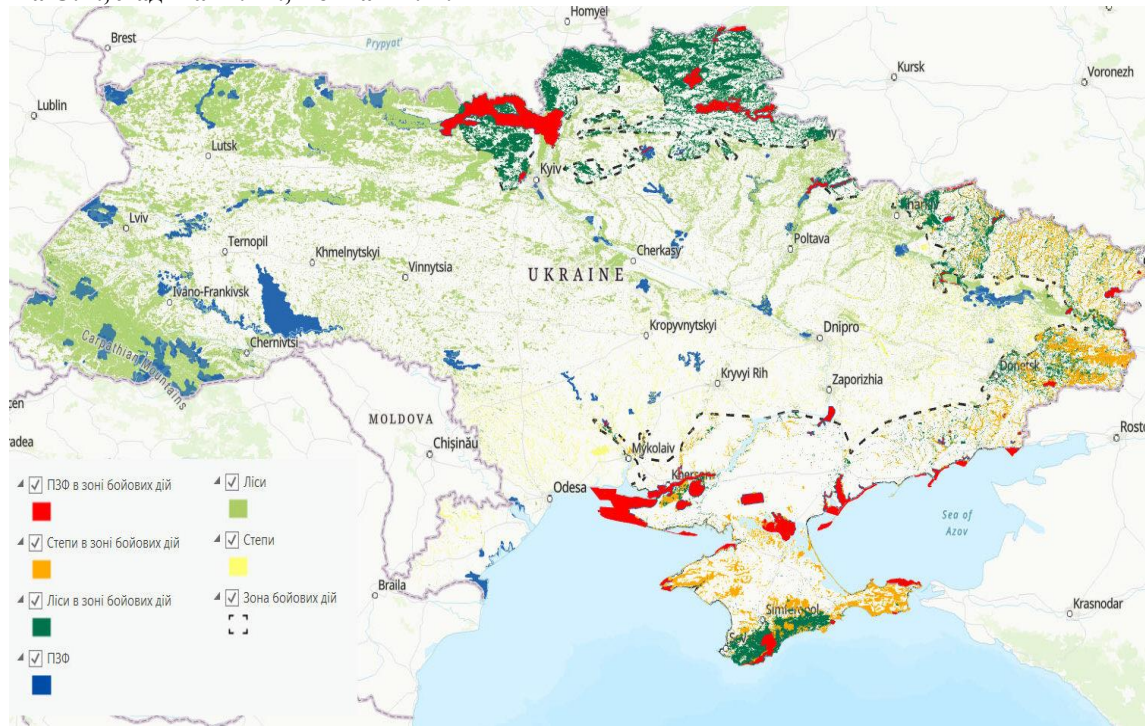
Внаслідок військової агресії РФ, станом на 1 березня 2022 року, в зоні бойових дій знаходились понад 900 об'єктів природно-заповідного фонду України площею 1,24 млн. га, а також близько 200 територій Смарагдової мережі площею 2,9 млн. га. Ділянки, які завжди були під особливою охороною держави, зазнають варварського використання або прямого знищення. Наприклад, на території Чорнобильського радіаційного екологічного біосферного заповідника, який віднесено до території Смарагдової мережі (Chornobylskyi Biosphere Reserve, UA0000046), було виявлено 31 осередок пожеж на площі 10111 га.

Внаслідок згарищ на цих масивах пошкоджено цінні оселища багатьох видів флори і фауни, на відтворення яких потрібно час [46].

У районі Херсону окупанти підпалили Дніпровські плавні, які також входять до територій Смарагдової мережі – Нижній Дніпро (Lower Dnipro, UA0000192). Всі ці дії призводять до порушення спокою диких тварин, зменшення біорізноманіття, пошкодження або знищення цінних біотопів, оселищ, які занесено до Резолюції 4 та 6 Бернської конвенції – про охорону дикої флори і природних середовищ існування в Європі [46].

Природно-заповідний фонд найвищого рангу охорони (природні і біосферні заповідники, національні природні парки) охоплює 1 236 366 га. Із них 44% опинилися в зоні бойових дій, під тимчасовим контролем російських загарбників або є недоступними для України [47] (рис.6).

У зоні бойових дій під окупаційними військами перебувають 1 654 736 га цілинних степів, що становить орієнтовно 59% степів у всій Україні та 4514 га чагарникової рослинності – понад 10% таких площ України [3].



**Рис.6. Природні території України, що опинились в зоні бойових дій [47].**

Відповідно до розрахунків експертів із Української природоохоронної групи, загальна площа лісів, що опинилась у зоні бойових дій, під тимчасовим контролем російських загарбників або яка є недоступною для України, становить понад 3 млн га. Це приблизно 22% усіх лісових територій України [47].

Перші випадки умисного підпалювання лісових масивів було зафіксовано 12-14 березня 2022 р., коли росіяни господарювали в Зоні відчуження Чорнобильської АЕС. Пожежа, яка знищила 15 тисяч га лісів (в т.ч. уражених радіацією) на ділянці від Ірпеня до Чорнобиля відбулася в період, коли вітри були спрямовані в бік Києва. Не менш масштабні пожежі

вирували і на Херсонщині (у Чорноморському біосферному заповіднику й Національному природному парку “Білобережжя Святослава”), а також в Національному природному парку “Святі гори”, що на Донеччині. Ідеться переважно про штучні лісові насадження ХХ століття, які сформувалися на піщаних аренах великих річок – Дніпра і Сіверського Дінця. За роки існування цих лісів на Сіверському Дінці в них дійсно утворилися екосистеми, близькі до природних, і навіть поширилися рідкісні типи природних оселищ, потреба охороняти яких була визнана на рівні Ради Європи. Зокрема йдеться про так звані сарматські бори – задерновані соснові ліси лівого

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

берега Сіверського Дінця на Харківщині, Донеччині та Луганщині. Так за останнє століття клімат значно змінився і в сучасних умовах відновлення лісів тут практично неможливе. Їхнє згоряння фактично означає безповоротне знищення. На місці таких згарищ на довгий час можуть залишитись піщані бархани (місцева назва – кучугури), подібні до тих, що сформувалися в Олешківських пісках. Наслідки масштабних пожеж у лісах матимуть довгостроковий ефект не тільки для України, а й для багатьох країн світу. Це стосується як зміни клімату, забруднення атмосфери, поглиблення процесів опустелювання, так і глобальних втрат біорізноманіття [48].

**Агроекосистеми та агроландшафти.** Враховуючи, що більшість воєнних дій, починаючи з 2022 р. відбувалися в зоні поширення найродючіших ґрунтів України і Європи, можна передбачити, що вплив забруднення й наслідки від ерозії на сільське господарство буде дуже значним і вірогідно, більш значущим, ніж вплив на дику природу [49].

Аналізуючи наслідки воєнних дій в Індокитаї, один з піонерів дослідження зв'язку війни і довкілля Артур Веслінг зазначав, що найвідчутніші наслідки цілеспрямованої модифікації екосистем виникають там, де значна кількість населення залучена до

сільськогосподарської діяльності. Цей висновок вченого щодо подій п'ятдесятирічної давнини цілком справедливий і до оцінки теперішньої ситуації в Україні, коли внаслідок російської агресії була зірвана весняна посівна компанія 2022 року, чимало сільськогосподарських угідь та фермерських господарств потрапили в зону прямих воєнних дій чи стали об'єктом цілеспрямованого знищення шляхом мінування та інтенсивних обстрілів з боку ворога. Ці дії відповідають критеріям екоциду, коли, на думку вченого, саме довкілля стає ціллю для руйнування [50].

Протягом тривалого часу Україна виступала гарантом продовольчої безпеки в багатьох країнах світу завдяки традиційно потужному експорту. Внесок України до світового ринку у 2021 році був еквівалентним забезпеченню харчуванням близько 400 млн осіб [51]. Україна стабільно входила до п'ятірки провідних світових експортерів зернових і зернобобових. За результатами 2020/2021 маркетингового року експорт зернових і зернобобових та продуктів їх переробки склав 44,9 млн т. Зокрема, експортовано 16,6 млн т пшениці, 4,2 млн т ячменю, 18,4 тис. т жита, 23,1 млн т кукурудзи, а також 126,9 тис. т борошна. Важливість ролі України особливо виявилася під час пандемії COVID-19, коли було зруйновано глобальні ланцюги

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

постачання товарів. Україна продовжила виконувати свої зобов'язання та істотно сприяла продовольчій безпеці своїх партнерів на Близькому Сході, в Європі, Південно-Східній Азії та Північній Африці [52, 53].

Унаслідок ведення бойових дій, розташування військових і допоміжних підрозділів, мінного забруднення було пошкоджено сотні гектарів сільськогосподарських угідь, які для повернення в обіг потребуватимуть спеціальної рекультивації.

На сільськогосподарських землях окупованих територій Донецької, Луганської, Херсонської, Запорізької, Харківської та інших областей втрачено контроль над дотримання землекористувачами вимог щодо охорони й раціонального використання земельних угідь, що створює ризики погіршення екології агроландшафтів. Крім того, на землях, де велися активні бойові дії, сільськогосподарські угіддя зазнали згубного впливу, їх якісний стан значно знизився. Багато полів заміновані, зайняті фортифікаційними спорудами та розбитою військовою технікою, а тому не можуть бути використані для посіву сільськогосподарських культур, що зокрема завдає збитки фермерам і загалом аграрному сектору регіонів.

Варто відзначити, що на супутникових знімках Ізюмського

району Харківської області на ділянці 1 км<sup>2</sup> знайшли 480 воронок від снарядів калібру 82 мм, 547 воронок від снарядів 120 мм і 1025 – калібру 152 мм. Це спричинило потрапляння в ґрунт 50 тонн заліза, 1 тону сполук сірки та 2,35 тонн міді, а також інших важких металів та сполук, кількість яких дещо менша. Крім того, вибухами вивернуто щонайменше 90 000 тонн ґрунту. В результаті розриву боєприпасів будь-якого калібру відбувається часткова хімічна реакція, що призводить до забруднення ґрунтів та атмосфери. Окрім CO<sub>2</sub> та водяної пари, у процесі окиснення 1 кг вибухівки в повітря потрапляє кілька десятків куб. м токсичних газів: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, а також ароматичні вуглеводні, які є значно токсичнішими, ніж звичайні. Із атмосфери оксиди сірки та нітрогену повернуться в ґрунт через кислотні дощі, які змінюють рН ґрунту та погіршують умови росту і розвитку рослин [54]. У майбутньому рекультивація угідь, з метою повернення їх до активного сільськогосподарського обробітку, потребуватиме суттєвих фінансових інвестицій. Так, за експертними розрахунками, щоб розмінувати території Донецької та Луганської областей знадобиться близько 4 років і понад 5 млрд дол. США [55, 56].

Експерти з “Української природоохоронної групи – UNCG” запропонували створити “червоні зони” на територіях, які зазнали

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

значного пошкодження структури та забруднення від вибухів боєприпасів. Це дозволить виконати вимоги законодавства України щодо консервації земель та запобіганню поширення процесів опустелювання, а також дотримання Європейської стратегії захисту біорізноманіття до 2030 року (виведення з обробітку 30 % всіх сільськогосподарських земель) [57].

**Методологія екологічного оцінювання впливу військової діяльності на природні ресурси** нині не розроблена, існують лише окремі фрагментарні підходи і методики. Так, Т. Гардащук [58] пропонує здійснювати оцінку за напрямками: 1) пряме руйнування ландшафтів, екосистем, природних оселищ, популяцій рослин і тварин; 2) загрози і ризику техногенних катастроф, спричинених воєнними діями (руйнування промислових об'єктів, інфраструктури, тощо); 3) руйнування та забруднення агроландшафтів, виведення з обігу сільськогосподарських земель, порушення природних систем життєзабезпечення та природних послуг, з чого безпосередньо впливають ризики для продовольчої безпеки, тощо; 4) загрози життю і здоров'ю людини, що виникають, як через руйнування природних екосистем, так і внаслідок техногенних катастроф, обмеженого доступу до природних ресурсів,

забруднення атмосферного повітря і води, загрози спалаху епідемій.

Під егідою Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України розробляються методики визначення розміру шкоди, завданої природним ресурсам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану.

На наш погляд, методологія екологічного оцінювання впливу військової діяльності на природні ресурси має базуватися, перш за все, на принципах екологічної системології і враховувати вивчення екосистем різного рівня організації і спеціалізації. Саме це дозволить провести дослідження із дотриманням ієрархії за принципом «від простого до складного» і рухатися від екологічних порушень локального рівня, з урахуванням окремого компоненту екосистеми, до рівня природних комплексів. При цьому доцільно використовувати комплексний та інтегральний методи оцінки екологічних порушень, що дозволить їх згрупувати за ступенем прояву і поширення; провести експертну оцінку з подальшим їх ранжуванням за рівнем вагомості; використати картографічні дистанційні методи аналізу та геоінформаційні системи з виходом на відповідні картосхеми. Разом з тим потрібно сформувати бази даних для здійснення моніторингу у просторі і часі, що дозволить розробляти

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

сценарії розвитку різних процесів і прогнозувати ймовірні ризики і наслідки; враховувати короткострокові та віддалені наслідки, прямий та опосередкований вплив воєнної агресії.

Системні дослідження з екологічного оцінювання мають стати основою для розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо відновлення природних ресурсів, екосистем та комплексів на місцевому і регіональному рівнях.

### Висновки і перспективи

Аналіз інформаційних джерел показав, що військова агресія РФ, починаючи з 2014 р., чинить негативний вплив на довкілля і природні ресурси України. У багатьох випадках наслідки воєнної діяльності РФ можна кваліфікувати, як екологічні злочини або прояви екоциду.

Встановлено, що внаслідок бомбардування, обстрілів ракетами, мінами, артилерійськими снарядами, руху важкої техніки, будівництва фортифікаційних споруд відбувається руйнація ґрунтових ресурсів України. При цьому утворення ритвин різного розміру і конфігурації призводить до порушення природної цілісності генетичних горизонтів ґрунтів та геологічної будови верхньої частини материнських порід, відбувається їх забруднення паливно-мастильними матеріалами, нафтопродуктами, важкими металами (Pb, Cu, V та ін.),

сполуками сірки і радіоактивними речовинами, що суттєво впливає на погіршення фізико-хімічних та агрохімічних характеристик верхніх шарів ґрунту, зниження їх біологічної активності та падіння родючості.

Слід відзначити, що воєнні дії призвели до руйнування водної інфраструктури (очисних споруд, дамб, каналів), що, у свою чергу, спричинило погіршення якості водних ресурсів. Найбільше постраждали басейни річок Дніпро, Дон, Сіверський Донець. Аналіз джерел інформації дозволив встановити, що воєнну агресію РФ можна кваліфікувати як водний тероризм, факти якого проявилися внаслідок захоплення Каховської ГЕС та Північно-Кримського каналу.

Показано, що воєнні дії охопили близько 1/3 частини всього природно-заповідного фонду України. Значна кількість природних і біосферних заповідників, національних і регіональних природних парків зазнали і продовжують зазнавати суттєвої шкоди внаслідок агресії РФ. Під загрозою знищення перебувають близько 200 територій Смарагдової мережі, яка захищає *бурого ведмеда, чорного лелеку, рись, орлана-білохвоста* та інших видів тварин і рослин (території, визначені Бернською конвенцією). Бойові дії частково або повністю зруйнували ареали та міграційні коридори рідкісних видів тварин, серед яких шляхи перельоту птахів у західно-

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

палеарктичному та афро-євроазійському напрямках. У багатьох областях України залишилося чимало нерозірваних боєприпасів, що становлять надзвичайну небезпеку для існування диких тварин.

Внаслідок воєнної агресії рф відмічаються суттєві руйнування унікальних ландшафтів, великих за площею лісових масивів і степових територій, часткове або повне порушення трофічних ланцюгів, а відповідно і сукцесійні зміни в екосистемах, що призводять до їх спрощення і ослаблення. Не менш руйнівної шкоди зазнають агроекосистеми, фермерські угіддя, де навесні було зірвано посівну

кампанію, а влітку випалено значні площі готової до збирання продукції сільськогосподарської сировини. Чимало угідь потрапили в зону прямих воєнних дій чи стали об'єктом цілеспрямованого знищення шляхом мінування та інтенсивних обстрілів з боку ворога, що, у свою чергу, може загрожувати продовольчою кризою не лише в Україні, а й у світі.

У перспективі результати аналізу і систематизації інформації щодо впливу військової агресії на природні ресурси, екосистеми і комплекси дозволить розробити науково-обґрунтовані рекомендації щодо їх відновлення і подальшого ефективного використання.

### Список використаних джерел

1. Stavros Pantazopoulos (2019). UN lawyers approve 28 legal principles to reduce the environmental impact of war. URL: <https://ceobs.org/un-lawyers-approve-28-legal-principles-to-reduce-the-environmental-impact-of-war/> (дата звернення: 19.07.2022)

2. Блага А.Б., Загороднюк І.В., Короткий Т.Р., Мартиненко О.А., Медведєва М.О., Пархоменко В.В. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України / За заг. ред. А.П. Бушенко. Українська Гельсінська спілка з прав людини. К.: КИТ, 2017. 88 с.

3. Michael J. Lawrence, Holly L.J. Stemberger, Aaron J. Zolderdo, Daniel P. Struthers, Steven J. Cooke. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015. 23 (4). P. 443-460. URL: <https://doi.org/10.1139/er-2015-0039>.

4. Tosef H. P. W., Gleditsch N. P., & Hegre H. Shared rivers and interstate conflict. *Political geography*. 2000. 19 (8). P. 971-996. URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096262980000038X> (дата звернення: 19.07.2022)

5. Якимчук А. Ю., Семенова Ю. М. Аспекти управління еколого-економічною безпекою в умовах військово-політичної нестабільності у контексті природокористування // Вісник економічної науки України. 2018, №1. С.191-194. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/140047/26-Yakymchuk.pdf?sequence=1>

6. Київ попереджає про ризики на окупованих територіях – німецьке видання «Frankfurter Allgemeine Zeitung». 12 Липня 2018. URL: <https://mepr.gov.ua/news/32571.html>. (дата звернення: 19.07.2022)

7. Conflict and Environmental observatory. URL: <https://ceobs.org/un-lawyers-approve-28-legal-principles-to-reduce-the-environmental-impact-of-war/> (дата звернення: 19.07.2022)

8. Кримінальний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, № 25-26, ст.131. URL:

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text> (дата звернення: 19.07.2022)
9. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. Екодія (укр.). 1 квітня 2022. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (дата звернення: 19.07.2022)
10. Емілі Антес. «Тиха жертва»: як природа стає жертвою війни (2022). URL: <https://www.nytimes.com/2022/04/13/science/war-environmental-impact-ukraine.html> (дата звернення: 19.07.2022)
11. Громадський простір, 23.04.22. URL: <https://www.prostir.ua/?news=ofis-heneralnoho-prokurora-ukrajiny-rozpochav-kryminalne-provadhennya-za-statteyu-ekotsyd-cherez-diji-rosiji-v-ukrajini> (дата звернення: 23.04.2022)
12. Vita Strokal (2021) Transboundary rivers of Ukraine: perspectives for sustainable development and clean water, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 18:1, 67-87, URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1943815X.2021.1930058>
13. Жертвами війни Росії стало кілька тисяч дельфінів у Чорному морі. Екополітика. *Новини екології України і Світу*. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/zhertvami-vijni-rosii-stalo-kilka-tisyach-delfiniv-u-chornomu-mori-foto-18/> (дата звернення: 02.07.2022)
14. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 2-8 червня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39274.html> (дата звернення: 16.06.2022)
15. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 16-22 червня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39348.html> (дата звернення: 02.07.2022)
16. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 9-15 червня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39320.html> (дата звернення: 16.06.2022)
17. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 15-18 квітня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39120.html> (дата звернення: 16.06.2022)
18. Ecodozor: Війна в Україні: екологічні наслідки та ризики: платформа для оцінки екологічних загроз від війни. URL: <https://ecodozor.org/> (дата звернення: 16.06.2022)
19. Залавський Ю., Соловей В., Солоха М., Балюк С. Карта: Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України станом на травень 2022 р. URL: <https://cutt.ly/tKOhhXS> (дата звернення: 24.06.2022)
20. Антонюк О. О. Структура белігеративних ландшафтів Поділля. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. Серія: Географія*. 2015. Вип. 27. (№1-2). С. 72–81. URL: [https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf\\_3/antonuk3.pdf](https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf_3/antonuk3.pdf)
21. Одосій Л.І., Стаднічук О.М., Свідерок С.М., Надала О.С., Гичко О.С. Вплив техногенного навантаження військової діяльності на стан ґрунтово-водного середовища. *Військово-технічний збірник*. 2015. (№12.). С. 91-96. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb\\_2015\\_12\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb_2015_12_19)
22. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на Сході України. *Схід*. 2015. (№ 2). С. 118-123. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid\\_2015\\_2\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid_2015_2_23)
23. Семеряга О.П. Природно-історична спадщина белігеративних ландшафтів Дніпропетровської області. *Фізична географія та геоморфологія*. 2013. №1(69). С. 103–112. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz\\_geo\\_2013\\_1\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2013_1_15)
24. Кардаш Д.М., Лазебна О.М. Наслідки впливу військових дій на навколишнє середовище. *Екологічні наслідки військових дій: матеріали науково-практичної конференції* (м. Київ 17-18 квіт.

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В. 2018 р.). Київ, 2018. С. 79-81. URL: <https://cutt.ly/SKOcfk4>
25. Geodiversity also needs during armed conflicts protection. *Conflict and Environment Observatory (CEOBS)*. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/red-zone> (дата звернення 22.06.2022)
26. Снаряди вбивають ґрунт. Як на Донбасі відновлюють дику природу після впливу війни, (2021). URL: <https://shotam.info/snariady-vbyvaiut-grunt-yak-na-donbasi-vidnovliuiut-dyku-pryrodu/> (дата звернення 22.06.2022)
27. Heiderscheidt, Drew (2018). The Impact of World War one on the Forests and Soils of Europe. *Ursidae: The Undergraduate Research Journal at the University of Northern Colorado*: Vol. 7: No. 3, Article 3. URL: <https://digscholarship.unco.edu/urj/vol7/iss3/3>
28. Петрухін С.Ю., Пісня Л.А., Чеботарьова О.В., Кірієнко М.М. Екологія військової діяльності в аспектах впливу на АПК України // Інженерія природокористування, 2015, №2(4), С. 106 – 118. URL: <https://ceobs.org/geodiversity-also-needs-protection-during-armed-conflicts/>
29. Conflict and Environmental observation: Geodiversity also needs protection during armed conflicts. URL: <https://ceobs.org/geodiversity-also-needs-protection-during-armed-conflicts/> (дата звернення: 21.06.2022).
30. Балюк, Г. І., Шомпол, О. А. Національні та міжнародно-правові проблеми регулювання охорони довкілля і забезпечення екологічної безпеки під час збройних конфліктів. *Адміністративне право і процес*. 2015. № 2 (12). 142–158. URL: <https://goo.gl/MwIomb> (дата звернення: 21.06.2022).
31. Meerschman, E., Cockx, L., Islam, M.M. *et al.* . Geostatistical Assessment of the Impact of World War I on the Spatial Occurrence of Soil Heavy Metals. *AMBIO* 2011. 40, 417–424 (2011). <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0104-6>
32. Олександр Кравченко. Спалена росіянами нафтобаза на Київщині завдала майже мільярд гривень збитків довкіллю. – Держекоінспекція. URL: [https://lb.ua/society/2022/06/24/521180\\_spale-na\\_rosiyanami\\_naftobaza.html](https://lb.ua/society/2022/06/24/521180_spale-na_rosiyanami_naftobaza.html) (дата звернення: 21.06.2022).
33. Омельчук О., Садугорська С. Природа та війна: як військоове вторгнення Росії впливає на довкілля України. *Екодія*. 2022. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryrodata-vijna.html> (дата звернення 20.06.2022)
34. Дерев`янчук А. Й., Шелест М.Б. Артилерійське озброєння і боєприпаси: навч. посіб. Суми: СумДУ, 2010. 415 с.
35. Методика визначення розміру шкоди, завданої землі та ґрунтам під час війни. *Lexinform. Юридичні новини України*. URL: <https://lexinform.com.ua/zakonodavstvo/metodyka-vyznachennya-rozmiru-shkody-zavdanoyi-zemli-ta-gruntam-pid-chas-vijny/> (дата звернення 20.06.2022).
36. AmeriGEO: Ukraine – Subnational Administrative Boundaries. URL: <https://data.amerigeoss.org/it/dataset/ukraine-administrative-boundaries-as-of-q2-2017> (дата звернення: 06.06.2022)
37. Schillinger, J., Özerol, G., Güven-Griemert, Ş., & Heldeweg, M. Water in war: Understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*. 2020. 7(6), e1480. URL: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wat2.1480> (дата звернення: 19.06.2022)
38. World Bank. (2011). *World development report 2011: Conflict, security, and development*. The World Bank. URL: <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-0-8213-8439-8> (дата звернення: 02.07.2022)
39. Water under Fire: UNICEF for every child. URL: <https://www.unicef.org/media/51286/file> (дата звернення: 10.06.2022)
40. Khilchevskiy, V. K., & Mezentsev, K. V. Water conflicts and Ukraine: Donbas region. In *15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2021, November. Vol. 2021, No. 1, pp. 1-5. European Association of Geoscientists & Engineers. URL: <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.39>

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В. 97/2214-4609.20215K2004 (дата звернення: 10.06.2022)
41. Крадії води: як росіяни позбавляють нас водних ресурсів: *Екорубрика*. URL: <https://rubryka.com/article/russians-steal-ukrainian-water/> (дата звернення: 16.06.2022)
42. Хільчевський В.К. Водні та збройні конфлікти – класифікаційні ознаки: у світі та в Україні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. №1(63). 6-19. URL: [https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1\\_%D0%93%D0%93%D0%93163.pdf](https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1_%D0%93%D0%93%D0%93163.pdf) (дата звернення: 10.07.2022)
43. AmeriGEO: Ukraine – Subnational Administrative Boundaries. URL: <https://data.amerigeo.org/it/dataset/ukraine-administrative-boundaries-as-of-q2-2017> (дата звернення: 07.06.2022)
44. Окупанти зруйнували каналізаційні очисні споруди у Запорізькій області. Стічні води течуть у Дніпро. URL: <https://zn.ua/ukr/UKRAINE/okupanti-zruynuvali-kanalizatsijni-ochisni-sporudi-u-zaporizkij-oblasti-stichni-vodi-techut-u-dnipro.html> (дата звернення: 16.06.2022)
45. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mep.gov.ua/news/39028.html> (дата звернення: 10.06.2022)
46. Екорайон. URL: <https://eco.rayon.in.ua/topics/506221-ekotsidnaslidki-i-tsina-rosiyskoi-agresii> (дата звернення: 09.06.2022)
47. Українська природоохоронна група (UNCG) – природоохоронна громадська організація. URL: <https://uncg.org.ua/44-najtsinnishykh-pryrodnykh-terytorij-ukrainy-okhopleni-vijnoiu-doluchajtesia-do-initsiatyvy-riatuiemopryrodu-u-dni-vijny-razom> (дата звернення: 14.06.2022)
48. Російський екоцид в Україні – умисне знищення лісів URL: <https://uncg.org.ua/rosijskij-ekodyd-v-ukraini-umysne-znyshchennia-lisiv/> (дата звернення: 02.07.2022)
49. Екологи запропонували майбутнє для ґрунтів, що понівечені війною URL: [https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekologi-zaproponovali-majbutnie-dlya-gruntiv-shho-](https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekologi-zaproponovali-majbutnie-dlya-gruntiv-shho-ponivecheni-vijnoju/)
- [ponivecheni-vijnoju/](https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekologi-zaproponovali-majbutnie-dlya-gruntiv-shho-ponivecheni-vijnoju/) (дата звернення: 19.07.2022)
50. Чи є російська агресія в Україні екоцидом? URL: <https://day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/chyue-rosiyska-agresiya-v-ukrayini-ekocydom> (дата звернення: 19.07.2022)
51. Україна годує 400 млн людей у світі. URL: <https://agronews.ua/news/ukrayina-goduye-400-mln-lyudej-u-sviti/> (дата звернення: 19.07.2022)
52. Україна увійшла до Комітету продовольчої безпеки ООН URL: <https://agropolit.com/news/19610-ukrayina-uviyshla-do-komitetu-prodovolchoyi-bezpeki-onn> (дата звернення: 19.07.2022)
53. Яців С.Ф. Вплив війни на продовольчу безпеку світу. *Вдосконалення фінансово-кредитного механізму забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектору економіки, сільських територій та країн V-4: збірник тез міжнародної науково-практичної інтернетконференції (Дубляни, 2 червня 2022 р.). Частина II. Дубляни: ЛНУП, 2022. С. 205-208. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10578/1/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D0%A7.2.pdf#page=206> (дата звернення: 19.07.2022)*
54. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. / За заг. редак. О. Кравченко. Львів: ЕПЛ, 2015. 136 с.
55. Аналіз агросектору Донецької, Луганської та прилеглих районів Запорізької областей. *Звіт за результатами дослідження 2017 р.* URL: [https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL\\_2017\\_07\\_27\\_DNLU-Research-Final-Report\\_210x297\\_UKR.pdf](https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL_2017_07_27_DNLU-Research-Final-Report_210x297_UKR.pdf) (дата звернення: 19.07.2022)
56. Стратегічна ціна російської агресії для економіки України / Жаліло Я.А., Базиліюк Я.Б., Собкевич О.В. та ін. (за наук. ред. д.е.н. Я.А.Жаліло). К.: НІСД, 2022. 67 с.
57. Василюк О., Колодежна В. Якою має бути доля пошкоджених вибухами українських територій? *Українська*

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

*природоохоронна група* URL: [https://uncg.org.ua/iakoIU-maie-butu-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#\\_ftnref1](https://uncg.org.ua/iakoIU-maie-butu-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#_ftnref1) (дата звернення 21.06.2022).

58. Гардащук Т. Війна і довкілля. URL: <https://day.kyiv.ua/uk/article/den-ukrayiny/viyna-i-dovkillia>

59. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 26 травня – 1 червня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39252.html> (дата звернення: 02.07.2022)

60. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 19-25 травня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39238.html> (дата звернення: 02.07.2022)

61. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 11-18 травня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39218.html> (дата звернення: 02.07.2022)

62. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 4-10 травня 2022 року: офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39210.html> (дата звернення: 02.07.2022)

## References

1. Stavros Pantazopoulos (2019). UN lawyers approve 28 legal principles to reduce the environmental impact of war. Available at: <https://ceobs.org/un-lawyers-approve-28-legal-principles-to-reduce-the-environmental-impact-of-war/> (in English)

2. Blaha A.B., Zahorodniuk I.V., Korotkyi T.R. та inshi (2017). Na mezhi vyzhyvannia: znyshchennia dovkillia pid chas zbroinoho konfliktu na skhodi Ukrainy [On the edge of survival: destruction of the environment during the armed conflict in eastern Ukraine] / A.B. Blaha, I.V. Zahorodniuk, T.R. Korotkyi, O.A. Martynenko, M.O. Medvedieva, V.V. Parkhomenko. Kyiv, KYT, 88. (in Ukrainian)

3. Lawrence, Michael J., Stemberger, Holly L.J., Zolderdo, Aaron J., Struthers, Daniel P., Cooke, Steven J. (2015). The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 23(4). 443-460. DOI: <https://doi.org/10.1139/er-2015-0039>. (in English)

4. Tose, H. P. W., Gleditsch, N. P., & Hegre, H. (2000). Shared rivers and interstate conflict. *Political geography*. 19(8). 971-996. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096262980000038X> (in English)

5. Yakymchuk A. Yu., Semenova Yu. M. (2018). Aspekty upravlinnia ekoloho-ekonomichnoiu bezpekoiu v umovakh viiskovo-politychnoi nestabilnosti u konteksti pryrodokorystuvannia [Aspects of environmental and economic security management in conditions of military and political instability in the context of nature management]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*. №1. 191-194. Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/140047/26-Yakymchuk.pdf?sequence=1> (in Ukrainian)

6. Kyiv poperedzhaie pro ryzyky na okupovanykh terytoriakh [Kyiv warns of risks in the occupied territories] – nimetske vydannia «Frankfurter Allgemeine Zeitung». 12 Lypnia 2018. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/32571.html>. (in Ukrainian)

7. Conflict and Environmental observatory. Available at: <https://ceobs.org/un-lawyers-approve-28-legal-principles-to-reduce-the-environmental-impact-of-war/> (in English)

8. Kryminalnyi Kodeks Ukrainy. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR) [Criminal Code of Ukraine. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2001, №25-26, st.131. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text> (in Ukrainian)

9. Pryroda ta viina: yak viiskove vtorhnennia Rosii vplyvaie na dovkillia Ukrainy. Ekodiia. 1 kvitnia 2022 [Nature and War: How Russia's Military Invasion Affects Ukraine's Environment. Ecodia]. Available at:

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

<https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>  
(in Ukrainian)

10. A 'Silent Victim': How Nature Becomes a Casualty of War: Research on past conflicts suggests that the war in Ukraine could have a profound environmental impact (2022). Available at: <https://www.nytimes.com/2022/04/13/science/war-environmental-impact-ukraine.html> (in English)

11. Hromadskyi prostir [Public space], 23.04.22. Available at: <https://www.prostir.ua/?news=ofis-heneralnoho-prokurora-ukrajiny-rozпочav-kryminalne-provadžhennya-za-statteyu-ekotsyd-cherez-diji-rosiji-v-ukrajini> (in Ukrainian)

12. Vita Stokal (2021). Transboundary rivers of Ukraine: perspectives for sustainable development and clean water, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 18:1, 67-87. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1943815X.2021.1930058> (in English)

13. Zhertvamy viiny Rosii stalo kilka tysiach delfiniv u Chornomu mori. Ekopolityka. Novyny ekolohii Ukrainy i Svit [Several thousand dolphins in the Black Sea became victims of the Russian war. Ecopolitics]. Available at: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/zhertvami-vijni-rosii-stalo-kilka-tisyach-delfiniv-u-chornomu-mori-foto-18/> (in Ukrainian)

14. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 2-8 chervnia 2022 roku: ofitsiyni sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for June 2-8, 2022]. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39274.html> (in Ukrainian)

15. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 16-22 chervnia 2022 roku: ofitsiyni sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for June 16-22, 2022]. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39348.html> (in Ukrainian)

16. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 9-15 chervnia 2022 roku: ofitsiyni sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for June 9-15, 2022]. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39320.html> (in Ukrainian)

17. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 15-18 kvitnia 2022 roku: ofitsiyni sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for April 15-18, 2022]. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39120.html> (in Ukrainian)

18. Ecodozor: Viina v Ukraini: ekolohichni naslidky ta ryzyky: platforma dlia otsinky ekolohichnykh zahroz vid viiny [Ecodozor: The war in Ukraine: environmental consequences and risks: a platform for assessing environmental threats from war]. Available at: <https://ecodozor.org/> (in Ukrainian)

19. Zalavs'kyi Yu., Solovey V., Solokha M., Balyuk S. Karta: Vplyv voyennykh diy na gruntovyy pokryv Ukrayiny stanom na traven' 2022 rik. [Map: Vplyv voyennykh diy na gruntovyy pokryv Ukrayiny stanom na traven' 2022 rik]. Available at: <https://cutt.ly/tKOhhXS> (in Ukrainian)

20. Antonyuk O. O. (2015). Struktura belihertyvnykh landshaftiv Podillya. [The structure of beleaguered landscapes of Podillia]. *Naukovi zapysky Vinnyts'koho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu im. M. Kotsyubyns'koho. Seriya: Heohrafiya*. 27(№1-2). 72–81. Available at: [https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf\\_3/antonuk3.pdf](https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf_3/antonuk3.pdf) (in Ukrainian)

21. Odosiy L.I., Stadnichuk O.M., Sviderok S.M., Nadala O.S., Hychko O.S. (2015). Vplyv tekhnohennoho navantazhennya viys'kovoyi diyal'nosti na stan gruntovovodnoho seredovyscha [The influence of man-made load of military activity on the state of the soil and water environment]. *Viy's'kovo-tekhnichnyy zbirnyk*. (12). 91-96. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb\\_2015\\_12\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vtzb_2015_12_19) (in Ukrainian)

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.
22. Kravchenko O., Vasylyuk O., Voytsikhovs'ka A., Norenko K. (2015). Doslidzhennya vplyvu viys'kovykh diy na dovkilliya na Skhodi Ukrayiny [Study of the impact of military operations on the environment in Eastern Ukraine]. *Skhid*. (2). 118-123. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid\\_2015\\_2\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid_2015_2_23) (in Ukrainian)
23. Semeryaha O.P. (2013). Pryrodno-istorychna spadshchyna belihertyvnykh landshaftiv Dnipropetrovs'koyi oblasti. [Natural and historical heritage of belligerent landscapes of Dnipropetrovsk region] *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*. 1(69). 103–112. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz\\_geo\\_2013\\_1\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2013_1_15) (in Ukrainian)
24. Kardash D.M., Lazebna O.M. (2018). Naslidky vplyvu viys'kovykh diy na navkolyshnye seredovyshe. [Consequences of the impact of military operations on the environment] *Ekolohichni naslidky viys'kovykh diy: materialy naukovo-praktychnoyi konferentsiyi* (m. Kyiv 17-18 kvit. 2018). Kyiv, 79-81. Available at: <https://cutt.ly/SKOcfk4> (in Ukrainian)
25. Geodiversity also needs during armed conflicts protection. *Conflict and Environment Observatory (CEOBS)*. Available at: <https://education.nationalgeographic.org/resource/red-zone> (in English)
26. Snaryady vbyvayut' grunt. Yak na Donbasi vidnovlyuyut' dyku pryrodu pislya vplyvu viyny [Shells kill the soil. How wildlife is restored in Donbas after the impact of war] Available at: <https://shotam.info/snaryady-vbyvaiut-grunt-yak-na-donbasi-vidnovliuiut-dyku-pryrodu/> (in Ukrainian)
27. Heiderscheidt, Drew (2018). The Impact of World War one on the Forests and Soils of Europe. *Ursidae: The Undergraduate Research Journal at the University of Northern Colorado*: Vol. 7: No. 3, Article 3. Available at: <https://digscholarship.unco.edu/urj/vol7/iss3/3> (in English)
28. Petrukhin S.Yu., Pisnya L.A., Chebotar'ova O.V., Kiriienko M.M. (2015). Ekolohiya viys'kovoyi diyal'nosti v aspektakh vplyvu na APK Ukrayiny [Ecology of military activity in aspects of impact on the agricultural industry of Ukraine]. *Inzheneriya pryrodokorystuvannya*, 2(4), 106–118. (in Ukrainian)
29. Conflict and Environmental observation: Geodiversity also needs protection during armed conflicts. Available at: <https://ceobs.org/geodiversity-also-needs-protection-during-armed-conflicts/> (in English)
30. Baliuk, H. I., Shompol, O. A. (2015). Natsionalni ta mizhnarodno-pravovi problemy rehuliuвання okhorony dovkillia i zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky pid chas zbroinykh konfliktiv [National and international legal issues of regulation of environmental protection and ensuring environmental safety during armed conflicts]. *Administratyvne pravo i protses*. № 2 (12). 142–158. Available at: <https://goo.gl/MwIomb> (in Ukrainian)
31. Meerschman, E., Cockx, L., Islam, M.M. et al. (2011). Geostatistical Assessment of the Impact of World War I on the Spatial Occurrence of Soil Heavy Metals. *AMBIO*. 40, 417–424 (2011). Available at: <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0104-6> (in English)
32. Oleksandr Kravchenko. Spalena rosiianamy naftobaza na Kyivshchyni zavdala maizhe miliard hryven zbytkiv dovkilliu [The oil depot in Kyiv region burned down by the Russians caused almost a billion hryvnias in damage to the environment] – Derzhekoinspektsiia. Available at: [https://lb.ua/society/2022/06/24/521180\\_spale-na-rosiyanami-naftobaza.html](https://lb.ua/society/2022/06/24/521180_spale-na-rosiyanami-naftobaza.html) (in Ukrainian)
33. Omel'chuk O., Saduhors'ka S. (2022). Pryroda ta viyna: yak viys'kove vtorhnennya Rosiyi vplyvaye na dovkilliya Ukrayiny. [Nature and War: How Russia's Military Invasion Affects Ukraine's Environment]. *Ekodiya*. Available at: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (in Ukrainian)
34. Derev`yanchuk A.Y., Shelest M.B. (2010). Artyleriys'ke ozbroynennya i boyeprypasy [Artillery weapons and ammunition]: navch. posib. Sumy: SumDU, 415. (in Ukrainian)
35. Metodyka vyznachennya rozmiru shkody, zavdanoyi zemli ta hruntam pid chas viyny. [Methodology for determining the amount of damage caused to land and soil

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В. during the war] *Lexinform. Yurydychni novyny Ukrainy*. Available at: <https://lexinform.com.ua/zakonodavstvo/metodyka-vyznachennya-rozmiru-shkody-zavdanoyi-zemli-ta-gruntam-pid-chas-vijny/> (in Ukrainian)
36. AmeriGEO: Ukraine – Subnational Administrative Boundaries. Available at: <https://data.amerigeoss.org/it/dataset/ukraine-administrative-boundaries-as-of-q2-2017> (in English)
37. Schillinger, J., Özerol, G., Güven-Griemert, Ş., & Heldeweg, M. (2020). Water in war: Understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(6), e1480. Available at: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wat2.1480> (in English)
38. World Bank. (2011). *World development report 2011: Conflict, security, and development*. The World Bank. Available at: <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-0-8213-8439-8> (in English)
39. Water under Fire: UNICEF for every child. Available at: <https://www.unicef.org/media/51286/file> (in English)
40. Khilchevskiy, V. K., & Mezentsev, K. V. (2021, November). Water conflicts and Ukraine: Donbas region. In *15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (Vol. 2021, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. Available at: <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.20215K2004> (in English)
41. Kradii vody: yak rosiiany pozbavliaiut nas vodnykh resursiv: Ekorubryka [Water thieves: how the Russians deprive us of water resources: Ekorubryka]. Available at: <https://rubryka.com/article/russians-steal-ukrainian-water/> (in Ukrainian)
42. Khilchevskiy V.K. (2022). Vodni ta zbroini konflikty – klasyfikatsiini oznaky: u sviti ta v Ukraini [Water and armed conflicts - classification features: in the world and in Ukraine]. *Hidrolohiia, hidrokimiia i hidroekolojiia*. №1(63). 6-19. Available at: [https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1\\_%D0%93%D0%93%D0%93163.pdf](https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1_%D0%93%D0%93%D0%93163.pdf) (in Ukrainian)
43. AmeriGEO: Ukraine – Subnational Administrative Boundaries. Available at: <https://data.amerigeoss.org/it/dataset/ukraine-administrative-boundaries-as-of-q2-2017> (in English)
44. Okupanty zruinuvaly kanalizatsiini ochysni sporudy u Zaporizkii oblasti. Stichni vody techut u Dnipro [The occupiers destroyed sewage treatment facilities in the Zaporizhzhia region. Sewage flows into the Dnipro]. Available at: <https://zn.ua/ukr/UKRAINE/okupanti-zrujnuvali-kanalizatsijni-ochisni-sporudi-u-zaporizkij-oblasti-stichni-vodi-techut-u-dnipro.html> (in Ukrainian)
45. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39028.html> (in Ukrainian)
46. Ekorayon [Ecoregion]. Available at: <https://eco.rayon.in.ua/topics/506221-ekotsidnaslidki-i-tsina-rosiyskoi-agresii> (in Ukrainian)
47. Ukrayins'ka pryrodookhoronna hrupa (UNCG) – pryrodookhoronna hromads'ka orhanizatsiya [Ukrainian Environmental Protection Group (UNCG) is an environmental protection public organization]. Available at: <https://uncg.org.ua/44-najtsinnishykh-pryrodnykh-terytorij-ukrainy-okhopleni-vijnoiu-doluchajtesia-do-initsiatyvy-riatuiemo-pryrodu-u-dni-vijny-razom> (in Ukrainian)
48. Rosiys'kyi ekotsyd v Ukraini – umysne znyshchennya lisiv [Russian ecocide in Ukraine - deliberate destruction of forests]. Available at: <https://uncg.org.ua/rosijskyj-ekodyd-v-ukraini-umysne-znyshchennia-lisiv/> (in Ukrainian)
49. Ekology zaproponuvaly majbutnje dlja gruntiv, shho ponivecheni vijnoju [Environmentalists proposed a future for war-torn soils]. Available at: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekologi-zaproponovali-majbutnie-dlya-gruntiv-shho-ponivecheni-vijnoju/> (in Ukrainian)
50. Chy je rosijsjka aghresija v Ukrajini ekocydom? [Is Russian aggression in Ukraine

- Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В. ecocide?]. Available at: <https://day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/chy-ye-rosiyska-agresiya-v-ukrayini-ekocydom> (*in Ukrainian*)
51. Ukrajina ghoduje 400 mln ljudej u sviti [Ukraine feeds 400 million people in the world]. Available at: <https://agronews.ua/news/ukrayinagoduye-400-mln-lyudej-u-sviti/> (*in Ukrainian*)
52. Ukrajina uvijshla do Komitetu prodovoljchoji bezpeky OON [Ukraine joined the UN Food Security Committee]. Available at: <https://agropolit.com/news/19610-ukrayina-uvijshla-do-komitetu-prodovolchoji-bezpeki-oon> (*in Ukrainian*)
53. Jaciv S.F. (2022). Vplyv vijny na prodovoljchu bezpeku svitu. Vdoskonalennja finansovo-kredytnogho mekhanizmu zabezpechennja innovacijnogho rozvytku aghrarnogho sektoru ekonomiky, silsjskykh terytorij ta krajin V-4 [The impact of war on world food security. Improvement of the financial and credit mechanism for ensuring innovative development of the agricultural sector of the economy, rural areas and V-4 countries]: [Zbirnyk tez mizhnarodnoji naukovo-praktyčnoji internetkonferenciji]. Chastyna II. Dubljany, LNUP, 205-208 Available at: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10578/1/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%82%D0%B5%D0%B7%20%D0%A7.2.pdf#page=206> (*in Ukrainian*)
54. Baljuk, Gh.I., Shompol, O.A. (2015). Nacionaljni ta mizhnarodno-pravovi problemy rehuljuvannja okhorony dovkillja i zabezpechennja ekologhichnoji bezpeky pid chas zbrojnykh konfliktiv [National and international legal problems of regulation of environmental protection and provision of environmental safety during armed conflicts]. *Administratyvne pravo i proces* [Administrative Law and Process], no. 2 (12), 142-158. Available at: <http://applaw.knu.ua/index.php/holovna/item/462-natsionalni-ta-mizhnarodno-pravovi-problemy-regulivannya-okhorony-dovkillija> (*in Ukrainian*)
55. Analiz aghrosektoru Donecjkoji, Lughansjkoji ta pryleglykh rajoniv Zaporizjkoji oblastej. Zvit za rezuljtatamy doslidzhennja 2017 [Analysis of the agricultural sector of Donetsk, Luhansk and adjacent districts of Zaporizhzhya regions. Report on the results of the 2017 study]. Available at: [https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL\\_2017\\_07\\_27\\_DNLU-Research-Final-Report\\_210x297\\_UKR.pdf](https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL_2017_07_27_DNLU-Research-Final-Report_210x297_UKR.pdf) (*in Ukrainian*)
56. Strateghichna cina rosijsjkoji aghresiji dlja ekonomiky Ukrajiny [The strategic price of Russian aggression for the economy of Ukraine] / Zhalilo Ja.A., Bazyljuk Ja.B., Sobkevych O.V. ta in. (za nauk. red. d.e.n. Ja.A.Zhalila). K.: NISD, 2022. 67 (*in Ukrainian*)
57. Vasylyuk O., Kolodezhna V. Yakoyu maye buty dolya poskodzhenykh vybukhamy ukrajins'kykh terytorij? [What should be the fate of Ukrainian territories damaged by explosions?]. *Ukrajins'ka pryrodokhoronna hrupa* Available at: [https://uncg.org.ua/iakoiu-maie-buty-dolia-poskodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#\\_ftnref1](https://uncg.org.ua/iakoiu-maie-buty-dolia-poskodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij/#_ftnref1) (*in Ukrainian*)
58. Hardashchuk T. Viina i dovkillia [War and the environment]. Available at: <https://day.kyiv.ua/uk/article/den-ukrajiny/viyna-i-dovkillia> (*in Ukrainian*)
59. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlja ukrainskoho dovkillia za 26 travnia – 1 chervnia 2022 roku [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for May 26 - June 1, 2022]: ofitsiinyi sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39252.html> (*in Ukrainian*)
60. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlja ukrainskoho dovkillia za 19-25 travnia 2022 roku [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for May 19-25, 2022]: ofitsiinyi sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39238.html> (*in Ukrainian*)
61. Daidzhest kliuchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlja ukrainskoho dovkillia za 11-18 travnia 2022 roku [Digest of the key consequences of Russian aggression for the Ukrainian environment for May 11-18, 2022]: ofitsiinyi sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

pryrodnykh resursiv. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39218.html> (in Ukrainian)

Ukrainian environment for May 4-10, 2022]: ofitsiynyi sait Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv. Available at: <https://mepr.gov.ua/news/39210.html> (in Ukrainian)

62. Daidzhest kluchovykh naslidkiv rosiiskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 4-10 travnia 2022 roku [Digest of the key consequences of Russian aggression for the

## THE WAR CONSEQUENCES ON NATURAL RESOURCES OF UKRAINE: ANALYSES AND METHODOLOGIES

N. Makarenko, V. Strokal, Ye. Berezhniak, V. Bondar, S. Pavliuk, L. Vagaliuk, O. Naumovska, M. Ladyka, A. Kovpak

**Abstract.** *The natural environment of Ukraine has been negatively affected by russian military aggression, which began in 2014 and turned into a full-scale war in 2022. Since 2014, hostilities have been taking place on the territory of Donbas, where the norms of environmental safety were grossly violated in the temporarily occupied Donetsk and Luhansk regions. The full-scale invasion of Russian forces into Ukraine expanded the spectrum of environmental problems, deepened and exacerbated their dangerous manifestations. Specialists came to the conclusion that in many cases the consequences of the military activities of the russian federation for the environment of Ukraine can be classified as environmental crimes.*

*Analysis of the situation showed that as a result of hostilities, the water and soil environment underwent significant changes, the integrity of landscapes and ecosystems was violated, and various types of pollution, ruin and destruction of valuable biological resources took place.*

*It has been established that as a result of bombardment, shelling with rockets, mines, artillery shells, the movement of heavy equipment, and the construction of fortifications, the soil resources of Ukraine are being destroyed. At the same time, the ruts formation of various sizes and configurations leads to a violation of the natural integrity of the soils genetic horizons and the geological structure of the parent rocks upper part, their contamination with fuel and lubricants, petroleum products, heavy metals (Pb, Cu, V, etc.), sulfur compounds and with radioactive substances, which significantly affects the deterioration of the physico-chemical and agrochemical characteristics of the upper layers of the soil, the reduction of their biological activity and the drop in fertility.*

*Military operations led to the destruction of water infrastructure (water treatment facilities, dams, canals), which, in turn, caused the deterioration of the water resources quality. The basins of the Dnipro, Don, and Siverskyi Donets rivers were the most affected. The analysis of information sources made it possible to establish that the military aggression of the russian federation can be qualified as water terrorism, the facts of which were manifested as a result of the seizure of the Kakhovska HPP and the North Crimean Canal.*

*Military actions covered about 1/3 of the entire nature reserve fund of Ukraine. A significant number of natural and biosphere reserves, national and regional natural*

Макаренко Н. А., Строкаль В. П., Бережнюк Є. М., Бондарь В. І., Павлюк С. Д., Вагалюк Л. В., Наумовська О. І., Ладика М. М., Ковпак А. В.

*parks suffered and continue to suffer significant damage as a result of russian aggression. About 200 territories of the Emerald Network, which protects the brown bear, black stork, lynx, white-tailed eagle and other species of animals and plants (territories defined by the Berne Convention), are under threat of destruction. The hostilities partially or completely destroyed the habitats and migration corridors of rare animal species, including the flight paths of birds in the Western-Palearctic and Afro-Eurasian directions. In many regions of Ukraine, a lot of unexploded ammunition remains, that poses an extreme danger to the existence of wild animals.*

*As a result of the military aggression of the russian federation, significant destruction of unique landscapes, large forest massifs and steppe territories, partial or complete disruption of trophic chains, and, accordingly, successional changes in ecosystems leading to their simplification and weakening are noted. Agro-ecosystems, farmlands, where the sowing campaign was disrupted in the spring, and large areas of ready-to-harvest agricultural raw materials were burned in the summer, are also damaged. Many lands fell into the zone of direct military operations or became the object of targeted destruction through mining and intensive shelling by the enemy, which, in turn, may threaten a food crisis not only in Ukraine, but also in the world.*

*The methodology of environmental assessment of the impact of military activities on natural resources has not been developed, there are only separate fragmentary approaches and methods. In our opinion, it should be based, first of all, on the principles of ecological systemology and take into account the study of ecosystems of different levels of organization and specialization. This will make it possible to carry out research in accordance with the hierarchy "from simple to complex" and to move from environmental disturbances at the local level, taking into account a separate component of the ecosystem, to the level of natural complexes. At the same time, it is advisable to use complex and integral methods of assessing environmental violations, which will allow them to be grouped according to the degree of manifestation and distribution; conduct an expert assessment followed by their ranking by level of importance; use cartographic remote analysis methods and geo-information systems with access to relevant map schemes. It is necessary to form databases for monitoring in space and time, which will allow developing scenarios of the various processes development and forecasting probable risks and consequences; take into account short-term and remote consequences, direct and indirect impact of military aggression.*

*Systematic research on environmental assessment should become the basis of the scientifically based recommendations development for the restoration of natural resources, ecosystems and complexes at the local and regional levels.*

**Keywords:** *Russia's military aggression, environmental crimes, natural resources, soil erosion and pollution, water quality, forest fires, destruction of biodiversity, loss of flora and fauna, destruction of natural ecosystems and agricultural landscapes*

УДК 502 (477.43-25)

**ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТА ЕКОЛОГІЧНА МЕРЕЖА МІСТА  
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО ТА ЇХ РОЛЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОТИЧНОГО І  
ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ****Л. П. КАЗІМІРОВА**, кандидатка біологічних наук, доцентка**Н. Г. МІРОНОВА**, докторка сільськогосподарських наук, професорка**О. П. МАТЕЮК**, кандидатка педагогічних наук, доцентка**С. В. ІЛЬІНСЬКИЙ**, старший викладач*Хмельницький національний університет*E-mail: L\_kazimirova@ukr.net, mironova72n@ukr.net, olesya\_twins@hotmail.com,  
s.sapsan3000@gmail.com<https://doi.org/dopovidi2022.04.004>

***Анотація.** Досліджено історію, кількісні та якісні показники природно-заповідного фонду міста Хмельницького. Станом на 1.01.2022 р. природно-заповідний фонд міста Хмельницького нараховує 22 природно-заповідних територій загальною площею 191,7558 га, що становить 2,06 % від площі міста. Серед категорій природно-заповідного фонду у місті Хмельницькому є 16 ботанічних пам'яток природи, 3 парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва: «Парк імені Михайла Чекмана», «Сквер імені Т. Г. Шевченка», «Заріччя»; дендрологічні парки «Поділля» і «Юннатівський» та Ботанічний сад Хмельницького національного університету. За статусом природно-заповідні території та об'єкти міста Хмельницького належить тільки до місцевого значення.*

*Найбільшу площу серед усіх природно-заповідних територій міста Хмельницького займають парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва: «Парк імені Михайла Чекмана», «Заріччя», «Сквер імені Т.Г. Шевченка». З них площа «Парку імені Михайла Чекмана» складає 75,5 % від загальної площі природно-заповідного фонду міста. Парк є не тільки найбільшою природно-заповідною територією міста Хмельницького, але й найбільшим парком-пам'яткою садово-паркового мистецтва в Хмельницькій області. Парки міста відіграють велику роль у збереженні його біорізноманіття, насамперед культивованої дендрофлори та орнітофауни.*

*Ботанічний сад Хмельницького національного університету, дендрологічні парки «Поділля» та «Юннатівський» є осередками ботанічних колекцій культивованої флори.*

*За кількістю (16 од.) у природно-заповідному фонді міста Хмельницького переважають ботанічні пам'ятки природи. Серед них є 7 скверів, 4 біогрупи дерев та 5 окремих понадвікових дерев.*

*Території та об'єкти природно-заповідного фонду міста Хмельницького мають важливе наукове (дендрологічне, інтродукційне, орнітологічне), природоохоронне, історико-культурне, естетичне, санітарно-гігієнічне, рекреаційне, навчальне, еколого-виховне, еколого-просвітницьке, пізнавальне*

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

значення та цінність спадку.

*«Парк імені Михайла Чекмана», дендропарк «Поділля», Ботанічний сад Хмельницького національного університету є ключовими територіями екологічної мережі міста Хмельницького.*

*Роль регіональної екомережі міста Хмельницького є визначальною щодо збереження біотичного і ландшафтного різноманіття. Екологічна мережа є дієвим важелем підтримання рівноваги використання природно-ресурсного потенціалу і забезпечення збереження біоти хмельницької урбоекосистеми, а отже запорукою збалансованого екологічного і соціально-економічного розвитку міста.*

**Ключові слова:** природно-заповідний фонд, природно-заповідні території та об'єкти, екологічна мережа, збереження біорізноманіття, місто Хмельницький

**Актуальність.** В Україні основні функції зі збереження біотичного і ландшафтного різноманіття покладені на національну екологічну мережу, основою якої є природно-заповідний фонд. Саме території природно-заповідного фонду та екологічної мережі розглядаються як найефективніший інструмент збереження генофонду рослинного і тваринного світу, типових та унікальних ландшафтів, підтримання екологічної рівноваги. Їх значення зростає в умовах урбоекосистем, де негативні наслідки урбанізації та глобальних змін клімату створюють пряму загрозу екологічній, економічній та соціальній стабільності міст. Осередки біорізноманіття у містах мають не лише природоохоронну цінність, але й відіграють велику санітарно-гігієнічну, архітектурно-планувальну, рекреаційну роль, є місцями відпочинку і оздоровлення жителів.

Дослідження природно-заповідного фонду міста

Хмельницького та локальної екологічної мережі міста є важливим для їх оптимізації та подальшого розвитку, поліпшення екологічного стану урбоекосистеми та якості життя хмельничан.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Загальна інформація про природно-заповідні території та об'єкти міста Хмельницького є у статистичних даних і звітах Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Департаменту природних ресурсів та екології Хмельницької облдержадміністрації, а також у наукових працях про регіон та його природні цінності Т. Л. Андрієнко, Л. П. Казімірової, Н. Г. Міронової та ін. [1-3]. З часу останніх наукових публікацій рішенням Хмельницької обласної ради оголошено 12 нових природно-заповідних територій міста Хмельницького, рішенням сесії Хмельницької міської ради затверджено схему екологічної мережі міста Хмельницького.

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

**Мета дослідження:** аналіз кількісних та якісних показників природно-заповідного фонду та екологічної мережі міста Хмельницького як осередків збереження біотичного і ландшафтного різноманіття хмельницької урбоекосистеми.

**Методи дослідження.** Основні методи дослідження – історичний, польових досліджень, статистичний, картографічний, системного аналізу.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Місто Хмельницький є адміністративним центром Хмельницької області, це найбільший економічний та культурний центр Хмельницької області, значний промисловий і діловий центр України. Площа міста складає 9305 га. Станом на 1.01.2022 р. чисельність населення міста становила 274452 осіб.

Місто розташоване у верхів'ї річки Південний Буг, у центральній частині Волино-Подільської височини на території Верхньобузької височини. Максимальні висоти (до 389 м) – на

північній околиці міста, мінімальні (до 277 м) – у долинах річок Південний Буг, Плоска, Кудрянка (Самець).

Основні метеорологічні показники території міста: температура повітря середньорічна – плюс 6,8 °С; абсолютний мінімум – мінус 32 °С; абсолютний максимум – плюс 36 °С; середньорічна відносна вологість повітря – 78 %; середньорічна кількість опадів – 565 мм. Через тенденції глобального потепління останніх двох десятиліть спостерігаються відхилення від середніх значень кліматичних показників [3].

Станом на 1.01.2022 р. природно-заповідний фонд міста Хмельницького включає 22 природно-заповідних територій загальною площею 191,7558 га, що становить 2,06 % від площі міста (табл. 1).

За статусом природно-заповідні території та об'єкти міста Хмельницького належать до місцевого значення.

### 1 Природно-заповідний фонд міста Хмельницького

Назва природно-заповідних об'єктів,	Адреса	Площа, га	Рік заповідання
<b>Ботанічні пам'ятки природи</b>			
Алея каштана	Вул. Чорновола, 24	0,5	1977
Бук на Володимирській	Вул. Володимирська, 74	0,001	2020
Бук червоний	Вул. Героїв Маріуполя, 5(3)	0,01	1969
Бук червоний	Вул. Героїв Майдану, 24	0,01	1969
Відгомін віків	Вул. Петра Болбочана, 6	0,001	2020
Горіх чорний	Вул. Пилипчука, 25	0,02	1977
Липа	Вул. Грушевського, 64	0,02	1977
Прибузькі сосни	Вул. Кам'янецька, 2	0,025	2020

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

Сад Григорія Сковороди	Вул. Ярослава Мудрого, 2	0,1914	2020
Сквер імені Володимира Івасюка	Вул. Кам'янецька, між будівлею Хмельницької обласної філармонії та вул. Кам'янецькою	0,1907	2020
Сквер імені Кузьми Скрябіна	Вул. Героїв Маріуполя, на території Хмельницької обласної філармонії	0,0833	2020
Сквер пам'яті героїв та жертв Чорнобиля	На розі вулиць Прибузької та Кам'янецької, біля пам'ятника Героїв та жертв Чорнобиля	0,2981	2020
Сквер слави	На розі вулиць Кам'янецької та Сковороди	0,3438	2020
Сосни чорні	Вул. Кам'янецька, 2	0,01	2020
Тисячі сердець	Вул. Володимирська, 85	0,001	2020
Ясен на майдані	Майдан Незалежності, 2	0,001	2020
<b>Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва</b>			
Заріччя	Мікрорайон «Виставка», обмежується вулицями Свободи, Зарічанською, Перемоги та проспектом Миру	4,3	2004
Парк ім. Михайла Чекмана	Мікрорайон «Гречани», обмежується річками Південний Буг та Плоскою, вулицею Проскурівського підпілля	140,45	1975
Сквер імені Т.Г. Шевченка	Центр міста, обмежується вулицями Володимирською, Героїв Майдану, Грушевського і Проскурівською	4,7	2001
<b>Дендропарки</b>			
Поділля	вул. Старокостянтинівське шосе	36,3295	1969
Юннатівський	Пров. Шкільний, 8	2,06	2020
<b>Ботанічні сади</b>			
Ботанічний сад Хмельницького національного університету	вул. Інститутська, 11	2,21	2009

Історія природно-заповідного фонду міста Хмельницького розпочалася 1969 року, коли розпорядженням Виконавчого комітету Хмельницької обласної Ради депутатів трудящих від 22.10.1969 р. №358 були заповідані ботанічні пам'ятки природи «Бук червоний» (вул. Героїв Маріуполя, 5), «Бук червоний» (вул. Героїв Майдану, 24)

та дендрологічний парк «Поділля» (сучасні власні назви та адреси).

Рішенням Хмельницького обласного виконавчого комітету від 5.05.1975 р. №132 заповідано 60,0 га парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Парк імені Михайла Чекмана» (сучасна назва); площу парку розширено до існуючої рішенням четвертої сесії

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

Хмельницької обласної ради від 16.12.1998 р. №13.

Ботанічні пам'ятки природи «Алея каштана», «Горіх чорний» та «Липа» оголошені заповідними рішенням Хмельницького обласного виконавчого комітету від 14.07.1977 р. №213.

Відповідно до Постанови Ради Міністрів Української РСР від 22.07.1983 р. №311 «Про класифікацію і мережу територій та об'єктів природно-заповідного фонду Української РСР» виконавчим комітетом Хмельницької обласної Ради народних депутатів (рішення від 21.11.1984 р. №242) було затверджено мережу територій і об'єктів природно-заповідного фонду місцевого значення області згідно прийнятої класифікації. У наведеному переліку уточнено назви природно-заповідних об'єктів, їх адреси, вперше зазначається площа для тих об'єктів, де вона не визначалася попередніми рішеннями. Цим рішенням Виконавчого комітету Хмельницької обласної Ради народних депутатів зроблено підсумок заповідної справи у Хмельницькій області станом на 1984 рік.

Рішенням шістнадцятої сесії Хмельницької обласної ради народних депутатів від 04.04.2001 р. №10 заповідано 0,47 га парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Сквер імені Т.Г. Шевченка»; рішенням двадцять другої сесії

Хмельницької обласної ради від 21.03.2002 р. №11 площу розширено до 4,7 га. Парк «Заріччя» внесено до природно-заповідного фонду України як парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення рішенням одинадцятої сесії Хмельницької обласної ради від 30.03.2004 р. №22-11/2004. Ботанічний сад Хмельницького національного університету створено рішенням двадцять четвертої сесії п'ятого скликання Хмельницької обласної ради від 18.11.2009 р. №20-24/2009.

Рішенням Хмельницької обласної ради сьомого скликання від 24.06.2020 р. № 60-33/2020 оголошено 12 об'єктів природно-заповідного фонду міста – дендрологічний парк «Юннатівський» та 11 ботанічних пам'яток природи (табл.1).

Охоронні зони об'єктів природно-заповідного фонду Хмельницької області встановлено рішенням третьої сесії Хмельницької обласної ради від 26.09.2002 р. №17: для пам'яток природи міста вони становлять 10 м; парків-пам'яток садово-паркового мистецтва – 50 м; дендрологічних парків – 30 м; ботанічного саду – 25 м.

Структура природно-заповідного фонду міста Хмельницького представлена 16 ботанічними пам'ятками природи, 3 парками-пам'ятками садово-паркового мистецтва («Парк імені

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

Михайла Чекмана», «Сквер імені Т. Г. Шевченка», «Заріччя»); дендрологічними парками «Поділля» і «Юннатівський» та Ботанічним садом Хмельницького національного університету.

Найбільшу площу серед усіх природно-заповідних територій міста Хмельницького займають парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва: «Парк імені Михайла Чекмана», «Заріччя», «Сквер імені Т.Г. Шевченка». З них площа «Парку імені Михайла Чекмана» складає 75,5 % від загальної площі природно-заповідного фонду міста. Парк є не тільки найбільшою природно-заповідною територією міста Хмельницького, але й найбільшим парком-пам'яткою садово-паркового мистецтва в Хмельницькій області.

Осередками ботанічних колекцій культивованої флори є Ботанічний сад Хмельницького національного університету, дендрологічні парки «Поділля» та «Юннатівський».

За кількістю (16 од.) у природно-заповідному фонді міста Хмельницького переважають ботанічні пам'ятки природи. Серед них є 7 скверів, 4 біогрупи дерев та 5 окремих понадвікових дерев.

Більшість природно-заповідних об'єктів міста Хмельницького розташовані у центральній його частині. Дендропарк «Поділля» та парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва «Заріччя» знаходяться у мікрорайоні «Виставка»; дендропарк

«Юннатівський» – у мікрорайоні «Гречани»; ботанічна пам'ятка природи «Алея каштана» – у мікрорайоні «Ракове»; Ботанічний сад Хмельницького національного університету та пам'ятка природи «Сквер слави» – у Південно-Західному мікрорайоні; ботанічні пам'ятки природи «Сад Григорія Сковороди» та «Відгомін віків» – у мікрорайоні «Дубове».

Території та об'єкти природно-заповідного фонду міста Хмельницького мають важливе наукове (дендрологічне, інтродукційне, орнітологічне), природоохоронне, історико-культурне, естетичне, санітарно-гігієнічне, рекреаційне, навчальне, еколого-виховне, еколого-просвітницьке, пізнавальне значення та цінність спадку.

Рішенням тридцять четвертої сесії Хмельницької міської ради від 09.10.2019 року № 37 затверджена схема екологічної мережі міста Хмельницького.

Структуру екологічної мережі міста складають ключові (природні ядра), сполучні (екокоридори національного, регіонального й місцевого рівнів), буферні та відновлювані території. Загальна площа екологічної мережі міста Хмельницького становить 1234,83 га, що складає 11,54 % від загальної площі міста. Загальна довжина екокоридорів екологічної мережі становить 59,16 км.

Ключові і сполучні території виділені в межах річкових долин та зелених зон, що є необхідною умовою їх захисту, забезпечення обміну генетичним матеріалом, збереження міграційних шляхів для забезпечення біотичного різноманіття. Основою для формування ключових територій екологічної мережі міста Хмельницького стали природно-заповідні об'єкти «Парк імені Михайла Чекмана», дендропарк «Поділля», Ботанічний сад Хмельницького національного університету.

У межах міста Хмельницького виділено 6 природних ядер – центрів біорізноманіття: з них 5 регіонального рівня: Дендропарк Поділля, Парк імені Михайла Чекмана, Прибузьке, Гречанський ліс, Ботанічний сад Хмельницького національного університету та одне ядро локального рівня – Ветеранський ліс.

Їх об'єднують 10 екологічних коридорів різних рівнів: один національного рівня (Південнобузький); три регіонального рівня (Північний, Плоскирівський і Кудрянський); шість локального рівня: Лезнівський струмок, Південно-Західний, Південний, Дачі Дубово, Старосадівський та Книжковецький. Екокоридори переважно є річковими, оскільки саме в заплавах Південного Бугу, його допливів, потічків та струмків залишилися відносно

збереженими рослинний покрив і тваринний світ, а тому саме вздовж заплавл річок, потічків, канал тощо відбувається обмін генетичним матеріалом, міграція тварин тощо.

У структурі екомережі виділено чотири відновлювальних території: «Озерненська», «Бандерівська», «Тернопільська», «Поворот на Розсошу». Їх загальна площа становить 0,55 га. Буферні території включають прибережно-захисні смуги та буферні зони об'єктів природно-заповідного фонду міста [3].

Екологічна мережа міста Хмельницького інтегрована у регіональну екомережу Хмельницької області та забезпечує її цілісність, а також є невід'ємною частиною Національної екологічної мережі України та Загальноєвропейської екомережі.

**Висновки і перспективи.** Розширенню та охороні природно-заповідного фонду міста Хмельницького, зважаючи на низький рівень заповідності території міста, слід надати цілеспрямованого характеру як у теоретичному, так і практичному аспектах. Кафедра екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету досліджує осередки біоландшафтного різноманіття міста на предмет їх заповідання. Уже підготовлено наукові обґрунтування на три перспективні об'єкти природно-заповідного фонду міста

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

загальною площею 6,8046 га, зокрема: парк пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк Подільський» по вул. Львівському шосе (6,7696 га); ботанічні пам'ятки природи «Сквер В'ячеслава Чорновола» по вул. Соборна, 29 (0,015 га) та «Ялини колючі» по вул. Проспект Миру, 59 (0,02 га). Обґрунтовуються перспективи оголошення природно-заповідних територій у заплавах річок Південний Буг, Кудрянка та Плоска, інших збережених природних екосистемах міста.

Для збереження природно-заповідного фонду потребує розробки документація (землепорядна, проекти організації території та

утримання тощо) для природно-заповідних об'єктів, забезпечення кваліфікованого догляду за парками, дендропарками, скверами, окремими деревами.

Подальшим етапом створення екологічної мережі міста є формування переліків об'єктів та територій екомережі та нанесення їх на планово-картографічні матеріали. Екологічна мережа сприятиме оптимізації взамовідносин суспільства і довкілля у різних сферах, тому заповідну справу варто залучати до регіональних програм щодо сталого екологічного і соціально-економічного розвитку міста та новоствореної хмельницької територіальної громади.

#### Список використаних джерел

1. Андрієнко Т. Л., Арап Р. Я., Білик Р. Г., Казімірова Л. П. та ін. Заповідні перлини Хмельниччини: монографія / за ред. Т. Л. Андрієнко. Кам'янець-Подільський: ПП Мошинський В. С., 2008. 248 с.
2. Казімірова Л. П. Верхнє Побожжя: монографія. Хмельницький: Інтрада, 2012. 288 с.
3. Міронова Н. Г., Юглічек Л. С., Казімірова Л. П., Дячук А. О., Шевченко С. М., Ільїнський С. В. Екологічна мережа міста Хмельницького: монографія / за ред. Л. П. Казімірової. Хмельницький: ПП Заколотний М. І., 2019. 270 с.

#### References

1. Andriienko, T. L., Arap, R. Ya., Bilyk, R. H., Kazimirova, L. P., et al. (2008) Zapovidni perlyny Khmelnychchyny [Protected areas of the Khmelnytskyj region]. Kamianets-Podilskyi: PP Moshynskiy V. S., 2008. 248.
2. Kazimirova L.P. (2012) Verkhnie Pobozhzhia [Upper Pobozhzhia]. Khmelnytskyi: Intrada, 288.
3. Mironova, N. H., Yuhlichek, L. S., Kazimirova, L. P., Diachuk, A. O., Shevchenko, S. M., Ilinskyi, S. V. (2019) Ekolohichna merezha mista Khmelnytskoho [Ecological network of the city of Khmelnytskyi]. Khmelnytskyi: PP Zakolodnyi M. I., 2019. 270.

## NATURAL RESERVE FUND AND ECOLOGICAL NETWORK OF THE CITY OF KHMELNYTSKYI AND THEIR ROLE IN PRESERVING BIOTIC AND LANDSCAPE DIVERSITY

L. P. Kazimirova, N. H. Mironova, O. P. Mateyuk, S. V. Ilinsky

*Abstract.* History, quantitative and qualitative indicators of the natural reserve fund of the city of Khmelnytskyi have been studied. As of January 1, 2022, the natural

Казімірова Л. П., Міронова Н. Г., Матеюк О. П., Ільїнський С. В.

*reserve fund of the city of Khmelnytskyi includes 22 natural reserves territories with a total area of 191,7558 hectares, which is 2,06 % of the city's area. Among the categories of the natural reserve fund in the city of Khmelnytskyi there are 16 botanical monuments of nature, 3 parks-monuments of horticultural art: «Mykhailo Chekman Park», «Т.Н. Shevchenko Square», «Zarichchia»; dendrological parks «Podillia» and «Yunnativskiy» and the Botanical Garden of the Khmelnytskyi National University. According to the status of natural reserved territories and objects of the city of Khmelnytskyi, they belong only to local importance.*

*Among all natural reserve territories of the city of Khmelnytskyi, the largest area is occupied by parks-monuments of horticultural art: «Mykhailo Chekman Park», «Zarichchia», «Т.Н. Shevchenko Square». Of them, the area of «Mykhailo Chekman Park» is 75,5 % of the total area of the city's natural reserve fund. The park is not only the largest natural reserve territory of the city of Khmelnytskyi, but also the largest park-monument of horticultural art in the Khmelnytskyi region. The city's parks play a major role in preserving its biodiversity, primarily cultivated dendroflora and avifauna.*

*The botanical garden of the Khmelnytskyi National University, the dendrological parks «Podillia» and «Yunnativskiy» are centers of botanical collections of cultivated flora.*

*In terms of number (16 units), the natural reserve fund of the city of Khmelnytskyi is dominated by botanical monuments of nature. Among them there are 7 parks, 4 biogroups of trees and 5 individual over-aged trees.*

*The territories and the objects of the natural reserve fund of the city of Khmelnytskyi have important scientific (dendrological, introductory, ornithological), nature conservation, historical-cultural, aesthetic, sanitary-hygienic, recreational, educational, ecological-educational, cognitive significance and value inheritance.*

*«Mykhailo Chekman Park», dendrological park «Podillia», the botanical garden of the Khmelnytskyi National University are key territories of the ecological network of the city of Khmelnytskyi.*

*The role of the regional eco-network of the city of Khmelnytskyi is decisive for the preservation of biotic and landscape diversity. The ecological network is an effective lever for maintaining the balance of the use of natural resource potential and ensuring the preservation of the biota of the Khmelnytskyi urban ecosystem, and therefore the guarantee of the balanced ecological and socio-economic development of the city.*

**Keywords:** *nature reserve fund, nature conservation areas and objects, ecological network, biodiversity conservation. Khmelnytsky City*

## УРОЖАЙНІСТЬ І БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У ПОСІВАХ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ У ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

**В. Д. ОРЕХІВСЬКИЙ**, доктор історичних наук

**А. І. КРИВЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор

**Р. В. СОЛОМОНОВ**, кандидат сільськогосподарських наук

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України*

E-mail: Kryvenko35@ukr.net

**С. В. ПОЧКОЛІНА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН*

E-mail: Svetlanalozovsk@gmail.com

<https://doi.org/dopovidi2022.04.005>

***Анотація.** Одним із факторів ґрунтоутворення є рослинний світ, який у процесі фотосинтезу накопичує органічні речовини. Органічна речовина перетворюється на гумус, який є основною домінантою ґрунту. Крім гумусу, органічні речовини забезпечують накопичення таких макроелементів, як азот, фосфор і калій. Першочерговим завданням є створення оптимального вмісту необхідних поживних речовин і гумусу в ґрунтах, а також розробка методів підвищення ефективності внесення добрив.*

*Наведені результати досліджень впливу різних строків сівби на зміну родючості ґрунту і урожайність озимих культур в умовах Південного Степу України. Показаний баланс вмісту гумусу і важливих макроелементів, якими забезпечуються рослини озимих культур в період вегетації. Виявлено, що оптимальний строк сівби, за яким озимі культури формують найвищу урожайність і відбувається розширене відтворення родючості ґрунту, відбувається 5 жовтня.*

***Ключові слова:** родючість ґрунту, вміст гумусу, урожайність, баланс елементів живлення, строк сівби*

**Актуальність.** Одним із чинників ґрунтоутворення є рослинний світ, який, згідно з законом автотрофності зелених рослин, накопичує органічну речовину за допомогою процесу фотосинтезу. Органіка трансформується в гумус, який є головною домінантою ґрунту. Крім гумусу, органіка забезпечує

накопичення таких макроелементів, як азот, фосфор і калій. У сільському господарстві головним засобом виробництва служить ґрунт. Особливістю використання ґрунту є те, що він не повинен зношуватися, тому що його замінити нічим ми не можемо. Ґрунти треба ефективно зберігати й підвищувати родючість. У землеробстві діють об'єктивні закони

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

природи. Одним з них є закон повернення. Наприклад, пшениця озима на формування 1 т зерна виносить із ґрунту азоту – 35–37 кг, фосфору – 12–13 кг, калію – 20–23 кг. Як правило, усі культури, до складу яких входить азот, з добрив засвоюють його менш як 20–30 %, а з ґрунту – до 70 %, тобто переважна частина врожаю формується за рахунок його родючості [1]. Тому створення в ґрунтах оптимального вмісту основних поживних речовин і гумусу поряд з розробкою прийомів підвищення ефективності застосування добрив є першочерговим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При формуванні врожаю рослини виносять із ґрунту елементи живлення, які вивозяться з поля разом з вирощеною продукцією. У результаті ґрунт знижує свою природню родючість. При компенсації вносу поживних речовин ґрунт зберігає свою родючість або ж відбувається просте відтворення родючості ґрунту. Зростання родючості ґрунту спостерігається при внесенні поживних речовин з певним ступенем перевищення вносу.

У самій природі ґрунтоутворювального процесу закладене неодмінне формування й зростання в часі родючості ґрунту, якщо він правильно обробляється й використовується. За розрахунками Державного технологічного центру

охорони ґрунтів Міністерства аграрної політики України підтримання бездефіцитного балансу гумусу повинно досягатися шляхом застосування мінімальних норм органічних добрив: у зоні Полісся – 15,1 т/га, Лісостепу – 10,9 т/га і Степу – 13,4 т/га [2]. Проте досягти такого рівня їх застосування, через значне скорочення поголів'я великої рогатої худоби, у всіх зонах країни, як у даний час, так і у найближчі роки, неможливо. Тому, в даний час багато уваги приділяється удосконаленню систем землеробства та створенню нових технологічних засобів, сприяючих підвищенню ефективної родючості ґрунту при мінімальних енергетичних та трудових витратах.

Як показала практика землеробства, родючість ґрунту може знижуватися тільки там, де не удосконалюються засоби використання землі, не використовуються сучасні досягнення науки й техніки. Збільшення ефекту досягається, якщо правильно поєднують агротехнічні заходи й домагаються тим самим з кожним разом кращого забезпечення рослин одночасно всіма факторами в необхідному кількісному і якісному вираженні.

Потрібно підкреслити, що в землеробстві ріст урожайності значною мірою залежить від позитивної взаємодії ряду факторів, наприклад, внесення оптимальних норм добрив і використання нових

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

сортів з більшою потенційною врожайністю, інноваційних технологій і оптимальних строків сівби та ін.

Кожний з агротехнічних заходів діє переважно на заміну одного або декількох факторів життя рослин. В умовах Південного Степу необхідні такі заходи, які швидше й краще забезпечать нагромадження вологи.

Хліборобові важливо навчитися керувати процесом створення органічної речовини в рослині, впливаючи на будь-який фактор не тільки прямо, але й побічно, використовуючи саму зелену рослину, як засіб виробництва. Усі фактори життя рослин у сукупності діють тільки при наявності зеленої рослини, яка має здатність синтезувати органічні речовини в процесі фотосинтезу, що відбувається за допомогою світлової енергії. У цьому і є зміст закону автотрофності зелених рослин.

Для одержання високих урожаїв і якісної продукції рослинництва має значення строге виконання вимог закону про сукупну дію факторів життя рослин. Виконання цього закону має не менше значення й на практиці відтворення родючості ґрунту.

Основним показником родючості є зміст гумусу. Вміст гумусу у ґрунті – важливий показник рівня родючості ґрунтів [3]. Гумусові речовини складають 80–90 % від всієї органічної маси ґрунту і є по суті

однією із важливих форм акумуляції сонячної енергії на Землі. Вміст гумусу у важкосуглинистому за гранулометричним складом чорноземі південному складає 3,0–3,5 %, а його запас у гумусовому горизонті досягає 200–250 т/га [4]. Гумус виконує функції у формуванні фізико-біологічних властивостей ґрунту, підтримці біогенності і режиму живлення та підвищенні буферності. Він запобігає ущільненню ґрунту, покращує водний режим, знижує ерозію, сприяє проникненню кисню до коренів рослин. Його неможливо замінити іншими, у тому числі, й техногенними засобами [5].

За даними Національної академії аграрних наук України, за 100 років (1891–1991 рр.) вміст гумусу в наших ґрунтах зменшився майже на третину, з 4,2 % до 3,2 %. За останні 25 років середньозважений вміст гумусу ще зменшився і становить 3,1 %. [6]. Внесення органічних добрив за період з 1986–2012 рр. зменшилося у 18 разів, що й привело до різкого скорочення вмісту гумусу.

Більшість дослідників підкреслюють тісний взаємозв'язок між вмістом гумусу і урожайністю. За результатами досліджень було показано, що на змитих ґрунтах (вміст гумусу на 20 % менше ніж у незмитих) урожайність більшості культур знижується на 10–30 %, на середньозмитих (вміст гумусу менше на 20–50 %) – на 30–50 % і на сильно

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

змитих (при зниженні вмісту гумусу більш ніж на 50 %) – на 50–80 %.

Згідно дослідженням В. А. Ковди, кожний змитий сантиметр гумусового горизонту супроводжується втратою потенційної продуктивності ґрунту у середньому на 0,1 т/га зерна, а втрата 1 т гумусу рівноцінна зниженню урожайності на 20 кг/га [7].

Дослідження нашої дослідної станції показали, що різні строки сівби впливає на вміст гумусу. Це пояснюється тим, що при різних строках, у ґрунті утворюються різні фізичні умови, що впливає на перетворення органічних речовин [8].

Посилення аерації орного шару при відвальній обробці, наприклад, приводить до посилення процесів мінералізації органічної речовини, у зв'язку з чим вміст гумусу в ґрунті цього варіанта стає найменшим.

Поліпшення фізичних і агрохімічних властивостей чорноземів можливо лише при бездефіцитному вмісті в них гумусу.

Органічне виробництво не повинно бути примітивним або екстенсивним. Навпаки, виробництво рослинницької продукції повинно бути сталим і високопродуктивним. Родючість ґрунту повинна відновлюватися. Домінантою ґрунту є гумус. Кількість його є першим критерієм формування урожайності сільськогосподарських культур, в тому числі й зернових. Гумус відновлюється за рахунок органічних

речовин шляхом складної трансформації. При органічному виробництві в Степу до органічних речовин відносяться гній, солома, кореневі рештки, поверхневі рештки, зелена маса рослин як сидерат.

За даними В. Кравець озима пшениця виносить з урожаєм значну кількість елементів живлення з ґрунту. У формуванні урожаю зерна 1 т/га необхідно: 25–35 кг азоту, 11–13 кг фосфору, 20–27 кг калію, 5 кг кальцію, 4 кг магнію, 3,5 кг сірки, 5 г бору, 8,5 г міді, 270 г заліза, 82 г марганцю, 60 г цинку, 0,7 г молібдену [9].

**Мета дослідження.** Встановити рівень зміни родючості ґрунту і урожайності зерна пшениці озимої та ячменю озимого залежно від термінів сівби в умовах Південного Степу України.

**Матеріали та методи дослідження.** Експериментальну частину виконано упродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України, яке розташовано у Біляївському районі Одеської області.

Основний метод – польовий, який доповнювався аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у землеробстві і рослинництві.

У досліді визначали вплив

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

строків сівби на продуктивність вітчизняних сортів пшениці і ячменю озимих. Загальна площа дослідів 4615 м<sup>2</sup>, облікова ділянка – 15 м<sup>2</sup>.

Сорти озимої м'якої пшениці (Кнопа, Ліра од., Наснага, Дума од., Мудрість од.) і ячменю озимого (Дев'ятий вал, Достойний, Валькірія, Снігова королева, Буревій) висівалися через 10 діб – з 25 вересня до 25 жовтня. Попередник – чорний пар. Розміщення варіантів і повтореності – методом латинського прямокутника

[10]. Висівався матеріал селекційною порційною сівалкою «Клен – 1,5 С». Повторність – триразова. Збирання врожаю суцільний способом за допомогою комбайну «Сампо – 500».

**Результати дослідження та їх обговорення.** Розрахунок балансу гумусу показав, що строки сівби впливають на накопичення новоутвореного гумусу (табл. 1). Взагалі простежується прямо пропорційна залежність накопичення гумусу від врожаю.

### 1. Баланс гумусу в ґрунтах дослідних ділянок з органічного виробництва рослинницької продукції

Культура	Урожай основної продукції, т/га	Урожай побічної продукції т/га	Всього рослинної маси, т/га	Всього новоутвореного гумусу, т/га	Всього мінералізованого гумусу, т/га/га	Баланс гумусу, т/га
1	2	3	4	5	6	7
<b>1-й строк сівби (25.09)</b>						
Пшениця озима	3,82	4,78	11,1	2,23	1,35	0,88
Ячмінь озимий	3,76	4,70	10,9	2,19	1,35	0,84
<b>2-й строк сівби (05.10)</b>						
Пшениця озима	4,15	5,19	12,0	2,42	1,35	1,07
Ячмінь озимий	4,12	5,15	11,9	2,40	1,35	1,05
<b>3-й строк сівби (15.10)</b>						
Пшениця озима	3,43	4,29	9,9	2,00	1,35	0,65
Ячмінь озимий	3,23	4,04	9,3	2,30	1,35	0,95
<b>4-й строк сівби (25.10)</b>						
Пшениця озима	3,09	3,86	8,9	1,80	1,35	0,45
Ячмінь озимий	2,74	3,43	7,9	1,60	1,35	0,25

*Примітка.* Урожайність основної продукції наведено за фактичними експериментальними даними дослідів ОДСДС. Інші показники розраховано за методикою ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського»

Дані таблиці показують, що пшениця озима сформувала при 1-му строку сівби урожай основної продукції 3,82 т/га, побічної продукції – 4,78 т/га. Трансформація 11,1 т/га рослинної маси пшениці озимої

дозволяє утворити 2,23 т/га гумусу. Мінералізація гумусу в ґрунті під покровом надземної маси складає 1,35 т/га. Баланс гумусу позитивний і складає у пшениці озимої – 0,88 т/га, а у ячменю озимого баланс складає

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

0,84 т/га, тобто менше ніж у пшениці на 0,04 т/га. Високий урожай позитивно впливає на надходження свіжої органічної речовини, тобто існує не лише пряма залежність між родючістю і урожаєм, а й зворотній зв'язок: високий врожай через рослинні рештки впливає на родючість ґрунту. Як бачимо, чим більше урожай тим більше утворюється побічної продукції і більше накопичується рослинної маси.

При 2-му строку сівби баланс гумусу був більше ніж при всіх строках сівби, так як тут були отримані найкращі показники за урожаєм побічної продукції і всієї рослинницької маси (солома + кореневі рештки). Тут було більше новоутвореного гумусу, як у пшениці озимої (2,42 т/га), так й ячменю озимого (2,40 т/га) і найбільший

показник балансу гумусу (1,07 і 1,03 т/га відповідно). Найгірші показники спостерігалися при пізньому строку сівби, тобто новоутвореного гумусу у пшениці озимої і ячменю озимого було – 1,80 і 1,60 т/га і баланс гумусу – 0,40 і 0,25 т/га відповідно.

Другим критерієм формування урожайності зернових культур є баланс поживних речовин і, в першу чергу, баланс азоту. Якщо в ґрунті не вистачає азоту, рослини погано розвиваються, врожайність зніжується, колір листків становиться блідо-зеленим, а при значній нестачі його вся рослина може стати золотисто-жовтою і може побуріти. Розрахунок цього макроелементу свідчить, що чим вища урожайність, тим більше надходження азоту в ґрунт (табл. 2).

## 2. Баланс азоту в ґрунті дослідних ділянок з органічного виробництва рослинницької продукції, кг/га

Культура	Урожайність, т/га		Надходження азоту, кг/га	Винос і втрага азоту, кг/га	Баланс азоту, кг/га
	основної продукції	побічної продукції			
<b>1-й строк сівби (25.09)</b>					
Пшениця озима	3,82	4,78	36,6	76,8	-40,2
Ячмінь озимий	3,76	4,70	35,9	75,5	-39,6
<b>2-й строк сівби (05.10)</b>					
Пшениця озима	4,15	5,19	39,7	83,4	-43,7
Ячмінь озимий	4,12	5,15	39,4	82,7	-43,3
<b>3-й строк сівби (15.10)</b>					
Пшениця озима	3,43	4,29	32,8	68,9	-36,1
Ячмінь озимий	3,23	4,04	30,9	66,9	-36,0
<b>4-й строк сівби (25.10)</b>					
Пшениця озима	3,09	3,86	29,5	62,0	-32,5
Ячмінь озимий	2,74	3,43	26,2	55,1	-28,9

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

Більше всього надходження спостерігалось у 2-му строку сівби і складало у пшениці озимої – 39,7 і у ячменю озимого – 39,4 кг/га. Також винос азоту був пропорційно залежний від урожайності, тобто чим вища урожайність, тим більший винос азоту. Найбільший він був у 2-му строку і складав 83,4 кг/га у пшениці озимої і 82,7 кг/га у ячменю озимого.

Слід зазначити, що після пшениці озимої і ячменю озимого у всіх строках сівби баланс азоту від'ємний (негативний). Найбільше негативний баланс азоту спостерігається у 2-му строку сівби: у пшениці озимої – -43,7 і у ячменю озимого – -43,3 кг/г, а найменший (32,5 і 28,9 кг/га відповідно) – у 4-му строку. Стосовно культур, то у ячменю озимого негативний баланс азоту при всіх строках сівби менше ніж у пшениці озимої. Це пояснюється тим, що ячмінь сформував менший урожай ніж пшениця.

Третім критерієм у збільшенні врожаю зернових культур є баланс фосфору. Фосфор рослинам дуже потрібний. Його нічим не можна замінити. Він обов'язковий компонент дуже складних білків. Достатня кількість фосфору сприяє кращому засвоєнню азоту, калію і магнію. Фосфор прискорює утворення і досягання зернівок. При його нестачі сповільнюється ріст,

цвітіння, зав'язування і дозрівання зернівок.

Результати розрахунку балансу фосфору ( $P_2O_5$ ) засвідчують, що при всіх строках сівби складається позитивний баланс цього макроелементу, якщо застосовувати всю солому на органічне добриво, але мікроорганізмам для трансформації соломи в поживні елементи потрібно дати мінеральний азот, який краще застосовувати для біодеструктуризації соломи (табл. 3). Найкращі показники за надходженням фосфору у пшениці озимої (39,8 кг/га) та ячменю озимого (39,8 кг/га) і за балансом фосфору (11,4 і 11,3 кг/га відповідно) були зафіксовані у 2-му строку сівби. Найгірші показники у пшениці озимої (29,6 кг/га) і у ячменю озимого (26,3 кг/га) спостерігали за пізнього строку сівби (25.10).

У ячменю озимого в порівнянні з пшеницею озимою всі показники виглядали гірше. Тут також спостерігається їх залежність від рівня урожайності: чим вища урожайність, тим більше залишається фосфору у ґрунті.

Спостереження за балансом фосфору у ґрунті на дослідних ділянках засвідчили, що строки сівби зумовлюють певний вплив на вміст фосфору. За вмістом фосфору ґрунт можна віднести за методикою Мачігіна до низької групи (від 5 до 15 мг/кг ґрунту) [11].

### 3. Баланс фосфору ( $P_2O_5$ ) в ґрунті на дослідних ділянках з органічного виробництва рослинницької продукції, кг/га

Культура	Урожайність продукції, т/га		Надходження фосфору, кг/га	Винос і втраги фосфору, кг/га	Баланс фосфору, кг/га
	основної	побічної			
<b>1-й строк сівби (25.09)</b>					
Пшениця озима	3,82	4,78	36,6	26,1	10,5
Ячмінь озимий	3,76	4,70	36,0	25,7	10,3
<b>2-й строк сівби (05.10)</b>					
Пшениця озима	4,15	5,19	39,8	28,4	11,4
Ячмінь озимий	4,12	5,15	39,5	28,2	11,3
<b>3-й строк сівби (15.10)</b>					
Пшениця озима	3,43	4,29	32,9	23,5	9,5
Ячмінь озимий	3,23	4,04	31,0	22,1	8,9
<b>4-й строк сівби (25.10)</b>					
Пшениця озима	3,09	3,86	29,6	21,1	8,5
Ячмінь озимий	2,74	3,43	26,3	18,8	7,8

Одним із важливих критеріїв у отриманні високої урожайності зернових культур є баланс калію. Калій не входить до складу органічних сполук, але відіграє важливу роль в утворенні вуглеводів, підвищує стійкість рослин проти хвороб, низьких температур, посухи і, як наслідок, підвищує врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції. За його нестачі сповільнюється ріст, рослини стають низькорослі та кволі. Листки крихкі, краї їх закручуються доверху. Хлорозна тканина буріє і відмирає.

Його валовий вміст у ґрунті значно перевищує вміст азоту і фосфору. Баланс калію визначається внесенням азотно-фосфорного

удобрення та біологічними особливостями культур. За його зростання і насичення сівозміни калієлюбними культурами спостерігається зростання виносу і погіршення балансу [12]. В наших дослідках у всіх строках сівби відмічається позитивний баланс обмінного калію (табл. 4).

Дані таблиці свідчать, що приблизно однакові показники за накопиченням калію відмічаються у 2-му строку сівби, як у пшениці озимої (41,5 кг/га), так і у ячменю озимого (41,3 кг/га). Але, при цьому строку сівби зазначені показники були найвищими порівняно з іншими строками сівби.

#### 4. Баланс калію (K<sub>2</sub>O) в ґрунті дослідних ділянок з органічного виробництва рослинницької продукції, кг/га

Культура	Урожайність продукції, т/га		Надходження калію, кг/га	Винос і заграти калію, кг/га	Баланс калію, кг/га
	основної	побічної			
<b>1-й строк сівби (25.09)</b>					
Пшениця озима	3,82	4,78	55,8	17,5	38,3
Ячмінь озимий	3,76	4,70	54,8	17,2	37,6
<b>2-й строк сівби (05.10)</b>					
Пшениця озима	4,15	5,19	60,5	19,0	41,5
Ячмінь озимий	4,12	5,15	60,1	18,8	41,3
<b>3-й строк сівби (15.10)</b>					
Пшениця озима	3,43	4,29	50,0	15,7	34,3
Ячмінь озимий	3,23	4,04	47,1	14,8	32,3
<b>4-й строк сівби (25.10)</b>					
Пшениця озима	3,09	3,86	45,0	14,1	30,9
Ячмінь озимий	2,74	3,43	40,0	12,5	27,5

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За результатами проведених досліджень найкращим строком сівби за всіма критеріями, які забезпечують формування урожайності зернових культур і розширене відтворення родючості ґрунту – чорнозему Південного, за показниками вмісту

гумусу, азоту і калію та простого відтворення за вмістом фосфору, є строк сівби – 5 жовтня. Набувають актуальності подальші дослідження урожайності і балансу елементів живлення інших зернових культур у залежності від строків сівби у посушливому Південному Степу України.

#### Список використаних джерел

1. Кіресва Е. А. Органічне виробництво у системі пріоритетів сталого розвитку аграрного сектору економіки України. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. 2017. С. 301–308.
2. Дацько Л. В. Сучасний стан ґрунтів України та агроекологічні аспекти використання добрив. *Посібник Українського хлібороба*. 2008. С. 62–65.
3. Антонов И. С. Почвозащитные технологии. *Земледелие*. 2002. №1. С. 20.
4. Полупан М. І. Ґрунти України та нормативна їх родючість. *Посібник Українського хлібороба*. 2008. С. 69–71.
5. Diercks R. *Landwirtschaft – Engewandte Wissenschaft*. 1982. Vol. 263 P. 158.

6. Шкуратов О. І. Розвиток органічного сільського господарства в системі забезпечення екологічної безпеки агросфери. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. 2017. С. 11–13.

7. Ковда В. А. Почвенный покров (его улучшение, использование и охрана). Москва. 1981.

8. Цандур М. О., Друз'як В. Г., Бурикiна С. І. Адаптація землеробства до аномальних погодних умов. *Посібник українського хлібороба*. 2011. С. 34–37.

9. Кравець В. Для ефективного живлення озимої пшениці необхідно розуміти нюанси. 2019. [Електронний ресурс]:

URL: <https://www.growhow.in.ua/dlia-efektyvnoho-zhyvlennia-ozymoi-pshenytsi-vazhlyvo-rozumity-niuansy/>.

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв, 2018. 218 с. [Електронний ресурс]. URL: [https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj\\_Ocinka\\_jakosti\\_gruntiv.pdf/](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj_Ocinka_jakosti_gruntiv.pdf/).

12. Мащенко Ю., Семеняка І., Коршунова Ю. Родючий ґрунт – основа успішного господарювання. [Електронний ресурс.] URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17602-rodnychi-grunt-osnova-uspishnoho-hospodariuvannia.html>.

### References

1. Kireeva, E. A. (2017). Organic production in the system of priorities of sustainable development of the agricultural sector of Ukraine. *Organic production and food security*. 301–308.

2. Datsko, L. V. (2008). The current state of soils of Ukraine and agro-environmental aspects of fertilizer use. *Handbook of Ukrainian farmers*. 62–65.

3. Antonov, I. S. (2002). Soil protection technologies. *Agriculture*. 1. 20.

4. Polupan, M. I. (2008). Soils of Ukraine and their normative fertility. *Handbook of Ukrainian farmers*. 69–71.

5. Diercks, R. (1982). Agriculture – Applied Science. 263 158.

6. Shkuratov, O. I. (2017). Development of organic agriculture in the system of ecological safety of the agrosphere. *Organic production and food security*. 11–13.

7. Kovda, V. A. (1981). Soil covers (its improvement, use and protection). Moscow.

8. Tsandur, M. O., Druzyak, V. G., Burykina, S. I. (2011). Adaptation of agriculture to abnormal weather conditions. *Handbook of Ukrainian farmers. Research and Production Yearbook*. 34–37.

9. Kravets, V. (2019). For effective nutrition of winter wheat it is necessary to understand the nuances. [Electronic resource]: URL: <https://www.growhow.in.ua/dlia-efektyvnoho-zhyvlennia-ozymoi-pshenytsi-vazhlyvo-rozumity-niuansy/>.

10. Dospekhov, B. A. (1985). Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Агропромиздат, 351.

11. Chorny, S. G. (2018). Estimation of soil quality: tutorial. Mykolaiv. 218. [Electronic resource]. URL: [https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj\\_Ocinka\\_jakosti\\_gruntiv.pdf](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj_Ocinka_jakosti_gruntiv.pdf).

12. Mashchenko, Yu., Semenyaka, I., Korshunova, Yu. Fertile soil is the basis of successful management. [Electronic resource.] URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17602-rodnychi-grunt-osnova-uspishnoho-hospodariuvannia.html>

## YIELD AND BALANCE OF NUTRITIONAL ELEMENTS IN WINTER GRAIN CROPS DEPENDING ON SOWING PERIOD IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

V. D. Orekhivskiy, A. I. Kryvenko, R. V. Solomonov, S. V. Pochkolina

**Abstract.** *One of the factors of soil formation is the plant world, which accumulates organic matter through the process of photosynthesis. Organic matter is transformed into humus, which is the main dominant of the soil. In addition to humus, organic matter provides the accumulation of macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium. The first priority is to create the optimal content of essential nutrients and humus in soils, along with the development of methods to improve the efficiency of fertilizer application.*

*The results of researches of influence of various terms of sowing on change of fertility of soil and productivity of winter cultures in the conditions of the Southern*

Орехівський В. Д., Кривенко А. І., Соломонов Р. В., Почколіна С. В.

*Steppe of Ukraine are resulted. The balance of humus content and important macronutrients provided by winter crops during the growing season is shown. It was found that the optimal sowing period, during which winter crops form the highest yields and there is an expanded reproduction of soil fertility, occurs on October 5.*

**Keywords:** *soil fertility, humus content, yield, balance of elements, sowing date*

**СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ САДЖАНЦІВ ЧЕРЕШНІ НА НАСІННЄВИХ ТА КЛОНОВИХ ПІДЩЕПАХ****Н. В. ШЕВЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент**О. С. ГАВРИЛЮК**, доктор філософії (PhD), асистент*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: o.havryliuk@nubip.edu.ua

<https://doi.org/dopovid2022.04.006>

**Анотація.** Наведені результати вивчення особливостей формування однорічок черешні на підщепах вишня магалебська та ВСЛ-2. Виявлені сортопідщепні комбінування, які забезпечують отримання високоякісних кронуваних однорічних саджанців, придатних для створення сучасних промислових насаджень. Дослідження проводились упродовж 2018–2021 рр. у плодovому розсаднику навчальної лабораторії (НЛ) «Плодоовочевий сад» кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Симиренка НУБіП України. В результаті проведених досліджень встановлено, що насіннева підщепа вишня магалебська і клонова ВСЛ-2 відзначаються високим рівнем приживлюваності в першому полі шкільки саджанців. Виявлено, що підщепа ВСЛ-2 забезпечує вищий рівень приживлюваності і перезимівлі заокульованих вічок у порівнянні з вишнею магалебською на досліджуваних сортах. У саджанців на підщепі ВСЛ-2 формується більша кількість бічних розгалужень, ніж на вишні магалебській. Сорт 'Талісман' характеризується високою здатністю до галуження у розсаднику незалежно від підщепи. За сумарною довжиною та кількістю основних коренів відзначаються саджанці, щеплені на ВСЛ-2. Не виявлено візуальних та анатомічних ознак несумісності компонентів у досліджуваних сорто-підщепних комбінуваннях на етапі вирощування саджанців.

**Ключові слова.** черешня, сорти, підщепи, саджанці, якість, крона, коренева система, сумісність

**Актуальність.** У сучасних умовах зміни клімату, під час створенні інтенсивних насаджень черешні, велика увага надається якості садивного матеріалу, котрий здатний забезпечити швидкоплідність дерев та високі сталі врожаї [1, 6, 30]. Черешня належить до високорентабельних плодovих культур [8, 14, 26]. В Україні в останні роки спостерігається стрімке

зростання площ її насаджень. За цим показником черешня вийшла на перше місце серед кісточкових культур. Сучасні сади створюються з використанням високоякісного садивного матеріалу кращих комерційних сортів [3, 4, 5]. При виборі конструкції насадження визначальна роль належить підщепі [9, 10, 13]. Досвід світового садівництва свідчить, що в сучасних

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

умовах найефективнішим типом промислового саду є насадження на слабкорослих клонових підщепах [2, 11, 15]. Це дає можливість розміщення більшої кількості дерев на одиниці площі та суттєвого підвищення їх швидкоплідності і продуктивності [12, 16]. В Україні основною підщепою черешні все ще залишається вишня магалебська (Антипка), яка, крім беззаперечних переваг, має низку недоліків, притаманних усім насіннєвим підщепам [7, 22], насамперед, невіривняність (поліморфність) сіянців, а також проблеми, пов'язані з їх вирощуванням [31]. Також потрібно пам'ятати про випадки несумісності цієї підщепи з сортами черешні, які часто трапляються при її вирощуванні на важких ґрунтах.

Серед великого переліку клонових підщеп, створених за останні десятиліття, однією з найбільш перспективних в Україні вважається ВСЛ-2. Це підтверджено дослідженнями Інституту садівництва НААН та установами його мережі [20, 21].

Крім вдало підібраного сорто-підщепного комбінування, велику роль при закладанні насаджень має якість садивного матеріалу. Садівник хоче посадити в сад не «патик», а повноцінне молоде дерево з кроною. Черешня, на відміну від інших кісточкових культур, погано галузиться в розсаднику, що ускладнює отримання кронваних

однорічних саджанців. В країнах ЄС, де поширена інтенсивна культура черешні (Італія, ФРН, Польща) навчилися вирощувати високоякісні дворічки черешні типу «кніп-баум». Коштують такі саджанці досить дорого (6–8 євро), проте забезпечують перший врожай на 2-й рік після їх садіння у сад. В Україні ця технологія в силу різних причин поширення не набула, тож єдиний шлях отримання садивного матеріалу черешні для інтенсивних насаджень – вирощування кронваних однорічок.

Здатність утворювати у розсаднику передчасні бічні пагони (гілки крони) залежить від сорту, від підщепи, а також від їх взаємодії. Рослини одного і того ж сорту можуть галузитись на одній підщепі і зовсім не утворювати бічних гілок на іншій. Дослідження зазначених особливостей є актуальним як для наукового, так і практичного розсадництва.

Мета досліджень встановити якість саджанців черешні на підщепах вишня магалебська (Антипка) та ВСЛ-2.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводились упродовж 2018–2021 рр. у плодовому розсаднику навчальної лабораторії (НЛ) «Плодоовочевий сад» кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Симиренка НУБіП України.

Підщепи Антипка і ВСЛ-2 висаджувались у першому полі шкільки саджанців у першій декаді

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

квітня за схемою  $0,9 \times 0,15$  м. У третій декаді липня-першій декаді серпня проводили окулірування підщеп сортами 'Присадибна', 'Ніжність', 'Аннушка', 'Талісман'. Спосіб окулірування – вприклад.

Кількість підщеп в одному варіанті – 50, кількість облікових однорічок – 10, кількість повторень – 3. Розміщення варіантів рендомізоване.

Проводились такі обліки і спостереження:

- приживлюваність підщеп;
- стан підщеп перед окуліруванням;
- приживлюваність і стан перезимівлі заокульованих вічок;
- біометричні параметри однорічних саджанців.

Дослідна ділянка розташовується в зоні Західного Лісостепу України. Клімат району помірно-континентальний (м'яка зима і тепле літо). Середньорічна температура повітря —  $7,4$  °С. Найхолодніший місяць — січень, із середньомісячною температурою мінус  $5,8$  °С, а найтеплішим — липень ( $19,6$  °С). Перші осінні заморозки відмічаються із другої декади жовтня [29]. Зимовий період починається в другій декаді листопада. Постійний сніговий покрив спостерігається із грудня до березня. Відлига упродовж зимового періоду (грудень-лютий) триває в близько 40 днів (повторюється від 8–10 разів з тривалістю до 5 днів). Весняні

заморозки можливі до середини травня [24, 28].

Період вегетації у плодових культур, починається із квітня. Активний ріст і розвиток плодових рослин спостерігається наприкінці квітня. Сума активних температур  $10$  °С і вище складає понад  $2900$  °С, кількість днів з температурою  $10$  °С і вище – близько  $160$  [17]. Середньорічна кількість опадів сягає  $600$  мм, більша частина яких випадає із квітня до жовтня ( $400$  мм). Найбільш вологими є літні місяці – від червня до серпня, у середньому за місяць випадає  $68$ – $81$  мм опадів. У період із листопада до березня випадає близько  $230$  мм опадів. Середня кількість днів з опадами становить  $160$  [18].

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на карбонатному лесі, типовий для правобережної частини Західного Лісостепу. Ділянка садопридатна, із незначним браком деяких макро- та мікроелементів.

Дослідження проведено відповідно до «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [27]. та «Методики проведення польових досліджень з плодовими культурами» [23].

У процесі статистичного опрацювання результатів польових досліджень проводили дисперсійний

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

аналіз із використанням засобів Excel за Меженським [25].

### Результати дослідження.

Однією з основних характеристик підщеп у першому полі відділення формування плодкових саджанців є їх технологічність, яка визначається такими показниками, як приживлюваність, ріст та вирівняність (однорідність). Приживлюваність підщеп визначали через 1,5 місяці після садіння (середина травня), а силу росту і однорідність – безпосередньо перед окуліруванням – у другій декаді липня

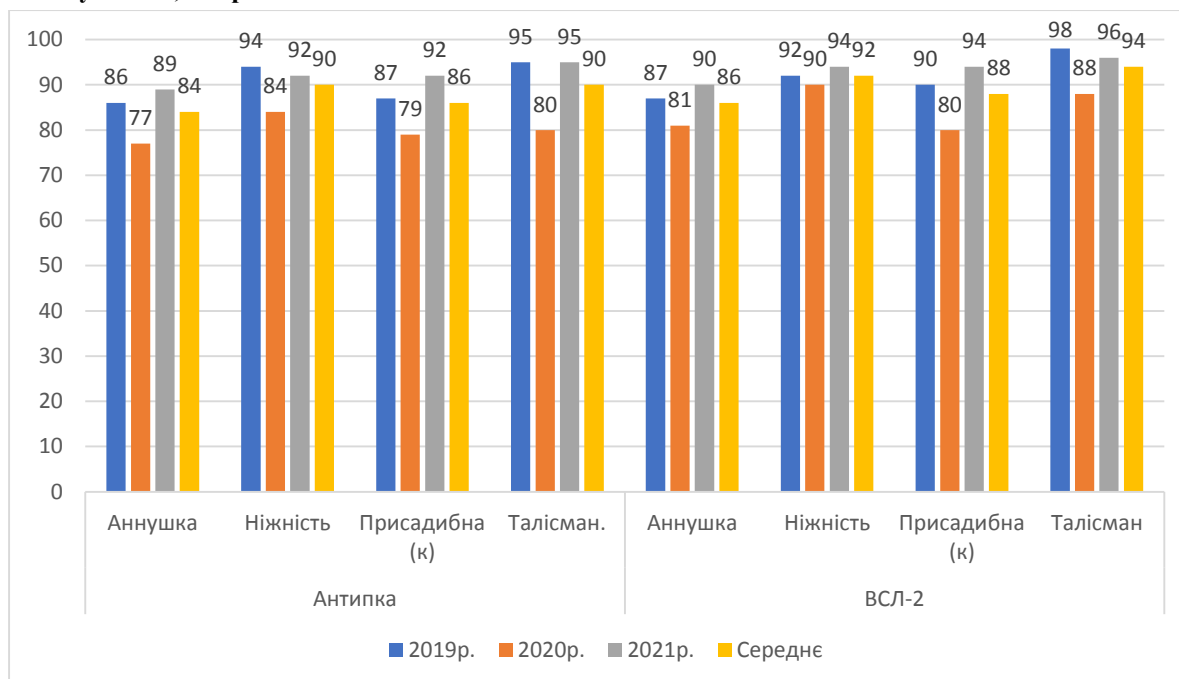
Обидві підщепи відзначалися високими технологічними показниками, так рівень їх приживлюваності становив 90 % (Антипка) і 94 % (ВСЛ-2) від кількості висаджених рослин. Вищим балом сили росту характеризувалась вишня магалебська, що є досить характерним для насінневих підщеп кісточкових культур. Натомість за ступенем однорідності більш вирівняний підщепний матеріал на час окулірування був у ВСЛ-2, що свідчить про кращу технологічність цієї підщепи у порівнянні з антипкою. За діаметром стовбурця у місці майбутнього окулірування (у ВСЛ-2 – 15 см, а у Антипки – 1 см над рівнем ґрунту) обидві підщепи підійшли до цієї операції, тобто мали товщину не

менше 8 мм.

Окулірування підщеп досліджуваними сортами здійснювалось в оптимальні строки. За даними осінньої ревізії, що проводилась через 3 тижні після виконання операції, приживлюваність вічок була високою, і становила не нижче 88 % у найгіршому варіанті ('Аннушка' на Антипці).

Стан заоккульованих бруньок після зим 2018-19 та 2019-20 рр. був добрим. Цьому сприяла наявність стабільного снігового покриву висотою 10–15 см. у лютому. Натомість після зими 2020-21 рр. відмічена загибель 10–23 % заоккульованих вічок, спричинена коливаннями температури у січні і лютому за періодичної відсутності снігу на ґрунті (рис. 1). У середньому за 3 роки приживлюваність заоккульованих бруньок була досить високою і склала 84-94 %, що для черешні є високим показником.

Найвищий рівень приживлюваності вічок було зафіксовано на підщепі ВСЛ-2 (86–94 % залежно від сорту), дещо нижчий він був у вишні магалебської. При порівнянні сортів видно, що найкращу приживлюваність вічок на обох досліджуваних підщепах забезпечили сорти 'Талісман' та 'Ніжність'.



**Рис 1. Приживлюваність (%) заокульованих бруньок, НУБіП України, 2019–2021 рр.**

Формування однорічних саджанців у другому полі відділення формування проводили відповідно до загальноприйнятої технології. Зону штамба майбутнього саджанця (80 см) періодично очищали від підщепних паростків та передчасних пагонів на прищепній частині. У зоні крони всі бічні розгалуження

залишали.

Біометричні виміри однорічних саджанців черешні проводили у третій декаді вересня. Визначали такі параметри як висота саджанця, кількість бічних розгалужень і їх середня довжина, діаметр штамба (табл. 1).

### 1. Параметри надземної частини однорічок черешні, НУБіП України, середнє за 2019-2021 рр.

Підщепа	Сорт	Висота саджанця, см	Кількість бічних розгалужень, шт.	Середня довжина бічних розгалужень, см	Товщина штамба саджанця, мм
Антипка	Ніжність	179 <sup>cd</sup>	3,2 <sup>c</sup>	48,8	16,3 <sup>d</sup>
	Аннушка	185 <sup>bc</sup>	2,2 <sup>c</sup>	49,0	16,9 <sup>c</sup>
	Присадибна(к)	199 <sup>a</sup>	3,9 <sup>bc</sup>	58,0	16,0 <sup>d</sup>
	Талісман.	188 <sup>b</sup>	2,2 <sup>c</sup>	53,4	18,5 <sup>b</sup>
ВСЛ-2	Ніжність	173 <sup>dcd</sup>	5,6 <sup>a</sup>	43,1	18,3 <sup>b</sup>
	Аннушка	180 <sup>bcd</sup>	2,9 <sup>c</sup>	43,5	20,6 <sup>a</sup>
	Присадибна	200 <sup>a</sup>	4,4 <sup>b</sup>	49,8	17,4 <sup>c</sup>
	Талісман.	183 <sup>bc</sup>	4,9 <sup>ab</sup>	59,6	18,5 <sup>b</sup>

Примітка: Середні значення у колонках з різною літерою сильно відрізняються відповідно до критерію Фішера ( $P \leq 0,05$ )

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

Найбільшу висоту однорічок черешні зафіксовано в сорту 'Присадибна', щепленого на антипці (199 см), так і ВСЛ-2 (200см), а найменшу у сорту 'Ніжність' (179 та 173см відповідно). Водночас майже в усіх сортів на ВСЛ-2 відмічено більшу кількість бічних розгалужень у порівнянні з щепленими на антипці, зокрема, у саджанців 'Присадибної' і 'Ніжності' цей показник був у 1,5–2,0 рази вищим. Винятком став сорт 'Аннушка', кількість бічних пагонів у саджанців якої була незначною незалежно від підщепи.

Найкращі результати за діаметром стовбурця однорічних саджанців показали комбінування сортів 'Аннушка', 'Талісман' та

'Ніжність' з підщепою ВСЛ – 2, середня товщина штамба у них була 20,6, 18,5 та 18,3 мм відповідно. Товщина штамба у саджанців на підщепі Антипка у порівнянні із ВСЛ-2 була значно меншою, за винятком сорту 'Талісман', у якого даний показник на обох підщепах однаковий. За товщиною штамба усі вирощені саджанці відповідають вимогам галузевого стандарту [19].

Розвиток кореневої системи саджанця корелює із нарощуванням надземної частини. Після закінчення вегетації ми проаналізували кореневу систему досліджуваних зразків. У таблиці 2 представлені результати сумарної довжини основних коренів і їх кількості.

## 2. Параметри кореневої системи саджанців черешні, НУБіП України, середнє за 2019-2021 рр.

№ п/п	Підщепа	Сорт	Сумарна довжина основних коренів, см.	Кількість основних коренів, шт.	Тип кореневої системи
1	Антипка	Аннушка	151 <sup>c</sup>	6 <sup>bc</sup>	Стрижнева, середньорозгалужена
2		Ніжність	138 <sup>c</sup>	5 <sup>a</sup>	Стрижнева, слабкорозгалужена
3		Присадибна (к)	144 <sup>c</sup>	6 <sup>b</sup>	Стрижнева, середньорозгалужена
4		Талісман	126 <sup>c</sup>	5 <sup>a</sup>	Стрижнева, слабкорозгалужена
5	ВСЛ-2	Аннушка	296 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	Мичкувата, сильнорозгалужена
6		Ніжність	197 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	Мичкувата, середньорозгалужена
7		Присадибна	234 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	Мичкувата, середньорозгалужена
8		Талісман	265 <sup>ab</sup>	11 <sup>a</sup>	Мичкувата сильнорозгалужена

Примітка: Середні значення у колоноках з різною літерою сильно відрізняються відповідно до критерію Фішера ( $P \leq 0,05$ )

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

За параметрами кореневої системи саджанці різних сортів істотно відрізняються між собою, тобто є очевидний вплив прищепи на підщепу. Водночас коренева система у всіх саджанців на підщепі ВСЛ – 2 відзначається великою кількістю основних та обростаючих коренів. У комбінуваннях підщепи ВСЛ-2 з сортами ‘Аннушка’ і ‘Талісман’ сумарна довжина та кількість основних коренів є найвищою поміж досліджуваних варіантів.

Коренева система саджанців на

Антипці представлена слабо- та середньорозгалуженим стрижневим типом, хоч відповідно до умов галузевого стандарту за кількістю бічних розгалужень (5–6 шт.) відноситься до першого товарного гатунку. Садивний матеріал на підщепі ВСЛ-2 відзначається сильнорозгалуженою кореневою системою з великою кількістю основних і обростаючих коренів (рис. 2). Найвищими ці показники були у сорту ‘Талісман’.



**Рис. 2.** Загальний вигляд однорічного саджанця сорту ‘Талісман’ на підщепі ВСЛ-2.

При визначені ступеня другому полі шкільці саджанців сумісності сортів черешні з враховувались механічна міцність досліджуваними підщепами в зростання щеплених компонентів,

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

відсутність чи наявність видимих симптомів несумісності на прищепній частині саджанців (зовнішній вигляд листків, ріст, стан кори). У всіх сорто-підщепних комбінуваннях, включаючи контроль, візуальних ознак несумісності нами не виявлено. Процеси зростання проходили нормально, диференціація раневої паренхіми та розсмоктування опробковілих її ділянок в більшості варіантів дослідів на кінець вегетації саджанців завершилось. Однак, в комбінуванні сорту 'Аннушка' з підщепою ВСЛ - 2 на зрізах,

проведених нами через місце щеплення, видно залишки опробковілих тканин, наявність яких свідчать про те, що процеси зростання щеплюваних компонентів у даному варіанті проходили повільніше порівняно з іншими (рис.3). Міцність з'єднання підщепи з прищепою в цих саджанців виявилась недостатньою, що за наявності механічного навантаження при їх викопуванні спричиняло окремі відломи у місці щеплення (механічний тип несумісності щеплюваних компонентів).



Рис. 3. Зріз через місце щеплення у варіанті 'Аннушка'/ВСЛ-2

**Висновки і перспективи.** В результаті проведених досліджень встановлено:

- насіннева підщепа вишня магалєбська і клонова ВСЛ-2 відзначаються високим рівнем приживлюваності в першому полі шкілки саджанців;

- підщепа ВСЛ-2 забезпечує вищий рівень приживлюваності й перезимівлі закульованих вічок у порівнянні з вишнею магалєбською;

- у саджанців на підщепі ВСЛ-2 формується більша кількість бічних розгалужень, ніж на вишні магалєбській. Так, у сортів

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

Присадибна і Ніжність цей показник у 1,5 – 2 рази вищий;

- сорт Талісман характеризується високою здатністю до галуження у розсаднику незалежно від підщепи;

- за сумарною довжиною та кількістю основних коренів відзначаються саджанці, щеплені на ВСЛ-2:

- візуальних та анатомічних ознак несумісності компонентів у

### Список використаних джерел

1. Arsov, T., Kiprijanovski, M., Gjamovski, V., Saraginovski, N. Performance of some cherry cultivars growing on different planting distances. In *IV Balkan Symposium on Fruit Growing* (2019, September), 1289 (pp. 119-

124). <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.17>

2. Bujdosó, G., Hrotkó, K. Performance on three Hungarian early sweet cherry cultivars on some novel bred rootstocks. *Acta Horticulturae*. 2016. 1139, 153–158. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.27>

3. Cantín, M. C., Pinochet, J., Gogorcena, Y., Moreno, M. A. Growth, yield and fruit quality of 'Van' and 'Stark Hardy Giant' sweet cherry cultivars as influenced by grafting on different rootstocks. *Sci. Hortic*. 2010. Vol. 123, No 3. 329–335. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.09.016>

4. Gjamovski, V., Kiptijanovski, M., Arsov, T. "Evaluation of some cherry varieties grafted on Gisela 5 rootstock," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2016. Vol. 40. No. 5, 737-745. <https://doi.org/10.3906/tar-1601-80>

5. Goncvaes, B., Moutinho-Pereira, J., Santos, A., Silva, A.P., Bacelar, E., Correia, C., Rosa, E. Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. *Tree Physiology*. 2006. Volume 26. Issue 1. p. 93-

104. <https://doi.org/10.1093/treephys/26.1.93>

6. Karakaya, O., Ozturk, B., Aglar, E., & Balik, H. I. The Influence of the Rootstocks on Biochemical and Bioactive Compound

досліджуваних сорто-підщепних комбінуваннях на етапі вирощування саджанців не виявлено.

Вегетативна підщепа ВСЛ-2 відзначається високою технологічністю в розсаднику і забезпечує формування високоякісних кронваних саджанців черешні, придатних для закладання сучасних інтенсивних насаджень.

Content of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Fruit. *Erwerbs-Obstbau*. 2021. Vol. 63, 247–253. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00542-0>

7. Keserović, Z., Magazin, N., Milić, M., Dorić, M. Morfološke osobine slabobujnih selekcija magrive (*Prunus mahaleb* L.). *Voćarstvo*. 2011. 45, p. 129–134.

8. Kishchak, O., Kishchak, Y. Promising Constructions of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Orchards under Conditions of Ukrainian Forest-Steppe. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2019. №3. P. 294-203. URL: <https://agrobiodiversity.uniag.sk/scientificpapers/article/view/205>

9. Lanauskas J., Uselis N., Kviklys D., Kviklienė N., Buskienė L. Rootstock effect on the performance of sweet cherry cv. Lapins. *HORTICULTURAL SCIENCE*. 2012. Vol. 39. No. 2. P. 55-60. <https://doi.org/10.17221/50/2011-HORTSCI>

10. Long, L., Lang, G., Musacchi, S., Whiting, M. Cherry training systems. In A. Pacific Northwest Extension Publication. 2015. Vol. 667. 63 p. URL: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/supplemental/pnw667/pnw667print.pdf>

11. Milić, B., Kalajdžić, J., Keserović, Z., Magazin, N., Ognjanov, V., Miodragović, M., & Popara, G. (2019). Early performance of four sweet cherry cultivars grafted on Gisela 5 and Colt rootstocks in a high density growing system. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2019. Vol. 18, №1. 99-108. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.10>

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

12. Milošević T., Milošević N., Glišić I., Nikolić R., & Milivojević J. Early tree growth, productivity, fruit quality and leaf nutrients content of sweet cherry grown in a high density planting system. *HORTICULTURAL SCIENCE*. 2015. . Vol. 42. No.1. p. 1-12. <https://doi.org/10.17221/119/2014-HORTSCI>
13. Sitarek, M., Grzyb, Z. S. Growth, productivity and fruit quality of 'Kordia' sweet cherry trees on eight clonal rootstocks. *In Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2010. Vol. 182, №2, p. 169–176. URL:[http://www.inhort.pl/files/journal\\_pdf/journal\\_2010\\_2/full17%202010\(2\).pdf](http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full17%202010(2).pdf)
14. Stone, C. H., Close, D. C., Bound, S. A. Hunt, I. Training Systems for Sweet Cherry: Light Relations, Fruit Yield and Quality. *Agronomy*. 2022. Vol. 12.№3, 643. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030643>
15. Świerczyński, S., Borowiak, K., Bosiacki, M., Urbaniak, M., Malinowska, A. Estimation of the growth of 'Vanda' maiden sweet cherry trees on three rootstocks and after application of foliar fertilization in a nursery. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2019. Vol. 18, №1. 109-118. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.11>
16. Zec, G., Milatović, D., Boškov, Đ., Čolić, S., Đorđević, B., & Đurović, D. Influence of pruning on biological properties of sweet cherry cultivars grafted on 'Oblačinska' sour cherry. In *IV Balkan Symposium on Fruit Growing*. (2019, September). 1289 (pp. 105-110). <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.15>
17. Гаврилюк, О., Бондаренко, Ю., Бойчук, Г., Петренко, Д. Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. Наукові доповіді НУБіП України, 2022, №1(95). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15913>
18. Гаврилюк, О., Кондратенко, Т., Мазур, Б. Товарна якість плодів яблуні колоноподібного типу. Наукові доповіді НУБіП України, 2022, №2(96). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15968>
19. ДСТУ 38:-2008 Садивний матеріал плодкових культур. Технічні вимоги
20. Кіщак О.А., Кіщак Ю.П. Оцінка сорто-підщепних комбінувань вишні та черешні в розсаднику. *Збірник наукових праць НАУ*. 2005. Вип. 84. С.81–85.
21. Кіщак О.А., Сухойван О.М. Сорто-підщепні комбінування черешні в розсаднику у північному Лісостепу України. *Садівництво*. 2005. Вип. 57. С.218–222.
22. Кіщак, О. А., Сухойван, О. М. Швидкоплідність насаджень черешні (*Prunus avium*) залежно від якості садивного матеріалу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №1(71). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.013>
23. Кондратенко, П. В., Бублик, М. О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. *Аграрна наука*. 1996. 95 с.
24. Ліпінський, В. М., Дячук, В. А. Бабіченко В. М. Клімат України. *Вид-во Раєвського*. 2003. 343 с.
25. Меженський В. М. Основи наукових досліджень у садівництві. Розрахунки в Microsoft Excel: Навчальний посібник. Київ: Видавництво Ліра-К. 2017. 212 с
26. Пелехатий, В. М., Лиса, А. М. Економічна ефективність вирощування черешні на різних підщепах на півночі України. *Аспекти сталого розвитку лісового, сільського, водного та енергетичного господарств зони Полісся України: матеріали Всеукраїнської*. 2021. 87 с.
27. Седов, Е. Н. Программы, методы, приемы селекции яблони, их развитие и совершенствование. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 2015. Выпуск 17, №3. С. 487–498.
28. Силаєва, А. М. Особливості сезонного розподілу температури приземного шару повітря по території України. *Проблеми моніторингу у садівництві*. *Аграрна наука*, 2003. С. 34–44.
29. Симиренко, В. Л. Часткове сортознавство плодкових рослин: У 2-х т. Т. 1: Яблуня. 1995.
30. Сухойван, О. М., Кіщак, О. А. Перспективний спосіб отримання адаптивних сорто-підщепних комбінувань черешні для створення швидкоплідних

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

насаджень. ДУ «НМЦ  
«Агроосвіта»(протокол від 01.10. 2018 №  
6), 2018, 133 с.

31. Третяк, К. Д., Завгородня, В. Г.,  
Туровцев, М. І. Вишня і черешня. Київ:  
Урожай. 1990. 169 с.

### References

1. Arsov, T., Kiprijanovski, M.,  
Gjamovski, V., & Saraginovski, N. (2019,  
September). Performance of some cherry  
cultivars growing on different planting  
distances. In *IV Balkan Symposium on Fruit  
Growing, 1289* (pp. 119–124).  
<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.17>

2. Bujdosó, G., & Hrotkó, K. (2016).  
Performance on three Hungarian early sweet  
cherry cultivars on some novel bred rootstocks.  
*Acta Horticulturae*, 1139, 153–158.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.27>

3. Cantín, M. C., Pinochet, J.,  
Gogorcena, Y., & Moreno, M. A. (2010).  
Growth, yield and fruit quality of ‘Van’ and  
‘Stark Hardy Giant’ sweet cherry cultivars as  
influenced by grafting on different rootstocks.  
*Sci. Hortic.*, 123(3), 329–335.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.09.016>

4. Gjamovski, V., Kiptijanovski, M., &  
Arsov, T. (2016). "Evaluation of some cherry  
varieties grafted on Gisela 5 rootstock," *Turkish  
Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5),  
737–745. <https://doi.org/10.3906/tar-1601-80>

5. Goncvaes, B., Moutinho-Pereira, J.,  
Santos, A., Silva, A.P., Bacelar, E., Correia, C.,  
& Rosa, E. (2006). Scion-rootstock interaction  
affects the physiology and fruit quality of sweet  
cherry. *Tree Physiology*, 26(1),  
93–104. <https://doi.org/10.1093/treephys/26.1.93>

6. Karakaya, O., Ozturk, B., Aglar, E.,  
& Balik, H. I. (2021). The Influence of the  
Rootstocks on Biochemical and Bioactive  
Compound Content of ‘0900 Ziraat’ Sweet  
Cherry Fruit. *Erwerbs-Obstbau* 63, 247–253.  
<https://doi.org/10.1007/s10341-021-00542-0>

7. Keserović, Z., Magazin, N., Milić,  
M., Dorić, M. (2011). Morfološke osobine  
slabobujnih selekcija magrive (*Prunus mahaleb*  
L.). *Voćarstvo*, 45, 129–134.

8. Kishchak, O., & Kishchak, Y.  
(2019). Promising Constructions of Sweet

Cherry (*Prunus avium* L.) Orchards under  
Conditions of Ukrainian Forest-  
Steppe. *Agrobiodiversity for Improving  
Nutrition, Health and Life Quality*, (3). URL:  
<https://agrobiodiversity.uniag.sk/scientificpapers/article/view/205>

9. Lanauskas J., Uselis N., Kviklys D.,  
Kviklienė N., Buskienė L. (2012): Rootstock  
effect on the performance of sweet cherry cv.  
Lapins. *Horticultural Science*, 2012, 39(2).  
55–60. <https://doi.org/10.17221/50/2011-HORTSCI>

10. Long, L., Lang, G., Musacchi, S.,  
Whiting, M. (2015). Cherry training systems. In  
*A. Pacific Northwest Extension Publication*,  
667. 63 p.  
URL:<https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/supplemental/pnw667/pnw667print.pdf>

11. Milić, B., Kalajdžić, J., Keserović,  
Z., Magazin, N., Ognjanov, V., Miodragović,  
M., & Popara, G. (2019). Early performance of  
four sweet cherry cultivars grafted on Gisela 5  
and Colt rootstocks in a high density growing  
system. *ASPHC*, 18(1), 99–108.  
<https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.10>

12. Milošević T., Milošević N., Glišić I.,  
Nikolić R., & Milivojević J. (2015). Early tree  
growth, productivity, fruit quality and leaf  
nutrients content of sweet cherry grown in a  
high density planting system.  
*HORTICULTURAL SCIENCE*, 42(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.17221/119/2014-HORTSCI>

13. Sitarek, M., & Grzyb, Z. S. (2010).  
Growth, productivity and fruit quality of  
‘Kordia’ sweet cherry trees on eight clonal  
rootstocks. In *Journal of Fruit and Ornamental  
Plant Research*, 182(2), 169–176.  
[http://www.inhort.pl/files/journal\\_pdf/journal\\_2010\\_2/full17%202010\(2\).pdf](http://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal_2010_2/full17%202010(2).pdf)

14. Stone, C. H., Close, D. C., Bound, S.  
A., & Hunt, I. (2022). Training Systems for  
Sweet Cherry: Light Relations, Fruit Yield and  
Quality. *Agronomy*, 12(3), 643.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy12030643>

15. Świerczyński, S., Borowiak, K.,  
Bosiacki, M., Urbaniak, M., & Malinowska, A.  
(2019). ESTIMATION OF THE GROWTH OF  
‘VANDA’ MAIDEN SWEET CHERRY  
TREES ON THREE ROOTSTOCKS AND  
AFTER APPLICATION OF FOLIAR  
FERTILIZATION IN A NURSERY. *Acta*

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

*Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(1), 109–118.  
<https://doi.org/10.24326/asphc.2019.1.11>

16. Zec, G., Milatović, D., Boškov, Đ., Čolić, S., Đorđević, B., & Đurović, D. (2019, September). Influence of pruning on biological properties of sweet cherry cultivars grafted on 'Oblačinska'sour cherry. In *IV Balkan Symposium on Fruit Growing 1289* (pp. 105–110).

<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.12.89.15>

17. Havryliuk, O., Bondarenko, Y., Boichuk, H., & Petrenko, D. (2022). Formuvannya produktyvnosti sortiv yabluni za umov Kyivshchyny [Formation of productivity of apple varieties in Kyiv]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 0(1(95)). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15913>

18. Havryliuk, O., Kondratenko, T., & Mazur, B. (2022). Tovarna yakist plodiv yabluni kolonopodibnogo typu [Commodity quality of apple fruits of columnar type]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 0(2(96)). URL:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15968>

19. DSTU 38:2008 Sadyvnyi material plodovykh kultur. Tekhnichni vymohy [Planting material of fruit crops. Technical requirements] (In Ukrainian)

20. Kishchak, O.A., & Kishchak, Yu.P. (2005). Otsinka sorto-pidshchepnykh kombinovan vyshni ta chereszni v rozsadnyku [Assessment of cultivar-rootstock combinations of cherry and sweet cherry in the nursery]. Collection of scientific works of the National Academy of Sciences, 84, 81–85. (In Ukrainian)

21. Kishchak, O.A., Sukhoivan, O.M. (2005). Sorto-pidshchepni kombinuvannya chereszni v rozsadnyku u pivnichnomu Lisostepu Ukrainy [Varietal and rootstock combinations of cherry in a nursery in the Northern Forest Steppe of Ukraine]. *Horticulture*, 57, 218–222. (In Ukrainian)

22. Kishchak, O. A., & Sukhoivan, O. M. (2018). SWEET CHERRY (*PRUNUS AVIUM*) ORCHARDS EARLY RIPENING DEPENDING ON THE PLANTING STOCK QUALITY. Scientific reports of NULES of

Ukraine. *Наукові доповіді НУБіП України*, (1 (71)).

<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.01.013>

23. Kondratenko, P. V., & Bublyk, M. O. (1996). *Metodyka provedennia polovykh doslidzhen z plodovymy kulturamy* [Methods of conducting field research with fruit crops]. 95 p. (In Ukrainian)

24. Lipinskyi, V.M., Diachuk, V.A. Babichenko V.M. (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Raevsky Publishing House. 343 p. (In Ukrainian)

25. Mezhenkyi, V. M. (2017). *Osnovy naukovykh doslidzhen u sadivnytstvi. Rozrakhunky v Microsoft Exel: Navch. Posibnyk* [Fundamentals of research in horticulture. Calculations in Microsoft Excel: A Tutorial]. 212 p. (In Ukrainian)

26. Pelekhatyi, V. M., & Lysa, A. M. (2021). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya chereszni na riznykh pidshchepakakh na pivnochi ukrainy [Economic efficiency of growing cherries on different rootstocks in the north of Ukraine]. In *Aspects of sustainable development of forest, rural, water and energy management of the Polissia zone of Ukraine*, 87 p. (In Ukrainian)

27. Sedov, E. N. (2015). *Programmy, metody, priemy selektsii yabluni, ih razvitie i sovershenstvovanie* [Programs, methods, methods of apple tree selection, their development and improvement]. *Vavilovsky Journal of Genetics and Selection*, 17(3), 487–498. (In Russian)

28. Sylaieva, A. M. (2003). Osoblyvosti sezonnoho rozpodilu temperatury pryzemnoho шару повітря по території України [Peculiarities of the seasonal distribution of the temperature of the surface air layer on the territory of Ukraine]. *Problems of monitoring in horticulture*. *Agrarian Science*, 34–44. (In Ukrainian)

29. Symyrenko, V. L. (1995). *Chastkove sortoznavstvo plodovykh roslyn: U 2-kh t. T. 1: Yablunia* [Partial varietal science of fruit plants: In 2 vols. Vol. 1: Apple tree]. (In Ukrainian)

30. Sukhoivan, O. M., Kishchak, O. A. (protocol dated October 1, 2018 No. 6). *Perspektyvnyi sposib otrymannia adaptivnykh sorto-pidshchepnykh kombinovan chereszni dlia stvorennia shvydkoplidnykh nasadzhen* [A

Шевчук Н. В., Гаврилюк О. С.

promising method of obtaining adaptive varieties and rootstock combinations of cherries for the creation of fast-fruited plantations]. State University "NMC Agro-Education", 133 p. (In Ukrainian)

31. Tretiak, K. D., Zavhorodnia, V. H., Turovtsev, M. I. (1990). Vyshnia i chereshnia Cherry. Kyiv: Harvest. 169 p. (In Ukrainian)

## VARIETAL PECULIARITIES OF SWEET CHERRY SEEDLINGS FORMATION ON SEED AND CLONE ROOTSTOCKS

N. Shevchuk, O. Havryliuk

**Abstract.** *The results of the study features of one-year sweet cherry trees formation on Cerasus mahaleb and VSL-2 rootstocks are given. Varietal rootstock combinations have been identified, which ensure the production of high-quality crowned one-year seedlings, suitable for creating modern industrial plantations. The research was conducted during 2018–2021 in the fruit nursery of the educational laboratory (EL) «Fruit and vegetable garden» of the Prof. V. L. Symyrenko Department of Horticulture NULES of Ukraine. As a result of the conducted research, it was established that the seed rootstock of the Cerasus mahaleb and clone VSL-2 have a high level of survival in the first field of the seedling nursery. It was found that in the studied varieties the rootstock VSL-2 provides a higher level of grafting and overwintering of inoculated eyes compared to the Cerasus mahaleb. Seedlings on VSL-2 rootstock have a larger number of side branches than Cerasus mahaleb. The variety 'Talisman' is characterized by a high ability to branch in the nursery regardless of the rootstock. Seedlings, grafted on VSL-2, are distinguished by the total length and number of main roots. No visual and anatomical signs of incompatibility of components were found in the investigated variety-rootstock combinations at the stage of growing seedlings.*

**Keywords:** *cherry, varieties, rootstocks, planting trees, quality, crown, root system, compatibility*

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЧЕВИЦІ**

Л. А. МУСІЄНКО, аспірантка кафедри агрохімії і ґрунтознавства

*Уманський національний університет садівництва*

E-mail: lina.mussienko@ukr.net

<https://doi.org/dopovidi2022.04.007>

**Анотація.** *Актуальність.* У наш час, коли спостерігається дефіцит тваринного білка, який можна замінити білком зернобобових культур, спостерігається тенденція до відродження посівів нішевих зернобобових культур, серед яких сочевиця є одна із перших. Однак відкритим питанням залишається пошук оптимальних доз добрив за яких отримуватимуться високі і сталі врожаї. Також важливим питанням є застосування біопрепаратів для інокуляції сочевиці. **Мета.** Встановити вплив удобрення та інокуляції на формування урожайності сочевиці в умовах Лісостепу правобережного.

**Методи.** У процесі виконання досліджень використовувалися спеціальні методи досліджень – польовий та розрахунково-порівняльний.

**Результати і обговорення.** Наведено результати досліджень по оптимізації системи удобрення сочевиці на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Показано ефективність застосування інокуляції в поєднанні з різними дозами добрив. Встановлено, що рослини сочевиці по-різному реагували на різні дози добрив та інокуляцію. Відмічено збільшення врожайності за рахунок інокуляції в межах 8–14 % у порівнянні до такого ж варіанту без інокуляції.

Внесення  $N_{60}P_{30}K_{40} + Mo$  забезпечило найбільшу врожайність в досліді – 2,33 т/га, а в поєднанні з інокуляцією забезпечило приріст на 0,2 т/га або 9 % в порівнянні до такого ж варіанту без інокуляції.

**Ключові слова.** сочевиця, удобрення сочевиці, інокуляція, урожайність

**Актуальність.** Зернобобові культури з кожним роком займають все вагомніше місце у структурі посівних площ України. Це спричинене не лише тим, що вони є відносно дешевим джерелом високоякісного рослинного білка для харчування населення, а і тим що їх вирощування виступає, як важливий поліпшувач ґрунту [9].

Введення в сівозміну 20 % бобових може забезпечити зниження застосування азотних мінеральних

добрив на 30–40 %. Також збільшення частки зернобобових у сівозміні може забезпечити приріст врожаю і інших культур сівозміни [2].

Віднедавна поміж зернобобових культур набирає поширення така нішева культура, як сочевиця. Сочевиця (*Lens culinaris* Medik) є важливою зернобобовою культурою. За вмістом білка, що коливається в межах 26–34 % поступається лише сої та кормовим бобам. Також значно зросли посівні площі та валове

Мусієнко Л. А.

виробництво зерна в таких країнах, як Канада, Туреччина, Індія та Пакистан [8].

Невибагливість сочевиці до вологи робить придатним її до вирощування у посушливих районах. Здатність до фіксації молекулярного азоту атмосфери забезпечує поліпшення родючості ґрунту, сприяючи підвищенню врожайності наступних культур сівозміни. Вона є цінним попередником, адже рано звільняє поле, що дає можливість якісно його підготувати для посіву наступної культури, не виснажуючи його [9].

Однак, навіть попри велику цінність сочевиці, її урожайність залишається на досить низькому рівні. В Україні технологія вирощування досліджена недостатньо, і не здатна забезпечити максимальну реалізацію біологічного потенціалу того чи іншого сорту. Незнання потреб культури, виробничники використовують технологію вирощування більш популярних зернобобових культур, але це не здатне забезпечити високі врожаї.

Отже, основним завданням сьогодення в отриманні стабільно високих врожаїв сочевиці в умовах Правобережного Лісостепу України є дослідження оптимальних норм мінеральних добрив в поєднанні з інокуляцією.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Зернобобові – цінні

продовольчі та кормові культури. Система їх удобрення має одночасно враховувати потреби, що забезпечуватимуть підвищення врожаю і поліпшення його якості, адже ці культури мають велике значення для виробництва рослинного білка [1].

Ще одна особливість зернобобових культур, яка робить потреби в мінеральному удобренні особливими – це наявність бульбочкових бактерій на кореневій системі зернобобових, що здатні фіксувати газоподібний азот з атмосфери. Щоб забезпечити ефективно використання цієї біологічної особливості бобових культур, необхідно добре знати вимоги ризобій до умов середовища і продуктивності їх у симбіозі з рослиною господарем.

Вченими було встановлено, що азотні добрива можуть бути ефективними лише в початковий період розвитку сочевиці, поки на корінні не утворюються в достатній кількості бульбочки [10].

Питання доцільності застосування азотних добрив під сочевицю є досить суперечливим. Так частина вчених схильна до думки, що потребу в азоті рослини сочевиці здатні компенсувати за рахунок азотфіксувальних мікроорганізмів, за сприятливих умов для їх життєдіяльності, а внесення стартових доз азоту призводить до пригнічення їх розвитку та знижує

Мусієнко Л. А.

азотфіксувальну здатність і не рекомендують внесення азотних добрив навіть на малородючих ґрунтах [11, 13]. За іншими даними, зернобобові лише на 50–70 % забезпечують свою потребу в азоті за рахунок азотфіксації [1, 5]. Особливо відчутна нестача азоту рослинами на початкових етапах органогенезу, коли бульбочкові бактерії ще слабо розвинуті, тому нездатні забезпечити елементом рослини. Тому, окремі автори рекомендують вносити стартове азотне живлення в розмірі 20–40 кг/га д.р. [2, 3, 12].

Як свідчать літературні джерела, збільшення дози азотних добрив може мати позитивний вплив на врожай зернобобових на малородючих ґрунтах. Вчені відмічають, що високі норм мінерального азоту можуть знизити відносні величини азотфіксації, але абсолютна кількість засвоєного азоту з атмосфери при цьому залишається на попередньому рівні або, навіть, дещо зростає. Негативними наслідками внесення високих доз мінерального азоту може бути надмірний розвиток надземної біомаси, а також продовження термінів дозрівання [7].

Дослідженнями, проведеними в умовах Лісостепу правобережного встановлено, що найвища урожайність сочевиці була за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Внесення високих доз азотних добрив ( $N_{30}$ ) негативно позначилося на

урожайності сочевиці [6].

Дослідженнями проведеними в умовах північно-східного Лісостепу України встановлено, що найвищу урожайність зерна в середньому за три роки одержали на варіанті за внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін – 1,53 т/га [3].

**Мета дослідження** – встановити вплив удобрення та інокуляції на формування урожайності сочевиці в умовах Лісостепу правобережного.

**Матеріали і методи дослідження** – дослідження проводилися на дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва.

У досліді вирощується сорт сочевиці Антоніна. Повторність досліду триразова. Площа дослідної ділянки 36 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Технологія вирощування сочевиці відповідала рекомендаціям для Лісостепової зони України. Попередником був ячмінь ярий.

Контрольним варіантом слугували ділянки без застосування мінеральних добрив і бактеріального препарату.

Восени вносилися фосфорні й калійні добрива згідно схеми досліду у вигляді суперфосфату гранульованого та калію хлористого; навесні, під передпосівну культивуацію аміачну селітру та сульфат амонію. Вивчали дію та

Мусієнко Л. А.

взаємодію двох чинників: А – удобрення, В – інокуляція. Інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями проводили за дві години до сівби.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятої методики [4].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Дослідженнями встановлено, що урожайність сочевиці залежала від технологічних заходів, які вивчалися в досліді.

Залежно від досліджуваного варіанта, в середньому за 2018-2021 роки, зернова продуктивність посівів становила 1,63-2,53 т/га, (табл. 1).

Найменша урожайність сочевиці (1,63 т/га) зафіксована на контрольному варіанті без добрив та інокуляції. Проведення передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризоактив Бобові сприяло зростанню урожайності зерна сочевиці на 0,13 т/га.

### 1. Вплив удобрення та інокуляції на урожайність сочевиці

Удобрення	Роки									
	2018	2019	2020	2021	середнє за 2018-2021	2018	2019	2020	2021	середнє за 2018-2021
	Без інокуляції					З інокуляцією				
Без добрив (контроль)	1,64	1,93	1,17	1,76	1,63	1,77	2,07	1,25	1,93	1,76
Р <sub>30</sub> К <sub>40</sub> – фон	1,76	2,17	1,33	1,91	1,79	1,94	2,33	1,49	2,10	1,97
К <sub>40</sub> + N <sub>60</sub>	1,94	2,41	1,50	2,07	1,98	2,13	2,55	1,62	2,20	2,13
Р <sub>30</sub> + N <sub>60</sub>	2,09	2,49	1,64	2,37	2,15	2,32	2,66	1,79	2,53	2,33
Фон + N <sub>30</sub>	1,89	2,22	1,50	2,23	1,96	2,14	2,44	1,68	2,48	2,19
Фон + N <sub>30</sub> S <sub>34</sub>	2,02	2,38	1,57	2,39	2,09	2,32	2,64	1,77	2,67	2,35
Фон + N <sub>60</sub>	2,16	2,68	1,70	2,45	2,25	2,38	2,84	1,85	2,60	2,42
Фон + N <sub>30</sub> + Мо	2,01	2,38	1,58	2,34	2,08	2,31	2,62	1,77	2,62	2,33
Фон + N <sub>30</sub> S <sub>34</sub> + Мо	2,13	2,51	1,68	2,46	2,20	2,49	2,80	1,91	2,75	2,49
Фон + N <sub>60</sub> + Мо	2,25	2,74	1,79	2,52	2,33	2,52	2,91	1,97	2,71	2,53
НІР <sub>05</sub>	2018: А – 0,09, В – 0,04, АВ – 0,13 2019: А – 0,11, В – 0,05, АВ – 0,16 2020: А – 0,08, В – 0,03, АВ – 0,11 2021: А – 0,13, В – 0,06, АВ – 0,18									

Мусієнко Л. А.

Поєднання калійного удобрення сочевиці із азотним ( $K_{40} + N_{60}$ ) сприяло зростанню урожайності до 1,98 т/га без застосування азотфіксуючих бактерій та 2,13 т/га при використанні інокулянту, а фосфорного із азотним ( $P_{30} + N_{60}$ ) – відповідно до 2,15 та 2,33 т/га.

Внесення фосфорно-калійних добрив в нормі  $P_{30}K_{40}$  (фон) забезпечило урожайність зерна досліджуваної культури на рівні 1,79 т/га без інокуляції та 1,97 т/га з інокуляцією.

Застосування мінерального нітрогену в нормі 30 кг/га д.р. на фоні  $P_{30}K_{40}$  підвищило зернову продуктивність посівів сочевиці відповідно на 0,33 та 0,43 т/га залежно від передпосівної обробки насіння. Збільшення кількості азоту до 60 кг/га д.р. на фоні  $P_{30}K_{40}$  створило кращі передумови для формування зернової продуктивності сочевиці, завдяки чому з 1 га отримано відповідно 2,25 та 2,42 т/га зерна. Порівняно із контрольним варіантом приріст урожаю становив 0,62 т/га без інокуляції та 0,66 т/га з інокуляцією.

Поряд із азотним живленням, важливу роль для росту, розвитку і формування продуктивності усіх сільськогосподарських культур, в тому числі і сочевиці відіграє сірка [2].

Нами встановлено, позитивний вплив від внесення сульфату амонію при вирощуванні сочевиці. Так, за

використання сульфату амонію середня урожайність зерна становила 2,09 т/га на варіанті без інокуляції та 2,35 т/га за умови проведення передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризоактив Бобові.

Для бобових культур, до яких належить сочевиця, ключовим мікроелементом є молібден. Він приймає участь у процесах симбіотичної фіксації атмосферного азоту, завдяки чому підвищується урожайність та якість вирощеної продукції. В усіх ґрунтах України вміст молібдену знано нижче оптимального рівня, тому надзвичайно важливо застосовувати зазначений елемент живлення при вирощуванні бобових культур, зокрема сочевиці[1].

Проведені нами дослідження, вказують на позитивний вплив молібдену на формування урожайності сочевиці. Так, при внесенні  $N_{30} + Mo$  на фоні  $P_{30}K_{40}$  урожайність зерна досліджуваної культури становила 2,08 т/га при висіванні насіння без обробки симбіотичними азотфіксуючими бактеріями та 2,33 т/га за умови висівання інокуюваного насіння.

При застосуванні  $N_{30}S_{34} + Mo$  на фосфорно-калійному фоні урожайність зерна сочевиці становила 2,20 т/га на варіанті, де висівалося необроблене насіння сочевиці та 2,49 т/га за умови проведення інокуляції.

Мусієнко Л. А.

Найвищою зерновою продуктивністю 2,53 т/га відзначився варіант, на якому висівалося інокульоване насіння сочевиці, а система удобрення складалася із внесення  $N_{60}P_{30}K_{40}$  та  $Mo$ . На аналогічному варіанті, але без застосування бактеріального препарату урожайність становила 2,33 т/га.

**Висновки і перспективи.** За

#### Список використаних джерел

1. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 200 2013. 406 с.

2. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ : «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.

3. Данильченко О.М., Бутенко А.О., Радченко М.В. Продуктивність сочевиці залежно від інокуляції насіння та мінерального живлення в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. №2. 2020. С. 19-22.

4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М.: Колос, 1985. 336 с.

5. Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О. Для врожайності бобових. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/14280-dlia205-vrozhaivosti-bobovykh.html>.

6. Каленська С.М., Шихман Н.В. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах правобережного Лісостепу України. Наук. доповіді НУБіП 2011 4(26) URL: [http://www.nbu.gov.lis/e-journals/Nd/2011\\_4/11ksm.pdf](http://www.nbu.gov.lis/e-journals/Nd/2011_4/11ksm.pdf).

7. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 312.с

8. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів:

результатами проведених досліджень та їх аналізу встановлено, що в умовах природного зволоження Лісостепу правобережного, кращим варіантом досліду виявилось проведення передпосівної інокуляції насіння сочевиці в поєднанні з мінеральними добривами  $N_{60}P_{30}K_{40} + Mo$ , що в середньому за роки вирощування забезпечувало врожайність на рівні 2,53 т/га.

НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.

9. Присяжнюк О.І., Топчій О.В., Слободянюк С.В. Сочевиця. Біологія та вирощування. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.

10. Соколов В. М. Стан науково дослідних робіт з селекції зернобобових культур в Україні. Зб. наук. пр. СГІ-НЦНС. Одеса, 2010. Вип. 15 (55). С. 6–13.

11. Frankow-Lindberg B.E., Dahlin A.S.  $N_2$  fixation, N transfer, and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. Plant and Soil. 2013. Vol. 370. P. 567–58

12. Salvagiotti F., Cassman K.G., Specht J.E., Walters D.T., Weiss A., Dobermann A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. Field Crops Research. 2008. Vol 108. Iss. 1. P. 1–13 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.03.001>

13. Walley, F.L., G.O. Tomm, Matus A., Slinkard A.E., Kessel C. van. Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. Agronomy Journal. 1996. Vol. 88. P. 834–843.

#### References

1. Hospodarenko, H. (2013) *Ahrokhimiia* [Agrochemistry]. Kyiv. Ahrarna osvita, [In Ukrainian]

2. Hospodarenko, H. (2016) *Udobrennia silskohospodarskykh kultur* [Fertilizers of agricultural crops]. Kyiv. «SİK HRUP UKRAINA» [In Ukrainian].

3. Danylchenko, O., Butenko, A., Radchenko, M. (2020) Produktyvniost sochevytsi zalezhno vid inokuliatsii nasinnia ta

Мусянко Л. А.

mineralnoho zhyvlennia v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of lentil depending on seed inoculation and mineral nutrition in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2. 19-22.

4. Dospekhov, B. (1985) *Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)] M.: Kolos. [In Russian].

5. Ishchenko, V., Kozelets, G., Haydenko, O. (2022, 01 August) Dlia vrozhaivosti bobovykh. For the yield of legumes. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/14280-dlia205-vrozhaivosti-bobovykh.html>.

6. Kalenska, S., Shykhman, N., (2011) Produktyvnist sochevytsi zalezno vid mineralnoho zhyvlennia ta przedposivnoi obrobky nasinnia v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of lentils depending on mineral nutrition and pre-sowing seed treatment in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine ]. *Nauk. dopovidi NUBiP*. 4(26) URL: [http://www.nbu.gov.lis/e-journals/Nd/2011\\_4/11ksm.pdf](http://www.nbu.gov.lis/e-journals/Nd/2011_4/11ksm.pdf).

7. Lykhochvor, V. (2008) *Mineralni dobryva ta yikh zastosuvannia* [Mineral fertilizers and their application]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii» [In Ukrainian].

8. Petrychenko, V., Lykhochvor, V. (2020) *Roslynnystvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur: pidruchnyk* [Plant growing. New technologies for growing field crops]. Lviv: NVF "Ukrainski tekhnolohii" [In Ukrainian].

9. Prysiazhniuk, O., Topchii, O., Slobodianiuk, S. (2020) *Sochevytsia. Biolohiia ta vyroshchuvannia* [Lentil. Biology and cultivation]. Vinnytsia : TOV «TVORY» [In Ukrainian].

10. Sokolov, V. (2010) Stan naukovo doslidnykh robit z selektsii zernobobovykh kultur v Ukraini [The state of scientific research works on the selection of leguminous crops in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats. SHI–NTsNS*. Odesa. 15 (55). 6–13.

11. Frankow-Lindberg, B., Dahlin, A. (2013) N<sub>2</sub> fixation, N transfer, and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. *Plant and Soil*. 370. 567–580. [In English]

12. Salvagiotti, F., Cassman, K., Specht J., Walters D.T., Weiss A., Dobermann A. (2008) Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*. 108 (1) 1–13 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.03.001> [In English]

13. Walley, F., Tomm, G., Matus, A., Slinkard, E., Kessel, C. (1996) Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agronomy Journal*. 88. 834–843 [In English]

## THE INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON LENTIL PRODUCTIVITY

L. Musiienko

**Abstract.** *Relevance of the study. Nowadays, when there is a shortage of animal protein, which can be replaced by the protein of leguminous crops, there is a tendency to revive sowing of niche leguminous crops, among which lentil is one of the first. However, the search for optimal doses of fertilizers that will provide high and constant yields remains an open question. The use of biological preparations for inoculation of lentil is also an important issue. Objective. To determine the effect of fertilization and inoculation on the formation of lentil productivity in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine.*

Мусієнко Л. А.

*Methods.* In the process of carrying out research, special methods of research were used – field and comparative calculation.

*Results and discussion.* The results of research on the optimization of the lentil fertilization system on the podzolized chernozem of the right-bank-forest-steppe of Ukraine are given. The effectiveness of using inoculation in combination with different doses of fertilizers is shown. It is established that lentil plants react differently to different doses of fertilizers and inoculation. An increase in yield due to inoculation is noted in the range of 8–14% compared to the same option without inoculation.

Application of N60P30K40 + Mo provided the highest yield in the experiment - 2.33 t/ha, and in combination with inoculation provided an increase of 0.2 t/ha or 9% compared to the same option without inoculation.

**Keywords:** lentil, lentil fertilization, inoculation, productivity

Димчук А. В., Понько Л. П.

УДК 636.082:22/28.034.061

**ВПЛИВ ГЕНОТИПОВИХ І ФЕНОТИПОВИХ ЧИННИКІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ****А. В. ДИМЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-7749-9327>E-mail: [scandinav.23@gmail.com](mailto:scandinav.23@gmail.com)**Л. П. ПОНЬКО**, кандидат сільськогосподарських наук,<https://orcid.org/0000-0003-4405-7781>E-mail: [ponko\\_lyuda@ukr.net](mailto:ponko_lyuda@ukr.net)*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*<https://doi.org/dopovid2022.04.008>

***Анотація.** У статті вивчено вплив генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи в умовах ТОВ «Агрофірма «Соняшник» Глобинського району Полтавської області.*

*За результатами власних досліджень встановлено, що корови-первістки досліджуваних ліній відрізняються за показниками молочної продуктивності, що свідчить про спадковий вплив генеалогічних формувань. Найвищі показники молочної продуктивності мають тварини трьох ліній – Маршала, Каділлака РФ та Кавалера РФ: надій – 7501,0-8775,9 кг, молочний жир – 279,5-332,4 кг, молочний білок – 234,9-271,4 кг. Найменші показники молочної продуктивності мають тварини ліній Елевейшна та Бутмейке – 5065,2-5112,4 кг, 187,4-199,4 кг, 162,1-163,6 кг відповідно ( $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ,  $P<0,001$ ).*

*Найвищими надоями та молочним жиром характеризуються дочки бугаїв Савва, Сапфір Ет Ред, В. Вільмос, Матрікс Ет Ред та К. Д. Лілі Ред Ет – 8408,4-9007,0 кг і 319,5-347,3 кг, що на 772,5-3951,9 кг і 133,2-155,2 кг більше за ровесниць відповідно ( $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ,  $P<0,001$ ). Найвищий вміст жиру – 4,0 % мають дочки бугаїв Парадокс Ред Етн та Щиглик Ет ( $P<0,05$ ).*

*Проведені нами дослідження доводять, що жива маса первісток при першому отеленні вірогідно впливає на їх молочну продуктивність. При збільшенні живої маси до 700 кг – зростає їх надій на 1545,3 кг, молочний жир – 62,7 кг, білок – 53,5 кг ( $P<0,05$ ).*

*Встановлено, що рік народження корів-первісток впливає на їх надій. Так, первістки народжені у 2018 році вірогідно переважали тварин народжених у 2012 році за надоем на 2735,2 кг, молочним жиром – 90,2 кг і білком – 87,7 кг ( $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ,  $P<0,001$ ).*

*Показники молочної продуктивності корів-первісток на 10,1-24,5 % залежать від генотипових чинників. Найбільший вплив має походження за батьком, його сила впливу на надій становить 23,5 %, вміст жиру і білку в молоці – 15,2-24,5 % ( $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ,  $P<0,001$ ). Друге місце займає лінійна належність, її вплив на вище названі показники складає 20,7, 10,1-12,3 % ( $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ).*

Димчук А. В., Понько Л. П.

*Отримані дані сили впливу фенотипових чинників, серед яких є рік народження, свідчать про вплив чинника року на молочну продуктивність первісток. Кількісні ознаки залежать від умов, створених для вирощування молодняка чи утримання корів-первісток у конкретному році їхнього народження. Сила впливу на надій, вміст молочного жиру та білку становила 5,2, 15,1 та 5,7 % з високими критеріями вірогідності ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$ ).*

*Результати наших досліджень дають можливість розробляти комплексні заходи щодо підвищення рівня молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи.*

**Ключові слова:** корови, молочна продуктивність, генотипові і фенотипові чинники, лінія, сила впливу, рік народження, жива маса

### **Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Підвищення молочної продуктивності корів до генетично запрограмованого рівня – основне завдання селекціонерів в галузі молочного скотарства. З цією метою розробляють і впроваджують новітні технології, створюють нові та удосконалюють існуючі породи. Найбільшого розвитку молочне скотарство набуло в країнах, де поряд із біологічними особливостям худоби враховують комплекс генотипових та фенотипових чинників, які формують молочну продуктивність. Доведено, що молочна продуктивність відноситься до полігенно зумовлених ознак і залежить від багатьох фенотипових чинників та генотипу тварини, тому її підвищення є складним завданням для фахівців [1-5; 9-10].

Багаточисельними дослідженнями науковців доведено, що молочна продуктивність корів залежить від породи, племінної цінності бугаїв-плідників,

належності до лінії, середовища, в якому реалізується генетичний потенціал тварин [1-4; 5, с. 21; 6-8].

Селекція корів за молочною продуктивністю, передусім, залежить від ступеня впливу на цю ознаку основних генотипових і фенотипових чинників [1-5; 9-10; 13-17]. Взаємодія генотипу та навколишнього середовища у формуванні високопродуктивного стада чи створенні нової породи завжди були і залишаються актуальними для науковців, оскільки неможливо досягнути бажаних результатів добору тварин за відповідною селекційною ознакою без урахування умов утримання, годівлі тощо [5, с. 21; 6-10; 12-17].

Отже, вивчення впливу генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів-первісток української червоно-рябої молочної породи є актуальним і має важливе господарське значення.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведені за матеріалами первинного

Димчук А. В., Понько Л. П.

племінного обліку в стаді ТОВ «Агрофірма «Соняшник» Глобинського району Полтавської області за матеріалами СУМС «Інтесел Орсек».

Мета роботи – аналіз впливу окремих генетичних та фенотипових чинників на молочну продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи.

Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [11] за допомогою програмного забезпечення MS Excel з

використанням вбудованих статистичних функцій.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Численні дослідження вказують на суттєвий вплив ліній у поліпшенні молочної худоби, а саме в передачі цінних якостей родоначальника групі тварин [1-10, 12-16]. За результатами наших досліджень (табл. 1) встановлено, що корови-первістки досліджуваних ліній відрізняються за показниками молочної продуктивності, що свідчить про спадковий вплив генеалогічних формувань.

### 1. Молочна продуктивність первісток залежно від лінії, $x \pm S.E.$

Лінія	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
Чіфа	163	6725,3±155,4	3,5±0,1	235,3±6,5	3,0±0,1	201,8±5,6
Кавалера РФ	16	7501,0±586,1**	3,7±0,1	279,5±22,6	3,1±0,1	234,9±19,5
Елевейшна	25	5065,2±626,4*	3,7±0,1	187,4±22,8	3,2±0,1	162,1±19,5
Старбака	46	6555,3±168,5	3,9±0,1*	256,5±5,9	3,3±0,1*	212,5±5,2
Маршала	34	8775,9±269,9***	3,8±0,1	332,4±9,5***	3,1±0,1	271,4±8,7**
Каділлака РФ	14	7735,0±510,5**	3,8±0,1	291,9±19,2	3,2±0,1	246,6±16,5
Бутмейке	18	5112,4±262,8***	3,9±0,1*	199,4±10,1	3,2±0,1	163,6±8,4*

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,01$  порівняно з лінією Чіфа

Найвищі показники молочної продуктивності мають тварини трьох ліній – Маршала, Каділлака РФ та Кавалера РФ: надій – 7501,0-8775,9 кг, молочний жир – 279,5-332,4 кг, молочний білок – 234,9-271,4 кг. Найменші показники молочної продуктивності мають тварини ліній Елевейшна та Бутмейке – 5065,2-5112,4 кг, 187,4-199,4 кг,

162,1-163,6 кг відповідно ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$ ).

Доведено також, що удосконалення племінних стад великої рогатої худоби залежить від походження за батьком. Для вивчення молочної продуктивності первісток залежно від походження за батьком ми відібрали 16 плідників (табл. 2).

## 2. Молочна продуктивність первісток залежно від походження за батьком, $\bar{x} \pm S.E.$

Кличка бугая	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
А.С.Пайофф Ет Ред	25	7319,5±572,8	3,4±0,2	274,3±21,4	3,0±0,2	237,6±18,5
Б.Д.Прінц Ет Ред	97	6529,3±168,5	3,6±0,1	239,8±7,0	3,0±0,1	199,4±6,0
Занзібар Ет	13	6736,7±599,0	3,2±0,4	232,5±30,9	2,7±0,4	198,1±26,3
Зураб	19	7002,3±632,3	3,1±0,3	250,4±28,5	2,7±0,3	214,7±24,1
Парадокс Ред Етн	5	7058,0±730,8	4,0±0,2*	280,0±30,2	3,2±0,2	225,6±21,8
Компас Ред	16	7501±586,1	3,7±0,1	279,5±22,6	3,1±0,1	234,9±19,5
В.Вільмос	5	8959,8±1457,9***	3,8±0,2	336,6±54,9*	3,1±0,1	281,8±50,2*
Рувілло Ред	15	5929,7±746,0	3,8±0,1	222,5±28,0	3,2±0,1	191,5±24,2
Щиглик Ет	6	8234,5±645,9	4,0±0,2*	325,3±27,2	3,3±0,1	269,8±22,8
Сапфір Ет Ред	5	8637,5±174,2*	3,7±0,1	323,0±6,3	3,2±0,1	275,8±5,9
К.Д.Лілі Ред Ет	30	9007,0±303,3***	3,9±0,1	347,3±10,4*	3,2±0,1	285,5±9,8*
Савва	11	8408,4±605,8*	3,8±0,1	319,5±22,9	3,2±0,1	271,4±18,8
Матрікс Ет Ред	34	8775,9±269,9**	3,8±0,1	332,4±9,5	3,1±0,1	271,4±8,7
Остін	14	7735,0±510,5	3,8±0,1	291,9±19,2	3,2±0,1	246,6±16,5
Форд Ред	12	5055,1±264,0	3,8±0,1	192,1±9,4	3,1±0,1	156,7±8,6
Чемпіон Ет	5	5169,7±332,9	3,9±0,1	201,6±33,9	3,2±0,1	165,4±28,9

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,01

Найвищими надоями та молочним жиром характеризуються дочки бугаїв Савва, Сапфір Ет Ред, В. Вільмос, Матрікс Ет Ред та К. Д. Лілі Ред Ет – 8408,4-9007,0 кг і 319,5-347,3 кг, що на 772,5-3951,9 кг і 133,2-155,2 кг більше за ровесниць відповідно (P<0,05, P<0,01, P<0,001). Найвищий вміст жиру – 4,0 % мають дочки бугаїв Парадокс Ред Етн та Щиглик Ет (P<0,05).

Результатами численних досліджень доведено, що показники

молочної продуктивності корів значною мірою залежать від системи вирощування ремонтного молодняка. Великі тварини споживають більше кормів і продукують більше молока [9, 13].

Проведені нами дослідження доводять, що жива маса первісток при першому отеленні вірогідно впливає на їх молочну продуктивність (табл. 3).

### 3. Молочна продуктивність корів залежно від живої маси при першому отеленні, $\bar{x} \pm S.E.$

Жива маса, кг	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
До 500	18	5407,1±590,7	3,8±0,1	199,3±25,5	3,2±0,1	165,7±21,2
501-600	87	6704,6±223,6*	3,9±0,1	262,5±7,9*	3,2±0,1	215,1±7,0*
601-700	182	6952,4±200,7*	3,8±0,1	262,0±7,4*	3,2±0,1	219,2±6,4*
701 і більше	29	6828,3±98,6*	3,8±0,1	258,1±3,5	3,2±0,1	214,9±3,1*

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,01

За збільшення живої маси до 700 кг – зростає їх надій на 1545,3 кг, молочний жир – 62,7 кг, білок – 53,5 кг (P<0,05). За підвищення живої маси більше 701 кг продуктивність корів не збільшується, але залишається на високому рівні – 6828,3 кг, 258,1 і 214,9 кг відповідно (P<0,05).

Один із фенотипових чинників, на який посилаються фахівці при визначенні його зв'язку з молочною

продуктивністю корів є їх рік народження [1, 4, 5, 9].

За результатами наших досліджень встановлено, що рік народження корів-первісток впливає на їх надій (табл. 4). Так, первістки народжені у 2018 році вірогідно переважали тварин народжених у 2012 році за надоем на 2735,2 кг, молочним жиром – 90,2 кг і білком – 87,7 кг (P<0,05, P<0,01, P<0,001).

### 4. Молочна продуктивність первісток різного року народження, $\bar{x} \pm S.E.$

Рік народження	n	Надій за 305 днів лактації, кг				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
2012	35	5768,5±221,8	3,9±0,1	226,6±8,7	3,2±0,1	184,6±7,1
2013	26	6224,0±245,7*	4,0±0,1*	247,3±9,8*	3,2±0,2	201,2±8,2**
2014	31	6472,0±192,7*	3,8±0,2	243,5±6,3*	3,0±0,1	193,7±5,6**
2015	41	6881,6±201,9**	4,0±0,1*	275,4±8,2**	3,2±0,1	221,2±6,2**
2016	69	7027,8±116,1**	3,7±0,1	261,0±4,0**	3,2±0,2	221,9±3,4**
2017	87	7986,9±125,3***	3,7±0,1	295,3±5,4***	3,2±0,2	255,2±4,7***
2018	27	8503,7±246,6***	3,7±0,1	316,8±9,2***	3,2±0,1	272,3±8,3***

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,01 по відношенню до 2012 року

Отже, можна зробити висновок про існування взаємозв'язку між молочною продуктивністю та роком народження корів.

Встановлено, що показники молочної продуктивності корів-первісток на 10,1-24,5 % залежать від генотипових чинників (табл. 5).

Найбільший вплив має походження за батьком, його сила впливу на надій становить 23,5 %, вміст жиру і білка в молоці – 15,2-24,5 % (P<0,05, P<0,01, P<0,001). Друге місце займає лінійна належність, її вплив на вище названі показники складає 20,7, 10,1-12,3 % (P<0,05, P<0,01). Нашими

Димчук А. В., Понько Л. П.

дослідженнями також встановлено (19,2 %), що доводить необхідність суттєвий вплив живої маси первісток інтенсивного вирощування при першому отеленні на їх надій ремонтного молодняку.

### 5. Сила впливу генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів (n=316)

Фактор впливу	Сила впливу (%) на:				
	надій	вміст жиру	молочний жир	вміст білку	молочний білок
Лінія	20,7*	10,1	14,2*	12,3	12,9**
Походження за батьком	23,5***	15,2*	22,3**	24,5**	17,3***
Жива маса	19,2***	7,5	8,2	11,2	3,3***
Рік народження	5,2***	14,3*	15,1*	19,4*	5,7**

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,01

Отримані дані сили впливу фенотипових чинників, серед яких є рік народження, свідчать про вплив чинника року на молочну продуктивність первісток. Кількісні ознаки залежать від умов, створених для вирощування молодняку чи утримання корів-первісток у конкретному році їхнього народження. Сила впливу на надій, вміст молочного жиру та білку становила 5,2, 15,1 та 5,7 % з високими критеріями вірогідності (P<0,05, P<0,01, P<0,001). Аналогічні дані про значний вплив фенотипових чинників на показники молочної продуктивності вказують у своїх роботах інші науковці [1, 4, 12].

**Висновки.** 1. У результаті проведених досліджень доведено, що молочна продуктивність корів-первісток української червоно-рябої молочної породи залежить від генотипових і фенотипових чинників.

2. Показники молочної продуктивності корів-первісток на

10,1-24,5 % залежать від генотипових чинників. Найбільший вплив має походження за батьком, його сила впливу на надій становить 23,5 %, вміст жиру і білку в молоці – 15,2-24,5 % (P<0,05, P<0,01, P<0,001). Друге місце займає лінійна належність, її вплив на вище названі показники складає 20,7, 10,1-12,3 % (P<0,05, P<0,01).

3. Отримані дані сили впливу фенотипових чинників, серед яких є рік народження, свідчать про вплив чинника року на молочну продуктивність первісток. Сила впливу на надій, вміст молочного жиру та білку становила 5,2, 15,1 та 5,7 % з високими критеріями вірогідності (P<0,05, P<0,01, P<0,001).

Результати наших досліджень дають можливість розробляти комплексні заходи щодо підвищення рівня молочної продуктивності корів української червоно-рябої молочної породи.

**Список використаних джерел**

1. Бащенко М. І., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Сотніченко Ю. М., Ткач Є. Ф. Вплив генотипових і паратипових факторів на продуктивність молочної худоби. Вісник аграрної науки. 2020. № 3 (804). С. 55–60. <https://doi.org/10.31073/agrovistnyk202003-08>.
2. Варпиховський Р. Л. Вплив генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2019. №11 (51). С. 34–43.
3. Ведмеденко О. В. Вплив генотипових та паратипових факторів на молочну продуктивність корів. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Кам'янець-Подільський, 2019. Вип. 30. С. 31–38.
4. Войтенко С. Л., Карунна Т. І., Шаферівський Б. С., Желізняк І. М. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2019. Вип. 1-2 (36-37). С. 21–26. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.1-2.3>.
5. Гладій М. В., Полупан Ю. П., Базишина І. В., Безрутченко І. М., Полупан Н. Л. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарські корисні ознаки корів. Розведення і генетика тварин. 2014. № 48. С. 48–58.
6. Димчук А. В. Вплив різних типів підбору на господарсько-біологічні ознаки тварин подільського заводського типу української чорно-рябої молочної породи: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.02.01 НААН України, Ін-т розведення і генетики тварин. Київ: Чубинське. 2011. 20 с.
7. ElBoshra M. E., Ali T. E., Hassabo A. A. Genetic and environmental factors affecting 305-day mature equivalent milk yield of Holstein Friesian cows in the United Arab Emirates. *J. of Agricultural and Marine Sciences*. 2016. 21(1). P. 2–7. <https://doi.org/10.24200/jams.vol21iss0pp1-6>.
8. Крамаренко С. С., Кузьмічова Н. І., Крамаренко О. С. Аналіз взаємодії «генотип × середовище» на молочну продуктивність корів. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. 2018. № 20 (89). P. 27–34. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8905>.
9. Піддубна Л. М., Захарчук Д. В., Корнійчук Д. О. Оцінка впливу комплексу факторів на молочну продуктивність корів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво», випуск 2 (45). 2021. С. 113–120.
10. Піщан І. С. Генотипові та паратипові фактори формування молочної продуктивності корів швіцької породи в австрійській екологічній зоні походження. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. 2016. Т. 18. № 2 (67). С. 187–194. <https://doi.org/10.15421/nvlvet6742>.
11. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 246 с.
12. Polupan Y. P., Melnik Y. F. & Biriukova O. D. (2019). Influence of genetic factors on the productivity of cows . *Animal Breeding and Genetics*, 58, 41–51. <https://doi.org/10.31073/abg.58.06>.
13. Понько Л. П. Оцінка селекційно-генетичних факторів формування продуктивних ознак у тварин української чорно-рябої молочної породи подільського заводського типу. Дисертація канд. с.-г. наук: 06.02.01. Миколаїв. нац. аграр. ун-т. Миколаїв. 2015. 200 с.
14. Скоромна О. І., Разанова О. П., Поліщук Т. В., Шевчук Т. В., Берник І. М., Паладійчук О. Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ. 2020. 174 с.
15. Surkova S. A., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Barmina T. N., Kaidulina A. A. and Mosolova N. I. (2021). Cow's milk productivity: effects of bull's genotype and line. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Volume 839. Innovative Development of Agrarian-and-Food Technologies. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/3/032007>.

Димчук А. В., Понько Л. П.

16. Хмельничий Л. М., Вечорка В. В. Формування ознак молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи під впливом генетичних чинників. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2019. Вип. 3 (38). С. 62–72. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.9>.

17. Хмельничий Л. М., Салогуб А. М., Вечорка В. В., Гаврилюк О. І. Вплив генотипових та паратипових чинників на ознаки молочної продуктивності корів різних порід. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2014. Вип. 2/1 (24). С. 87–91.

### References

1. Bashchenko M. I., Boiko O. V., Honchar O. F., Sotnichenko Yu. M., Tkach Ye. F. (2020). Vplyv henotypovykh i paratypovykh faktoriv na produktyvnist molochnoi khudoby. *Visnyk ahrarnoi nauky*. № 3 (804). S. 55–60. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-08>.

2. Varpikhovskiy R. L. (2019). Vplyv henotypovykh i fenotypovykh chynnykiv na molochnu produktyvnist koriv. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. № 11 (51). S. 34–43.

3. Vedmedenko O. V. (2019). Vplyv henotypovykh ta paratypovykh faktoriv na molochnu produktyvnist koriv. *Podilskyi visnyk: silske gospodarstvo, tekhnika, ekonomika. Kamianets-Podilskiyi*, Vyp. 30. S. 31–38.

4. Voitenko, S., Karunna, T., Shaferivsky, B., & Zheliznyak, I. (2019). Influence of genotypic and paratype factors on realization of dairy productivity of cows. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, (1-2(36-37)), 21-26. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.1-2.3>

5. Hladii M. V., Polupan Yu. P., Bazyshyna I. V., Bezrutchenko I. M., Polupan N. L. Vplyv henetychnykh i paratypovykh chynnykiv na hospodarsky korysni oznaky koriv. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. 2014. № 48. S. 48–58.

6. Dymchuk A. V. (2011). Vplyv riznykh typiv pidboru na hospodarsko-biologichni oznaky tvaryn podilskoho zavodskoho typu ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk : 06.02.01 NAAN Ukrainy, In-t rozvedennia i henetyky tvaryn. Kyiv: Chubynske. 20 s.

7. ElBoshra M. E., Ali T. E., Hassabo A. A. (2016). Genetic and environmental factors affecting 305-day mature equivalent milk yield of Holstein Friesian cows in the United Arab Emirates. *J. of Agricultural and Marine Sciences*. 21(1). P. 2–7. <https://doi.org/10.24200/jams.vol21iss0pp1-6>.

8. Kramarenko, S., Kuzmichova, N., & Kramarenko, A. (2018). Analysis of Genotype × Environment Interaction for milk production in dairy cow. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 20(89), 27-34. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8905>

9. Piddubna L. M., Zakharchuk D. V., Korniiichuk D. O. (2021). Otsinka vplyvu kompleksu faktoriv na molochnu produktyvnist koriv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo»*, vypusk 2 (45). S. 113–120.

10. Pishchan I. S. (2016). Henotypovi ta paratypovi faktory formuvannia molochnoi produktyvnosti koriv shvitskoi porody v avstriiskii ekolohichnii zoni pokhodzhennia. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. Gzhytskoho*. T. 18. № 2 (67). S. 187–194. <https://doi.org/10.15421/nvlvet6742>.

11. Plokhynskiy N. A. (1969). *Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnikov*. M.: Kolos, 246 s.

12. Polupan Y. P., Melnik Y. F. & Biriukova O. D. (2019). Influence of genetic factors on the productivity of cows. *Animal Breeding and Genetics*, 58, 41–51. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.58.06>.

13. Ponko L. P. (2015). Otsinka selektsiino-henetychnykh faktoriv formuvannia produktyvnykh oznak u tvaryn ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody podilskoho zavodskoho typu. *Dysertatsiia kand. s.-h. nauk: 06.02.01. Mykolaiv. nats. ahrar. un-t. Mykolaiv*. 200 s.

Димчук А. В., Понько Л. П.

14. Skoromna O. I., Razanova O. P., Polishchuk T. V., Shevchuk T. V., Bernyk I. M., Paladiichuk O. R. (2020). Naukovo obgruntovani zakhody pidvyshchennia molochnoi produktyvnosti koriv ta pokrashchennia yakosti syrovyny v umovakh vyrobnytstva: Monohrafiia. VNAU. 174 s.

15. Surkova S. A., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Barmina T. N., Kaidulina A. A. and Mosolova N. I. (2021). Cows milk productivity: effects of bulls genotype and line. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 839. Innovative Development of Agrarian-and-Food Technologies. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/3/032007>.

16. Khmelnychy L. M., Vechorka V. V. (2019). Formuvannia oznak molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody pid vplyvom henetychnykh chynnykiv. Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo». Vyp. 3 (38). S. 62–72. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.3.9>.

17. Khmelnychy L. M., Salohub A. M., Vechorka V. V., Havryliuk O. I. (2014). Vplyv henotypovykh ta paratypovykh chynnykiv na oznaky molochnoi produktyvnosti koriv riznykh porid. Visnyk Sums'koho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo». Vyp. 2/1 (24). S. 87–91.

## INFLUENCE OF GENOTYPE AND PHENOTYPE FACTORS ON MILK PRODUCTIVITY OF COWS

A. Dymchuk, L. Ponko

**Abstract.** *The article examines the influence of genotypic and phenotypic factors on the milk productivity of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed in the conditions of LLC "Agrofirma "Sonyashnyk" of the Globyn district of the Poltava region.*

*Based on the results of our own research, it was established that first-born cows of the studied lines differ in terms of milk productivity, which indicates the hereditary influence of genealogical formations. The highest indicators of milk productivity have animals of three lines - Marshal, Cadillac Rf and Cavalera Rf: Nadia - 7501.0-8775.9 kg, milk fat - 279.5-332.4 kg, milk protein - 234.9-271.4 kg. Animals of the Eleveishna and Butmeike lines have the lowest indicators of milk productivity - 5065.2-5112.4 kg, 187.4-199.4 kg, 162.1-163.6 kg, respectively ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ).*

*The highest milk yield and milk fat are characterized by the daughters of the bulls Savva, Sapphire Et Red, V. Vilmos, Matrix Et Red and K. D. Lily Red Et - 8408.4-9007.0 kg and 319.5-347.3 kg, which on 772.5-3951.9 kg and 133.2-155.2 kg more than peers, respectively ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ). The highest fat content is 4.0% in the daughters of Paradox Red Etn and Shchyglyk Et ( $P < 0.05$ ).*

*Our research proves that the live weight of firstborns at the first calving likely affects their milk productivity. With an increase in live weight up to 700 kg - their hope increases by 1545.3 kg, milk fat - 62.7 kg, protein - 53.5 kg ( $P < 0.05$ ).*

*According to the results of our research, it was established that the year of birth of first-born cows affects their hope. Thus, first-born animals born in 2018 probably exceeded animals born in 2012 in terms of milk yield by 2735.2 kg, milk fat - 90.2 kg, and protein - 87.7 kg ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ).*

*It was established that indicators of milk productivity of first-born cows depend on genotypic factors by 10.1-24.5%. Paternal origin has the greatest influence, its influence on hope is 23.5 %, the content of fat and protein in milk is 15.2-24.5 %*

Димчук А. В., Понько Л. П.

( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ). The second place is occupied by linear belonging, its influence on the above indicators is 20.7, 10.1-12.3 % ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ).

The obtained data on the influence of phenotypic factors, including the year of birth, testify to the influence of the year factor on the milk productivity of first-borns. Quantitative signs depend on the conditions created for raising young animals or keeping first-born cows in a specific year of their birth. The strength of influence on hope, milk fat and protein content was 5.2, 15.1 and 5.7 % with high probability criteria ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$ ).

The obtained results make it possible to develop comprehensive measures to increase the level of milk productivity of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed.

**Key words:** cows, milk productivity, genotypic and phenotypic factors, line, strength of influence, year of birth, live weight

Димчук А. В., Понько Л. П.

УДК 636.082.32.235.1

**ВПЛИВ ЖИВОЇ МАСИ, ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ ТА ОТЕЛЕННЯ  
НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ****А. В. ДИМЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-7749-9327>*E-mail:* scandinav.23@gmail.com**Л. П. ПОНЬКО**, кандидат сільськогосподарських наук,<https://orcid.org/0000-0003-4405-7781>*E-mail:* ponko\_lyuda@ukr.net**Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»**<https://doi.org/dopovidi2022.04.009>

**Анотація.** У статті вивчено вплив живої маси, віку першого осіменіння та отелення на молочну продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи в умовах ТОВ «АТЗТ Мирне» Кіцманського району Чернівецької області.

Результати наших досліджень свідчать про вплив живої маси тварин на їх молочну продуктивність. При збільшенні живої маси тварин при першому осіменінні з 300 до 450 кг надій зростає на 699,3 кг, молочний жир – 28,9 кг і молочний білок – 25,2 кг ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ). Сила впливу живої маси при першому осіменінні на надій, кількість молочного жиру та білку складала 15,1-19,1 %.

При дослідженні залежності молочної продуктивності первісток української червоно-рябої молочної породи від віку їх першого осіменіння встановлено, що найвищий надій, кількість молочного жиру і білку мали корови у яких вік першого осіменіння коливався в межах 16,1-18,0 міс. – 6875,8, 266,6, 227,1 кг відповідно ( $P < 0,05$ ). Сила впливу віку першого осіменіння на надій, кількість молочного жиру та білку становила 5,7-9,5 %.

За результатами власних досліджень встановлено, що жива маса корів-первісток при першому отеленні впливає на їх молочну продуктивність. При збільшенні живої маси до 550 кг – зростає їх надій на 312,9 кг, молочний жир – 11 кг, білок – 10,8 кг. Коефіцієнти кореляції між живою масою при першому отеленні корів і їх продуктивними показниками становили 0,100-0,113. Встановлено суттєвий вплив живої маси первісток при першому отеленні на їх надій, кількість молочного жиру та білку (15,3-22,9 %), що доводить необхідність інтенсивного вирощування ремонтного молодняка.

Встановлено, що вік першого отелення корів-первісток впливає на їх майбутню молочну продуктивність. Найвищий надій, кількість молочного жиру і білку мали корови, у яких вік першого отелення знаходився в межах 25,1-27,0 міс. – 6510,2, 252,3 та 217,0 кг відповідно ( $P < 0,05$ ). Найнижчими показниками молочної продуктивності характеризувалися первістки з віком першого отелення 29,1–31,0 місяців. Їх надій становив 6017,2 кг, кількість молочного жиру і білку – 234,7 і 198,6 кг відповідно ( $P < 0,05$ ). Коефіцієнти кореляції між віком тварин при першому отеленні та їх молочною

Димчук А. В., Понько Л. П.

*продуктивністю знаходилися в межах 0,067-0,240. Сила впливу віку першого отелення на надій, кількість молочного жиру та білку складала 20,7-23,6 %.*

**Ключові слова:** порода, корови, вік, осіменіння, отелення, жива маса, молочна продуктивність

### **Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Основне завдання фахівців у галузі молочного скотарства це підвищення молочної продуктивності корів. Молочна продуктивність тварин залежить від ряду факторів: породи, генотипу тварини, середовища, в якому реалізується генетичний потенціал тварин, тому її підвищення є актуальним і досить складним завданням для селекціонерів. Чисельними дослідженнями науковців доведено, що молочна продуктивність корів значною мірою обумовлюється їх живою масою. Адже вона є показником загального розвитку та вгодованості тварин. Великі тварини поїдають більше кормів, необхідних для продукування молока [3-5; 7-8].

Значний вплив на молочну продуктивність первісток та тривалість господарського використання має інтенсивність вирощування, їх вік та жива маса при першому осіменінні та отеленні. Їх необхідно осіменяти, коли жива маса досягає 70 % живої маси дорослої тварини. Багаточисельними дослідженнями доведено, що ефективність відтворення молочної худоби значною мірою залежить від віку першого осіменіння та отелення

тварин. Відомо, що вік першого осіменіння і отелення має значний вплив на продуктивність і прояв основних селекційних ознак корів. Тому, при організації відтворення цим показникам приділяють значну увагу [1; 9-10].

При інтенсивному вирощуванні телиць і правильній підготовці нетелей до отелення від первісток можна отримати 5000-6000 кг молока. Оптимальний вік першого отелення корів залежить від їх породних та індивідуальних особливостей [12-13].

Отже, метою наших досліджень було вивчення впливу названих вище показників на молочну продуктивність корів-первісток української червоно-рябої молочної породи.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведені за матеріалами первинного племінного обліку в стаді ТОВ «АТЗТ Мирне» Кіцманського району Чернівецької області за матеріалами СУМС «Інтесел Орсек».

Мета роботи – аналіз впливу живої маси, віку першого осіменіння та отелення на молочну продуктивність корів української червоно-рябої молочної породи.

Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної

Димчук А. В., Понько Л. П.

статистики [6] за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій.

### Результати досліджень та їх обговорення.

Молочна продуктивність корів-первісток значною мірою залежить від їх живої маси, адже вона є показником загального розвитку та вгодованості тварин. Науковцями доведено, що

високу молочну продуктивність корів-первісток можна отримати лише за інтенсивного вирощування ремонтних телиць, тоді вони будуть добре розвинені і підготовлені до першого осіменіння [1-3; 11-14]. Результати наших досліджень свідчать про вплив живої маси тварин при першому осіменінні на їх молочну продуктивність (табл. 1).

### 1. Молочна продуктивність корів залежно від живої маси при першому осіменінні, $x \pm S.E.$

Жива маса, кг	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
До 300	33	6003,5±245,6	3,8±0,1	230,9±9,5	3,3±0,1	197,9±8,2
301-350	127	6185,5±116,2	3,9±0,1	239,0±4,5	3,3±0,1	205,0±3,9
351-400	211	6601,6±91,3*	3,9±0,1	256,1±3,6*	3,3±0,1	220,2±3,1*
401-450	103	6702,8±113,3**	3,9±0,2	259,8±4,5**	3,3±0,1	223,1±3,9**
451 і більше	16	6697,1±304,4	3,9±0,1	260,1±11,8	3,3±0,1	223,0±10,3

\* P<0,05; \*\* P<0,01

За збільшення живої маси тварин з 300 до 450 кг надій зростає на 699,3 кг, молочний жир – 28,9 кг і молочний білок – 25,2 кг (P<0,05, P<0,01). Подальше збільшення живої маси тварин не супроводжується суттєвим підвищенням молочної продуктивності, проте вона залишається на високому рівні – 6697,1; 260,1 і 223,0 кг відповідно.

Встановлено незначні коефіцієнти кореляції між живою масою при першому осіменінні корів і їх надоем (0,185), кількістю молочного жиру (0,192) та молочного білку (0,182). Сила впливу живої маси при першому осіменінні на надій, кількість молочного жиру та білку складала 15,1-19,1 % (табл. 2).

### 2. Коефіцієнти кореляції і сила впливу живої маси корів при першому осіменінні на їх молочну продуктивність

I лактація	Кореляція живої маси тварин при першому осіменінні з:				
	надоем	вмістом жиру	кількістю молочного жиру	вмістом білку	кількістю молочного білку
	0,185	0,136	0,192	0,133	0,182
I лактація	Сила впливу (%) живої маси тварин при першому осіменінні на:				
	надій	вміст жиру	кількість молочного жиру	вміст білку	кількість молочного білку
	18,7	15,3	19,1	12,3	15,1

Дослідженням залежності молочної продуктивності первісток від віку їх першого осіменіння (табл. 3) встановлено, що найвищий надій, кількість молочного

жиру і білку мали корови у яких вік першого осіменіння коливався в межах 16,1-18,0 міс. – 6875,8, 266,6, 227,1 кг відповідно ( $P < 0,05$ ).

### 3. Залежність молочної продуктивності первісток від віку першого осіменіння, $\bar{x} \pm S.E.$

Вік тварин при першому осіменінні, міс.	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
До 16,0	212	6388,4±89,8	3,9±0,1	247,0±3,5	3,3±0,1	212,0±3,0
16,1–18,0	155	6875,8±208,8*	3,9±0,2	266,6±8,6*	3,3±0,2	227,1±7,4
18,1–20,0	72	6725,4±112,1*	3,9±0,1	260,6±4,4*	3,3±0,1	224,3±3,8*
20,1–22,0	29	6338,8±217,6	3,9±0,1	246,4±8,5	3,3±0,1	211,5±7,4
22,1 і більше	12	6096,6±133,7	3,9±0,1	236,6±5,2	3,3±0,2	203,2±4,5

\*  $P < 0,05$

Найнижчі показники молочної продуктивності мали первістки у віці 22,1 місяці і більше. Їх надій становив 6096,6 кг, кількість молочного жиру – 236,6 і білку – 203,2 кг.

Встановлено незначні як від'ємні, так і позитивні коефіцієнти

кореляції між віком при першому осіменінні корів і їх надоєм (-0,042), кількістю молочного жиру (-0,110) та молочного білку (0,047). Сила впливу віку першого осіменіння на надій, кількість молочного жиру та білку складала 5,7-9,5 % (табл. 4).

### 4. Коефіцієнти кореляції і сила впливу віку корів при першому осіменінні на їх молочну продуктивність

I лактація	Кореляція віку тварин при першому осіменінні з:				
	надоєм	вмістом жиру	кількістю молочного жиру	вмістом білку	кількістю молочного білку
	-0,042	-0,110	0,047	-0,107	0,048
I лактація	Сила впливу (%) віку тварин при першому осіменінні на:				
	надій	вміст жиру	кількість молочного жиру	вміст білку	кількість молочного білку
	9,5	6,8	9,4	6,1	5,7

Проведені нами дослідження доводять, що жива маса корів-первісток при першому отеленні впливає на їх молочну

продуктивність (табл. 5). При збільшенні живої маси до 550 кг – зростає їх надій на 312,9 кг, молочний жир – 11 кг, білок – 10,8 кг. При

Димчук А. В., Понько Л. П.

підвищенні живої маси більше 551 кг високому рівні відповідно – 6682,7 кг, продуктивність корів не 257,1 і 220,1 кг. збільшується, але залишається на

### 5. Молочна продуктивність корів залежно від живої маси при першому отеленні, $x \pm S.E.$

Жива маса, кг	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
До 500	419	6434,2±61,7	3,9±0,1	249,3±2,4	3,3±0,1	214,0±2,1
501-550	58	6747,1±195,0	3,8±0,1	260,3±7,8	3,3±0,1	224,8±6,8
551 і більше	13	6682,7±458,0	3,8±0,1	257,1±18,5	3,3±0,1	220,1±15,6

Коефіцієнти кореляції між живою масою при першому отеленні корів і їх продуктивними показниками становили -0,072-0,113. Встановлено суттєвий вплив живої маси первісток при першому

отеленні на їх надій, кількість молочного жиру та білку (15,3-22,9 %), що доводить необхідність інтенсивного вирощування ремонтного молодняка (табл. 6).

### 6. Коефіцієнти кореляції і сила впливу живої маси корів при першому отеленні на їх молочну продуктивність

I лактація	Кореляція живої маси тварин при першому отеленні з:				
	надоем	вмістом жиру	кількістю молочного жиру	вмістом білку	кількістю молочного білку
	0,113	-0,187	0,100	-0,072	0,107
I лактація	Сила впливу (%) живої маси тварин при першому отеленні на:				
	надій	вміст жиру	кількість молочного жиру	вміст білку	кількість молочного білку
	22,9	17,2	21,6	14,1	15,3

Результатами наших досліджень встановлено, що вік першого отелення корів-первісток впливає на їх майбутню молочну продуктивність (табл. 7). Найвищий надій, кількість молочного жиру і білку мали корови, у яких вік першого отелення знаходився в межах 25,1-27,0 міс. – 6510,2, 252,3 та 217,0 кг

відповідно ( $P < 0,05$ ). Найнижчими показниками молочної продуктивності характеризувалися первістки з віком першого отелення 29,1–31,0 місяців. Їх надій становив 6017,2 кг, кількість молочного жиру і білку – 234,7 і 198,6 кг відповідно ( $P < 0,05$ ).

Димчук А. В., Понько Л. П.

## 7. Залежність молочної продуктивності корів від віку їх першого отелення, $x \pm S.E.$

Вік тварин при першому отеленні, міс.	n	Продуктивність за 305 днів лактації:				
		надій, кг	вміст жиру, %	молочний жир, кг	вміст білку, %	молочний білок, кг
До 25,0	210	6472,9±96,9	3,9±0,1	249,9±3,8	3,3±0,1	214,8±3,3
25,1–27,0	135	6510,2±112,6*	3,9±0,1	252,3±4,4*	3,3±0,1	217,0±3,8*
27,1–29,0	84	6355,2±129,9	3,9±0,1	247,2±5,1	3,3±0,1	211,9±4,4
29,1–31,0	29	6017,2±217,7*	3,9±0,1	234,7±8,6*	3,3±0,1	198,6±7,4*
31,1 і більше	22	6064,3±216,1*	3,9±0,1	236,5±8,3*	3,3±0,1	200,1±7,3*

\*  $P < 0,05$ 

Коефіцієнти кореляції між віком тварин при першому отеленні та їх молочною продуктивністю знаходилися в межах  $-0,088-0,240$ .

Сила впливу віку першого отелення на надій, кількість молочного жиру та білку складала  $20,7-23,6\%$  (табл. 8).

## 8. Коефіцієнти кореляції і сила впливу віку корів при першому отеленні на їх молочну продуктивність

I лактація	Кореляція віку тварин при першому отеленні з:				
	надоєм	вмістом жиру	кількістю молочного жиру	вмістом білку	кількістю молочного білку
	0,218	-0,088	0,240	0,067	0,202
I лактація	Сила впливу (%) віку тварин при першому отеленні на:				
	надій	вміст жиру	кількість молочного жиру	вміст білку	кількість молочного білку
	23,6	18,7	22,9	15,6	20,7

Аналогічні дані про значний вплив віку корів при першому отеленні на показники молочної продуктивності вказують у своїх роботах інші науковці [2-4; 11, с. 99; 14, с. 39].

**Висновки.** 1. У результаті проведених досліджень доведено вплив живої маси, віку першого осіменіння та отелення на молочну продуктивність корів-первісток

### Список використаних джерел

1. Димчук А. В. Показники відтворювальної здатності та їх вплив на надій корів. Збірник наукових праць

української червоно-рябої молочної породи.

2. При збільшенні живої маси тварин при першому осіменінні з 300 до 450 кг надій зростає на 699,3 кг, молочний жир – 28,9 кг і молочний білок – 25,2 кг ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ).

3. Сила впливу живої маси та віку первісток при першому отеленні на їх продуктивні показники становить  $15,3-23,6\%$ .

Подільського державного аграрно-технічного університету. Технічні науки. Вип. 24(2). 2016. С. 73-79.

Димчук А. В., Понько Л. П.

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatut\\_2016\\_24%282%29\\_\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatut_2016_24%282%29__12).

2. Кочук-Яценко О. А., Кучер Д. М., Устимович О. О., Мосійчук М. В., Биштранівський Ю. І. Відтворювальна здатність корів-первісток симентальської породи за органічного та конвенційного виробництва молока. Розведення і генетика тварин. 2021. Вип. 62. С. 145–158. <https://doi.org/10.31073/abg.62.19>.

3. Климковецький А. А., Носевич Д. К. Продуктивність первісток української чорно-рябої молочної породи за різного вагового росту телиць. *Animal science and food technology*. Vol. 11, № 3, 2020. Р. 22–33. <https://doi.org/10.31548/animal2020.03.022>.

4. Новак І. В., Федорович В. В., Федорович Є. І. Вплив віку першого плідного осіменіння і першого отелення на формування молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи. *Біологія тварин*. Т. 14, № 1-2. 2012. С. 486–490.

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv\\_2012\\_14\\_1-2\\_79](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2012_14_1-2_79).

5. Папакіна Н. С., Архангельська М. В., Кушнеренко В. Г. Зв'язок сервіс-періоду з молочною продуктивністю корів ДП ДГ «Асканійське». *Таврійський науковий вісник* № 105. 2019. С. 180–185.

6. Плохинский Н. А. *Руководство по биометрии для зоотехников*. Москва: Колос, 1969. 256 с.

7. Сидоренко О. В., Войтенко С. Л., Порхун М. Г. Результати оцінки великої рогатої худоби племінних стад дослідних господарств мережі НААН та рекомендації щодо ведення племінної справи у молочному скотарстві. *Полтава: ПП Астрія*. 2020. 38 с.

8. Скоромна О. І., Разанова О. П., Поліщук Т. В., Шевчук Т. В., Берник І. М., Паладійчук О. Р. *Науково обгрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва: Монографія*. ВНАУ. 2020. 174 с.

9. Федорович Є., Щербатий З., Бондар П. Вплив показників відтворної

здатності на молочну продуктивність корів. *Тваринництво України*. № 2. 2014. С. 38–41.

10. Fedorovych Y., Fedorovych V., Mazur N., Bodnar P. & Fil F. (2019). Reproductive ability of cows and their descendants of different generations. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*. 4(39). 20–27. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.4.3>.

11. Fedorovych V. V. (2017). Dairy productivity of Simmental breed cows depending on their live weight during growing period. *Scientific Messenger LNUVMB*. 19 (79). P. 93–99.

12. Шарапа Г. С., Кузєбний С. В. Відтворна здатність і продуктивність корів нових молочних порід. *Розведення і генетика тварин*. 2015. Вип. 50. С. 225–229.

13. Шарапа Г. С., Демчук С. Ю., Бойко О. В. Відтворювальна здатність і продуктивність корів залежно від віку запліднення телиць. *Розведення і генетика тварин*. Вип. 61. 2021. С. 207–215. <https://doi.org/10.31073/abg.61.24>.

14. Шпетний М. Б., Заболотна В. К., Гришин С. Ю. Молочна продуктивність та відтворювальна здатність корів залежно від генетичних та паратипових чинників. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Випуск 4 (47). 2021. С. 33–42. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.6>.

## References

1. Dymchuk A. V. (2016). Pokaznyky vidtvoriuvalnoi zdatnosti ta yikh vplyv na nadii koriv. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*. Vyp. 24(2). S. 73-79. DOI: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatut\\_2016\\_24%282%29\\_\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatut_2016_24%282%29__12).

2. Kochuk-Yashchenko O. A., Kucher D. M., Ustymovych O. O., Mosiichuk M. V., Bystranivskiy Yu. I. (2021). Vidtvoriuvalna zdavnist koriv-pervistok symentalskoi porody za orhanichnoho ta konventsiinoho vyrobnytstva moloka. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*. Vyp. 62. S. 145–158. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.62.19>.

3. Klymkovetskyi A. A., Nosevych D. K. (2020). Produktyvnist pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznoho

Димчук А. В., Понько Л. П.

vahovoho rostu telyts. Animal science and food technology. Vol. 11. № 3, P. 22–33. DOI: <https://doi.org/10.31548/animal2020.03.022>.

4. Novak I. V., Fedorovych V. V., Fedorovych Ye. I. (2012). Vplyv viku pershoho plidnogo osimeninnia i pershoho oteleennia na formuvannia molochnoi produktyvnosti koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody. Biolohiia tvaryn. T. 14, № 1-2. S. 486–490. DOI: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv\\_2012\\_14\\_1-2\\_79](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bitv_2012_14_1-2_79).

5. Papakina N. S., Arkhanhelska M. V., Kushnerenko V. H. (2019). Zviazok servis-periodu z molochnoiu produktyvnistiu koriv DP DH «Askaniiske». Tavriiskyi naukovyi visnyk № 105. S. 180–185.

6. Plokhynskiy N. A. (1969). Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnykov. Moskva: Kolos. 256 s.

7. Sydorenko O. V., Voitenko S. L., Porkhun M. H. (2020). Rezultaty otsinky velykoi rohatoi khudoby plemynnykh stad doslidnykh gospodarstv merezhi NAAN ta rekomendatsii shchodo vedennia plemynnoi spravy u molochnomu skotarstvi. Poltava: PP Astraia. 38 s.

8. Skoromna O. I., Razanova O. P., Polishchuk T. V., Shevchuk T. V., Bernyk I. M., Paladiichuk O. R. (2020). Naukovo obhruntovani zakhody pidvyshchennia molochnoi produktyvnosti koriv ta pokrashchennia yakosti syrovyny v umovakh vyrobnytstva: Monohrafiia. VNAU. 174 s.

9. Fedorovych Ye., Shcherbatyi Z., Bondar P. (2014). Vplyv pokaznykiv

vidtvornoj zdatnosti na molochnu produktyvnist koriv. Tvarynnytstvo Ukrainy. № 2. S. 38–41.

10. Fedorovych Y., Fedorovych V., Mazur N., Bodnar P. & Fil F. (2019). Reproductive ability of cows and their descendants of different generations. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock. 4(39). 20–27. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.4.3>.

11. Fedorovych V. V. (2017). Dairy productivity of Simmental breed cows depending on their live weight during growing period. Scientific Messenger LNUVMB. 19 (79). P. 93–99.

12. Sharapa H. S., Kuzebnyi S. V. (2015). Vidtvorna zdatnist i produktyvnist koriv novykh molochnykh porid. Rozvedennia i henetyka tvaryn. Vyp. 50. S. 225–229.

13. Sharapa H. S., Demchuk S. Yu., Boiko O. V. (2021). Vidtvoriuvalna zdatnist i produktyvnist koriv zalezno vid viku zaplidnennia telyts. Rozvedennia i henetyka tvaryn. Vyp. 61. S. 207–215. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.61.24>.

14. Shpetnyi M. B., Zabolotna V. K., Hryshyn S. Yu. (2021). Molochna produktyvnist ta vidtvoriuvalna zdatnist koriv zalezno vid henetychnykh ta paratypovykh chynnykiv. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnytstvo». Vypusk 4 (47). S. 33–42. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.6>.

## INFLUENCE OF LIVE WEIGHT, AGE OF FIRST INSEMINATION AND CALVING ON MILK PRODUCTIVITY OF COWS

A. Dymchuk, L. Ponko

**Abstract.** *The article examines the influence of live weight, age of first insemination and calving on the milk productivity of cows of the Ukrainian red-spotted dairy breed in the conditions of LLC "ATZT Myrne" of the Kitsman district of the Chernivtsi region.*

*The milk productivity of first-born cows largely depends on their live weight, because it is an indicator of the general development and fattening of animals. The results of our research indicate the influence of live weight of animals on their milk productivity. When the live weight of animals at the first insemination increases from 300 to 450 kg, the yield increases by 699.3 kg, milk fat by 28.9 kg, and milk protein by*

Димчук А. В., Понько Л. П.

25.2 kg ( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ). The influence of live weight at the first insemination on fertility, the amount of milk fat and protein was 15.1-19.1 %.

When studying the dependence of the milk productivity of first-borns of the Ukrainian red-spotted dairy breed on the age of their first insemination, it was established that the cows with the age of first insemination ranged from 16.1 to 18.0 months had the highest fertility, the amount of milk fat and protein. – 6875.8, 266.6, 227.1 kg, respectively ( $P<0.05$ ). The influence of the age of first insemination on fertility, the amount of milk fat and protein was 5.7-9.5 %.

According to the results of own research, it was established that the live weight of first-born cows at the first calving affects their milk productivity. With an increase in live weight to 550 kg, their weight increases by 312.9 kg, milk fat by 11 kg, and protein by 10.8 kg. With an increase in live weight of more than 551 kg, the productivity of cows does not increase, but remains at a high level - 6682.7 kg, 257.1 and 220.1 kg, respectively. Correlation coefficients between live weight at the first calving of cows and their productive indicators were -0.072-0.113. A significant influence of the live weight of the firstborns at the first calving on their fertility, the amount of milk fat and protein (15.3-22.9 %) was established, which proves the need for intensive breeding of repair young.

It has been established that the age of first calving of first-born cows affects their future milk productivity. Cows with the age of first calving in the range of 25.1-27.0 months had the highest hope, amount of milk fat and protein. – 6510.2, 252.3 and 217.0 kg, respectively ( $P<0.05$ ). First-borns with the age of first calving of 29.1–31.0 months were characterized by the lowest indicators of milk productivity. Their weight was 6017.2 kg, the amount of milk fat and protein was 234.7 and 198.6 kg, respectively ( $P<0.05$ ). The correlation coefficients between the age of the animals at the first calving and their milk productivity were in the range of -0.088–0.240. The influence of the age of the first calving on fertility, the amount of milk fat and protein was 20.7-23.6 %.

**Key words:** breed, cows, age, insemination, calving, live weight, milk productivity

УДК: 619:638.1

**ПОРІВНЯЛЬНА ДИНАМІКА ПОШИРЕННЯ ВАРООЗУ БДЖІЛ В  
УКРАЇНІ ЗА ПЕРІОД 2008–2011 ТА 2018-2021 РОКИ**

**В. М. ЛИТВИНЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: lytvynenko\_vm@nubip.edu.ua

**О. М. ЧЕЧЕТ**, кандидат ветеринарних наук, директор

E-mail: o.chechet@vetlabresearch.gov.ua

**О. П. ЛИТВИНЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, завідувач науково дослідного паразитологічного відділу

E-mail: 2431519@ukr.net

**О. І. МІРОШНІЧЕНКО**, провідний лікар ветеринарної медицини

E-mail: cdlvm1@ukr.net

**Д. А. МОРОЗ**, начальник відділу безперервної професійної освіти

E-mail: moroz-vet@ukr.net

**В. С. БАРАНОВ**, начальник лабораторії пріонних захворювань

E-mail: veter22@outlook.com

**О. М. ЄРМОЛЕНКО**, аспірант, провідний лікар відділу організації діагностики інфекційних захворювань,

E-mail: Alex-dndi@ukr.net

**С. М. ЛИТВИНЕНКО** молодший науковий співробітник, науково дослідного патоморфологічного відділу

E-mail: litvinenko79@ukr.net

*Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи*

<https://doi.org/dopovid2022.04.010>

*Анотація.* Кліщ *Varroa destructor* розглядається як основна біотична загроза для *A. mellifera* європейського походження. Популяція кліща може призвести до втрати бджолиній сім'ї за перший рік паразитування. У межах пасіки варооз призводить до прояву вірусних хвороб, сприяє чутливості до отруєнь інсектицидами, збільшує матеріальні і трудові витрати на проведення противароозних заходів.

Мета роботи полягала у вивченні динаміки епізоотичного процесу вароозу через порівняння інвазованості ураження через десятиліття в розрізі 2008-2011 та 2018-2021 років в областях України.

Матеріалом для статистичного аналізу слугували річні форми звітності № 2-Вет "Звіт про роботу державних лабораторій ветеринарної медицини".

Середня інвазованість вароозом бджіл за 2008-2011 роки склала 3,8 %. Рівень інвазованості у цей період часу коливався в межах від 1,2 до 5,1 %.

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Єрмоленко О. М., Литвиненко С. М.

За період 2018-2021 роки визначено середню інвазованість бджіл вароозом – 2,4 %.

Зниження інвазованості вароозу з 3,8 до 2,4 % спостерігається за поліпшенні епізоотичної ситуації на півночі і центрі України у Київській, Житомирській, Чернігівській Сумській, Чернівецькій, Одеській, Вінницькій, Черкаській, Полтавській та Харківській області.

За роки досліджень Закарпатська та Львівська область стабільно залишається у тимчасово благополучній зоні ризику із-за розвинутого пакетного бджільництва, за якого проводяться весняні противароозні обробки бджолиних сімей.

Нашими дослідження підтверджується вплив географічно-кліматичних чинників на інвазивність та поширеність захворювання. Широкий вибір лікувально-профілактичних препаратів дає можливість розробити більш ефективні схеми та техніки противароозних обробок бджолиних сімей на пасіках. Однак певна хаотичність та розрізненість науково-виробничих досліджень не дозволяє знизити динаміку інвазивності у всіх адміністративних областях України.

**Ключові слова:** *Varroa destructor*, варооз, варроатоз, поширення, епізоотичний процес, інвазованість, зони ризику

**Актуальність.** Ефективність кожної галузі сільськогосподарського виробництва, в тому числі і бджільництва визначається багатьма об'єктивними і суб'єктивними чинниками. Поміж них і рівень розвитку експериментальної і клінічної ветеринарної медицини, що дає змогу розробляти способи й методи діагностики, профілактики та лікування інфекційних та інвазійних хвороб бджіл. Медоносні бджоли, так само як і інші види комах, схильні до різних захворювань, які спричиняють значні економічні збитки [1, 2]. З таких захворювань найбільш поширеною хворобою в Україні є – варооз.

Варооз бджіл (варроатоз) - важко протікаюча небезпечна інвазійна хвороба бджоли медоносної (*Apis*

*mellifera*), що викликається кліщем *Varroa destructor*. Етіологічний чинник у своїх дослідженнях підтвердив Wenfeng Li [3] *V. destructor* надає значну перевагу паразитуванню на личинках *A. mellifera*, а не на *A. cerana*. Кліщ *Varroa destructor* вражає личинок, лялечок, дорослих робочих бджіл, трутнів і маток, харчуючись їх гемолімфою та жировим тілом [4]. Кліщ за сьогодення розглядається як основна біотична загроза для *A. mellifera* європейського походження [5].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Основне значення в епізоотології вароозу відіграють самки кліща, які здатні існувати поза комірками з розплодом і розселятися по вулику, а також зимувати на

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Ермоленко О. М., Литвиненко С. М.

бджолах. За весняного потепління розпочинається розвиток популяції кліща. Самки і самці кліща паразитують у запечатаних комірках на розпліді, де в оточенні воскових структур почуваються захищеними, розмножуються, розвиваються та послаблюють імунітет наявної, а особливо майбутній популяції бджіл. З часом кількісна популяція кліща зростає, як і зростає його відсотковий вміст у бджолиній сім'ї [6, 7]. Особливо гостро інвазивність відображається восени коли кількість бджіл у сім'ї меншає, а кількість кліща ще збільшується з виходом осіннього бджолиного розплоду в результаті чого суттєво збільшується відсоток інвазованості сім'ї. Складність інвазії полягає у невідкладності проведення лікувальних, а в основному превентивних заходів оскільки бджолина сім'я не може самостійно оздоровитися від паразита, який з часом примножується, а обробки під час медозбору не проводяться. Захворювання призводить до втрати продуктивності пасіки прояву вірусних хвороб [2], збільшення чутливості до отруєння інсектицидами [8] та загибелі бджолиних сімей зимою [5, 9, 10] крім того значних матеріальних і трудових витрат на проведення противароозних заходів на пасіці.

Основою превентивних заходів із вароозу є посилений контроль ступеню ураження сімей [11] на

основі якого і проводяться лікувально-профілактичні обробки бджолиних сімей за умов сьогодення в три етапи [5]. Особливої актуальності набуває весняна обробка бджолиних сімей [12].

Проведення противароозних заходів, на більшості пасік України, базується на застосуванні хімічних засобів. На ринку противароозних препаратів України станом на 2020 року доступно 136 найменувань, 79 з яких – імпорتنі [12, 13]. Що надає можливість використовувати різні схеми обробок, комбінуючи та змінюючи діючу речовину на кліща. Пошук найбільш екологічних та ефективних противароозних схем ведеться у всьому світі. Ця хвороба є однією з актуальних проблем світового бджільництва [3].

**Мета роботи** полягала у вивченні динаміки епізоотичного процесу вароозу через порівняння інвазованості ураження через десятиліття в розрізі 2008-2011 та 2018-2021 років в областях України.

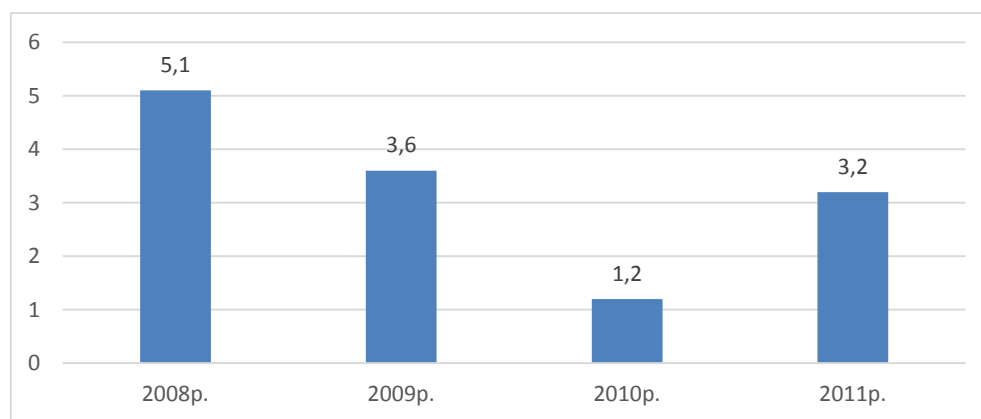
**Матеріали і методи.** Матеріалом для статистичного аналізу слугували річні форми звітності № 2-Вет "Звіт про роботу державних лабораторій ветеринарної медицини" який формувався на основі загальноприйнятих методів діагностики вароозу бджіл в Україні [14, 15].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Державна політика у сфері бджільництва та площі

агротехнічних культур сільськогосподарського виробництва України сприяють розвитку пасік.

Аналіз епізоотичних показників для визначення динаміки епізоотичного процесу вароозу проводили за 2008-2011 та 2018-2021 роки. Так упродовж 2008-2011 року було проведено 503241 досліджень з них позитивний результат було отримано в 19857 випадках, середня інвазованість вароозом бджіл за період з 2008 до 2011 роки склала 3,8 відсотка. Рівень інвазованості за цей період часу коливався в межах від 1,2 до 5,1 відсотки.

Упродовж 2008 року державними лабораторіями Держпродспоживслужби було проведено 158360 досліджень із них позитивний результат отримано в 8079 випадках, що склало 5,1 відсотки рівня інвазованості. За 2009 рік проведено 144822 з них позитивний результат отримано в 5229 випадках, що склало 3,6 відсотки, за 2010 рік проведено 34488 з них позитивний результат отримано в 389 випадках, що склало 1,2 відсотки, за 2011 рік проведено 173609 з них позитивний результат отримано в 5560 випадках, що склало 3,2 відсотки (рис.1).



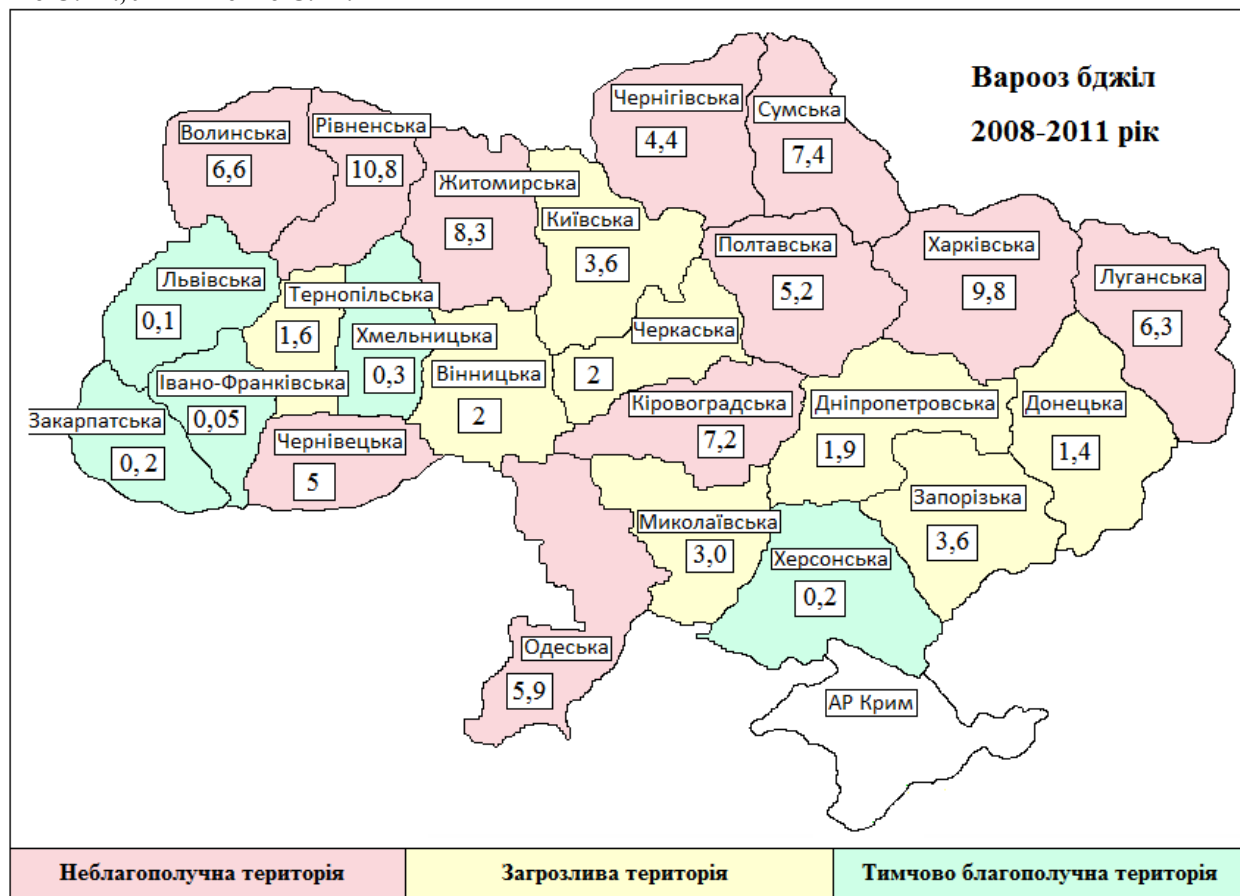
**Рис. 1. Інвазованість бджіл кліщем *V. destructor* в Україні в 2008-2011 рр.**

Згідно даних розвитку епізоотичного процесу з вароозу в Україні виділяється три зони ризику розвитку інвазії:

- неблагополучна – з рівнем інвазування від 4 до 10 %,

- загрозлива – з рівнем інвазування від 1 до 4 %,

- тимчасово благополучна – з рівнем інвазування від 0 до 1 відсотка, що відображено в (рис. 2).



**Рис. 2. Поширеність вароозу в Україні в 2008-2011 рр**

До неблагополучної зони увійшло 13 областей: Волинська – 6,6 %, Рівненська – 10 %, Житомирська – 8,3 %, Чернігівська – 4,4 %, Сумська – 7,4 %, Полтавська – 5,2 %, Харківська – 9,8 %, Одеська – 5,9 %, Чернівецька – 5 %, Кіровоградська – 7,2 %, Луганська 6,3 %.

Загрозливій зоні за інвазованістю відповідають 6 областей: Тернопільська – 1,6 %, Вінницька – 2 %, Черкаська – 2 %, Миколаївська – 3 %, Дніпропетровська – 1,9 %, Донецька – 1,4 %. Київська – 3,6 %, Запорізька – 3,6 %.

Благополучній зоні за результатами досліджень відповідає 5

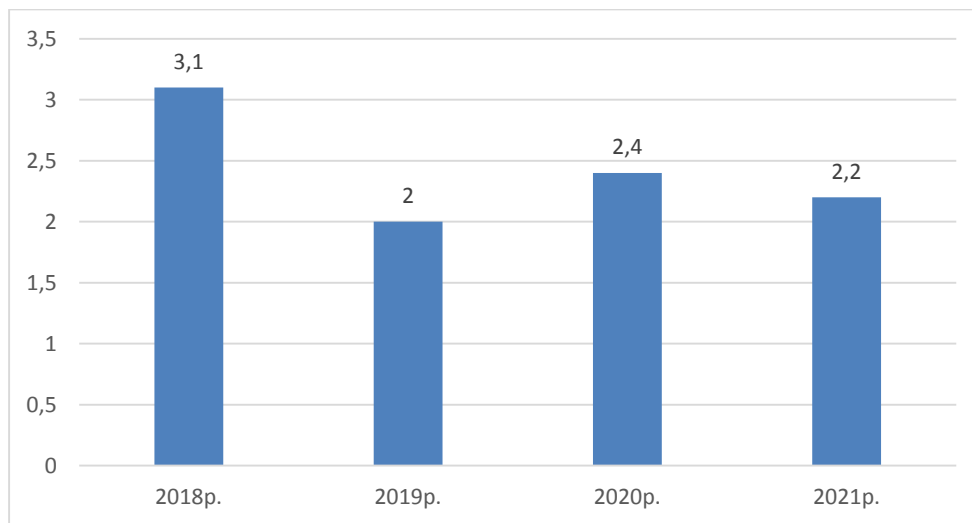
областей України, що мають сприятливі кліматичні умови розвитку пакетного бджільництва: Львівська – 0,1 %, Закарпатська – 0,2 %, Івано-Франківська – 0,05 %, Хмельницька – 0,3 %, Херсонська – 0,2 %.

За період 2018-2021 роки було проведено 503166 досліджень з них позитивний результат було отримано в 11988 випадках, середня інвазованість бджіл вароозом в Україні за період з 2018 по 2021 роки склала 2,4 відсотки.

Рівень інвазованості за даний період часу коливався в межах від 2 до 3,1 відсотка.

Упродовж 2018 року державними лабораторіями Держпродспоживслужби було проведено 82942 з них позитивний результат отримано в 2582 випадках, що склало 3,1 відсотки рівня інвазованості. За 2019 рік проведено 74326 з них позитивний результат

отримано в 1535 випадках що склало 2,0 відсотки, за 2020 рік проведено 130213 з них позитивний результат отримано в 3132 випадках, що склало 2,4 відсотки, за 2021 рік проведено 215685 з них позитивний результат отримано в 4739 випадках, що склало 2,2 відсотки.



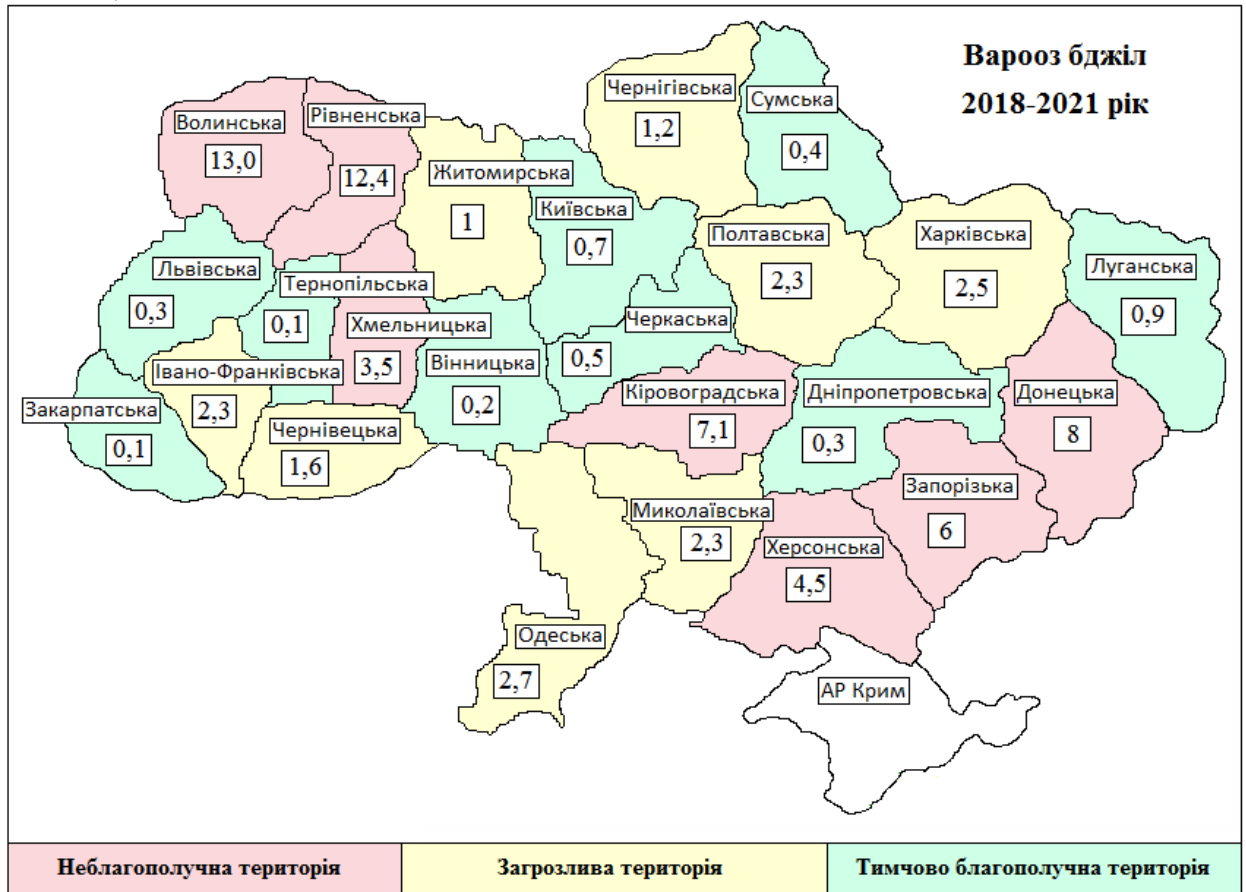
**Рис. 3. Інвазованість бджіл кліщем *V. destructor* в Україні в 2018-2021 рр.**

Відповідно рівня інвазування бджіл варроозною інвазією за період із 2018 до 2021 роки в Україні можна виділити три зони ризику:

- неблагополучна – з рівнем інвазування від 4 до 13 %,

- загрозлива – з рівнем інвазування від 1 до 4 %,

- тимчасово благополучна – з рівнем інвазування від 0-1 %.



**Рис. 4 Поширеність вароозу в Україні в 2018-2021 рр**

До неблагополучної зони ризику увійшло 7 областей: Волинська – 13%, Рівненська – 12,4 %, Донецька – 8%, Кіровоградська – 7,1%, Запорізька – 6%, Херсонська – 4,5%, Хмельницька – 3,5%.

До загрозливої зони були віднесені 8 областей: Одеська – 2,7%, Харківська – 2,5%, Івано-Франківська – 2,3%, Полтавська – 2,3%, Миколаївська – 2,3%, Чернівецька – 1,6%, Чернігівська – 1,2%, Житомирська – 1%.

До тимчасово благополучної зони увійшло 9 областей: Луганська 0,9 %, Київська – 0,7%, Черкаська – 0,5 %, Сумська – 0,4, Львівська – 0,3%, Дніпропетровська – 0,3%,

Вінницька – 0,2%, Закарпатська – 0,1%, Тернопільська – 0,1%.

Зважаючи на географічне поширення вароозу по областях найбільш стабільний показник спостерігається по Кіровоградській області 7,2-7,1%, що вказує на налагоджену роботу з діагностики вароозу. У тимчасово благополучній зоні ризику, за роки досліджень, стабільно залишається Закарпатська та Львівська область, де розвинуте пакетне бджільництво, за якого проводяться весняні противароозні обробки бджолиних сімей.

Зниження інвазованості в Україні з 3,8 до 2,4 % спостерігається за поліпшенні епізоотичної ситуації на півночі і центрі України в

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Ермоленко О. М., Литвиненко С. М.

Київській, Житомирській, Чернігівській Сумській, Чернівецькій, Одеській, Вінницькій, Черкаській, Полтавській та Харківській області, однак за ці роки погіршилася ситуація на півдні України інвазованість *V. destructor* зросла у: Херсонській області на 4,3 %, Запорізькій – 3,6 %, Донецькій – 6,4%. Також ускладнилась ситуація у Волинській та Рівненській областях, які у 2008-2011 рр. були віднесені до неблагополучної зони та інвазованість у 2018-2021 рр. підвищилася відповідно з 6,6 до 13 % та з 10,8 до 12,4 %.

Нашими дослідження збігаються з твердженням (Руттнер 1983), що розмноження кліща залежить від погодних і кліматичних особливостей місцевості. У місцевостях із високою відносною вологістю і помірно високими температурами самки кліща можуть розмножуватись швидше у 2,6 разів. За середнього приросту сім'ї у 131% ступінь враження вароозом зменшувався з 6% до 3,6 % [15].

За даними мінекономіки станом на кінець 2021 року в Україні зареєстровано 2 236144 бджолиних сімей. Початок 2021 року характеризувався зменшенням бджолиних сімей у сільськогосподарських підприємствах на - 3,4%, а в господарствах населення – 1,4% [16]. Лабораторіями

Держпродспоживслужби проведені планові дослідження відібраного матеріалу з від 182740 бджолиних сімей. Широкий вибір лікувально-профілактичних препаратів дає можливість розробити більш ефективні схеми та техніки противароозних обробок бджолиних сімей на пасіках. За даними аргентинських дослідників регіон, і стратегії контролю впливають на рівень зараження *Varroa* протягом року, інвазованість також залежить від дати діагностичних досліджень. Конкретної взаємодії між сезонними і річними чинниками не спостерігається інвазованість сімей в основному залежить від управління бджільництвом і стратегіями контролю [17]. Однак певна хаотичність та розрізненість наукових і виробничих досліджень не дозволяє знизити динаміку інвазованості *V.destructor* у всіх адміністративних областях України [18].

### Висновки і перспективи

Наші дослідження інвазованості вароозом наведені дані в розрізі областей України за визначенням зон ризику: неблагополучної, загрозованої та тимчасово благополучної.

Відсоток середньої інвазованості вароозом бджолиних сімей в Україні за період з 2008 - 2011 років був вищим і склав 3,8 % у порівнянні з періодом 2018-2021 років в якому рівень інвазованості склав 2,4 %.

Відповідно рівня інвазованості найбільш ураженими областями України в 2018-2021 рр. виявилися Волинська, Рівненська, Кіровоградська, Донецька, Запорізька, Херсонська рівень інвазованості в яких більший за 4,5 %. У тимчасово благополучній зоні ризику за роки досліджень стабільно залишається Закарпатська та Львівська область з розвинутим пакетним бджільництвом, за якого проводяться весняні противарозні обробки бджолиних сімей.

### Список використаних джерел

1. Веригін І. П. Профілактика проти кліща варроа. Пасіка. 2019. №3. С. 13-14.
2. José M. Flores, Victoria Gámiz, Ángeles Jiménez-Marín, Alicia Flores-Cortés, Sergio Gil-Lebrero, Juan J. Garrido, María Dolores Hernando (2021). [Impact of *Varroa destructor* and associated pathologies on the colony collapse disorder affecting honey bees]. *Research in Veterinary Science* 6 January. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.01.001>
3. Wenfeng Li, Yi Zhang, Hui Peng, Ruonan Zhang, Zhengwei Wang, Zachary Y. Huang, Yan Ping Chen, Richou Han (2022). [The cell invasion preference of *Varroa destructor* between the original and new honey bee hosts]. *International Journal for Parasitology* 17 September 2021 Volume 52, Issues 2–3 Pages 125-134 <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2021.08.001>
4. Ramsey S.D., et al. (2019). [*Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph] *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 116, pp. 1792-1801
5. Traynor K.S., Mondet F., J.R. de Miranda, Techer M., Kowalik V., M.A.Y. Oddie, Chantawannakul P., A. McAfee (2020). [*Varroa destructor*: a complex parasite, crippling honey bees worldwide]. *Trends Parasitol.*, 36, pp. 592-606, [10.1016/j.pt.2020.04.004](https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.04.004)

Результати досліджень 2018-2021 років говорять про більш ретельне відношення пасічників до потреб контролю інвазованості бджолиних сімей кліщем *V. destructor*, а також потребу ширшого впровадження весняних противарозних обробок. Спроможність лабораторій Держпродспоживслужби провести громісткий об'єм досліджень як за державні кошти, так і за кошти приватних осіб має суттєвий вклад в покращенні епізоотичної ситуації з вароозу.

6. Гайдар В. Кліщ *Varroa destructor* в осінній період. Пасічник. 2019. № 2. С. 6-7.
7. Євстаф'єва В. О., Назаренко О. С. Біологічні особливості сезонної динаміки *Varroa destructor* в умовах Полтавської області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 122–125.
8. Yu-Cheng Zhu, Jianxiu Yao, Yanhua Wang (2021). *Varroa* mite and deformed wing virus infestations interactively make honey bees (*Apis mellifera*) more susceptible to insecticides. *Environmental Pollution* 25. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118212>
9. Julie Hernandez, Jan Hattendorf, Alexandre Aebi, Vincent Dietemann (2022,). [Compliance with recommended *Varroa destructor* treatment regimens improves the survival of honey bee colonies over winter ] *Research in Veterinary Science* Volume 144, Pages 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.12.025>
10. E. Guzman-Novoa, L. Eccles, Yireli Calvete, J. McGowan, P. Kelly, A. Correa-Benitez (2011). *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Biology. Apidologie.* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892055>
11. Хорбінські П. Боротьба з варроатозом «легкою» хімією. Український пасічник. 2017. №1. С.19-22.

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Єрмоленко О. М., Литвиненко С. М.

12. Цермак К. Як зимують кліщі варроа. Український пасічник. 2010. №10. С. 36–37.

13. Федоряк М. М., Филипчук Т. В., Жук А. В. та інші. Противароозні ветеринарні препарати на ринку України в контексті аналізу факторів ризику для медоносних бджіл. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія 23 (2020): "Екологія" <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/16434>

14. Гробов О. Ф. Клещи: паразиты пчел и вредители их продукции. Варрооз / за ред. М. А. Хаднаровой. Москва, 1991. С. 19–68

15. Методические указания по экспресс-диагностике варроатоза и определению степени поражения пчелиных семей клещами варроа в условиях пасеки. Главнщуправление ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 16 января 1984 г.)

16. Моніторинг стану галузей тваринництва/ Міністерство аграрної політики та продовольства України ([minagro.gov.ua](http://minagro.gov.ua)). <https://minagro.gov.ua/napryamki/tvarinnictvo/analiz-ta-monitoring-stanu-galuzej-tvarinnictva>

17. M. Ceccotti, C. Miotti, A. Pacini, M. Signorini, M. Signorini, A. Giacobino (2022) [Varroa destructor and Nosema sp seasonal dynamics in Apis mellifera colonies from temperate climate in Argentina] Revista veterinaria. Vol. 33, No. 1

18. Литвиненко В.М. "Abstract book. Bees' diseases. Prevention and management" «Захворювання бджіл. Профілактика та лікування» Міжнародна конференція (реєстрація в УКРІНТЕІ) 25.02.2021 р. С.11-13.

## References

1. Veryhin I. P. (2019). Prevention against the varroa mite. Pasika. №3. С. 13-14.

2. José M. Flores, Victoria Gámiz, Ángeles Jiménez-Marín, Alicia Flores-Cortés, Sergio Gil-Lebrero, Juan J. Garrido, María Dolores Hernando (2021). Impact of Varroa destructor and associated pathologies on the colony collapse disorder affecting honey bees.

Research in Veterinary Science 6 January. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.01.001>

3. Wenfeng Li, Yi Zhang, Hui Peng, Ruonan Zhang, Zhengwei Wang, Zachary Y. Huang, Yan Ping Chen, Richou Han (2022). The cell invasion preference of Varroa destructor between the original and new honey bee hosts. International Journal for Parasitology 17 September 2021 Volume 52, Issues 2–3 Pages 125-134 <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2021.08.001>

4. Ramsey S.D., et al. (2019). Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., 116, pp. 1792-1801

5. Traynor K.S., Mondet F., J.R. de Miranda, Techer M., Kowallik V., M.A.Y. Oddie, Chantawannakul P., A. McAfee (2020). Varroa destructor: a complex parasite, crippling honey bees worldwide. Trends Parasitol., 36, pp. 592-606, 10.1016/j.pt.2020.04.004

6. Haidar V. (2019). Varroa destructor mite in autumn. Pasichnyk. №2. С. 6-7.

7. Yevstaf'ieva V. O., Nazarenko O. S. (2018). Biological features of seasonal dynamics of Varroa destructor in Poltava region. Visnyk Poltava State Agrarian Academy. № 1. С. 122-125.

8. Yu-Cheng Zhu, Jianxiu Yao, Yanhua Wang (2021). Varroa mite and deformed wing virus infestations interactively make honey bees (Apis mellifera) more susceptible to insecticides. Environmental Pollution 25. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118212>

9. Julie Hernandez, Jan Hattendorf, Alexandre Aebi, Vincent Dietemann (2022,). Compliance with recommended Varroa destructor treatment regimens improves the survival of honey bee colonies over winter. Research in Veterinary Science. V. 144, P. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.12.025>

10. E. Guzman-Novoa, L. Eccles, Yireli Calvete, J. McGowan, P. Kelly, A. Correa-Benítez (2011). Varroa destructor is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (Apis mellifera) colonies in Ontario, Canada. Biology. Apidologie. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00892055>

11. Khorbinski P. (2017). Fighting varroatosis with "light" chemistry. Ukrainskyi pasichnyk. №1. С.19-22.

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Єрмоленко О. М., Литвиненко С. М.

12. Tsermak K. (2010). How varroa mites hibernate. *Ukrainskyi pasichnyk*. № 10. P. 36-37.

13. Fedoriak, M. M., Fylypchuk, T. V., Zhuk, A. V., Tymchuk, K. Y., & Kholivchuk, A. M. (2020). Veterinary Medicinal Products to Treat Varroosis on the Ukrainian Market in the Context of Risk Factors Analysis for Honey Bees. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, (23), 102-117. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-23-09>

14. Hrobov O. F. (1991). Mites: parasitism of bees and pests of their production. *Varroosis* / edited by M. A. Khadnarova. Moscow, C. 19–68

15. Methodical guidelines for rapid diagnosis of varroosis and determination of the degree of damage to bee colonies by varroa mites in the apiary. Chief Veterinary

Department of the Ministry of Agriculture of the USSR January 16, 1984.

16. Monitoring of the state of livestock industries/ Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine (minagro.gov.ua). <https://minagro.gov.ua/napryamki/tvarinnictvo/analiz-ta-monitoring-stanu-galuzej-tvarinnictva>

17. M. Ceccotti, C. Miotti, A. Pacini, M. Signorini, M. Signorini, A. Giacobino (2022) *Varroa destructor* and *Nosema* sp seasonal dynamics in *Apis mellifera* colonies from temperate climate in Argentina *Revista veterinaria*. Vol. 33, No. 1

18. Lytvynenko V.M. "Abstract book. Bees' diseases. Prevention and management" "Bee diseases. Prevention and treatment" International conference (registration in UKRINTEI) 25.02.2021. P. 11-13.

## COMPARATIVE DYNAMICS OF VARROOSIS OF HONEY BEES IN UKRAINE FOR THE PERIOD 2008 - 2011 AND 2018 – 2021

V. M. Lytvynenko, O. M. Chechet, O. P. Litvinenko, O. I. Miroshnichenko, D. A. Moroz, V.S. Baranov, O.M. Yermolenko, S.M. Lytvynenko

**Abstract.** *Honey bees (Apis mellifera) are prone to various diseases that cause significant economic damage, the most common disease in Ukraine among bees is varroosis. The Varroa destructor mite is currently considered a major biotic threat to A. mellifera of European origin. Since infection, the tick population is growing and may lead to the loss of the bee colony in the first year of parasitism. Within the apiary varroosis leads to the manifestation of viral diseases, contributes to susceptibility to insecticide poisoning, increases material and labor costs for anti-varroa measures.*

**The aim of the work** was to study the dynamics of the epizootic process of *Varroa* infestation by comparing the invasiveness of the lesion over the decades in terms of 2008-2011 and 2018-2021 in the regions of Ukraine.

**Reference materials and methods.** *The material for statistical analysis was the annual reporting forms № 2-Vet "Report on the Work of State Laboratories of Veterinary Medicine" which based on generally accepted methods of diagnosing bee Varroa infestation in Ukraine.*

*Analysis of epizootic indicators to determine the dynamics of the epizootic process of varroosis was conducted in 2008-2011 and 2018-2021. Thus, during 2008-2011, 503,241 studies were conducted, of which a positive result was obtained in 19,857 cases, the average invasiveness of bee varroosis in the period from 2008 to 2011 was 3.8 %. The level of invasiveness for this period ranged from 1.2 to 5.1 %.*

Литвиненко В. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І., Мороз Д. А., Баранов В. С., Єрмоленко О. М., Литвиненко С. М.

*During the period 2018-2021, 503,166 studies were conducted, of which a positive result was obtained in 11,988 cases, the average invasiveness of bees with Varroa infestation in Ukraine for the period from 2018 to 2021 was 2.4 %.*

*The invasiveness decrease of varroosis from 3.8 to 2.4 % is observed due to the improvement of the epizootic situation in the north and center of Ukraine such as in Kyiv, Zhytomyr, Chernihiv, Sumy, Chernivtsi, Odessa, Vinnytsia, Cherkasy, Poltava and Kharkiv regions, however, over the years the situation has deteriorated in southern Ukraine in Kherson, Zaporizhia and Donetsk regions.*

*The laboratories of State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer protection conducted planned studies of selected material taken from 182,740 bee colonies. A wide range of therapeutic and prophylactic drugs allows developing more effective schemes and techniques of anti-varroosis treatments of bee colonies in apiaries. However, a certain chaos and diversity of scientific and industrial research does not reduce the invasiveness of V. destructor throughout Ukraine.*

*According to the level of invasiveness, the most affected regions of Ukraine in 2018-2021 were Volyn, Rivne, Kirovohrad, Donetsk, Zaporizhia, Kherson regions, the level of invasiveness in which is more than 4,5 %. Zakarpattia and Lviv regions remain stable in the temporarily prosperous risk zone over the years of research, where spring anti-varroosis treatments of bee colonies are carried out in order to sell bee packages.*

*The results of research in 2018-2021 indicate a more careful attitude of beekeepers to the needs of controlling the invasiveness of bee colonies with the mite V. destructor, as well as the need for wider introduction of spring anti-varroosis treatments. The ability of SSUFSCP laboratories to conduct a huge amount of research, both at public expense and at the expense of individuals, makes a significant contribution to improving the epizootic situation with varroosis.*

**Key words:** *Varroa destructor, varroosis, varroatosis, spread, epizootic process, invasiveness, risk zones*

**ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПУСКУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА****Ю. О. РОМАСЕВИЧ**, доктор технічних наук, професор**Р. А. КУЛЬПІН**, аспірант*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: romasevichyuriy@ukr.net

<https://doi.org/dopovidi2022.04.011>

***Анотація.** У роботі розроблена програма та методика планування експериментальних досліджень при пуску стрічкового конвеєра. Наведено конструкцію лабораторної моделі стрічкового конвеєра, обрано найбільш значимі характеристики, які необхідно виміряти. Проведено підбір давачів (струму електродвигуна, прискорення та лінійного переміщення стрічки) та відповідного обладнання для запису і передачі отриманих даних. Показано місце встановлення необхідного обладнання на лабораторній моделі стрічкового конвеєра. Представлено програмне забезпечення для обробки показників давачів.*

*Проведено планування експериментальних досліджень для визначення динамічних та енергетичних параметрів стрічкового конвеєра. Незалежними факторами обрано характеристику пуску (прямий пуск, частотно-керовані із різними залежностями наростання частоти, частотно-керований за оптимальним законом наростання частоти), а також тривалість наростання частоти. Наведено методику фільтрації та обробки експериментальних даних.*

***Ключові слова:** стрічковий конвеєр, планування, експериментальні дослідження, програма досліджень*

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженням питання динаміки, оптимізації перехідних режимів руху стрічкових конвеєрів присвячено багато наукових робіт та патентів. Зокрема, у статті [1] запропоновано методологію стендових випробувань з визначення ключових складових опор руху стрічкового конвеєра та представлені результати експериментальних випробувань. Ці випробування мали на меті визначити оптимальні конструктивні параметри для підвищення енергоефективності. При

цьому використано конвеєрну стрічку, що має низький опір кочення на роликах і опір вигину на шківках в умовах підземних шахт.

У статті [2] показано, що під час роботи стрічкового конвеєра вимірювання швидкості стрічки є важливим для безпечної та ефективної роботи машини. У існуючій системі вимірювання швидкості необхідний вимірювальний прилад контактуючий з поверхнею стрічки. Контактний метод вимірювання не може уникнути похибки вимірювання, спричиненої

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

ковзанням на контактній поверхні та зносом вимірювального приладу. Тому для вирішення зазначених вище проблеми запропонована нова безконтактна система вимірювання швидкості.

У статті [3] показано стрічковий конвеєр як випробувальну лабораторну установку. На конвеєрі застосовано давачі температури і вібрації для моніторингу холостого ходу. Сигнали, що отримані із давачів, дали змогу проаналізувати зміну температури та отримати величину середньоквадратичного рівня вібрації. Автори зробили висновок, що вимірювання температури на роликах є простим і ефективним способом контролю стану натягу стрічки стрічкових конвеєрів.

У статті [4] було досліджено кілька ефектів, що мають місце при розтязі стрічки конвеєра. Вони включали поздовжню вібрацію стрічки, оцінку власної частоти коливань у поперечному напрямку та реакції на імпульсне збудження. Вібраційну реакцію спостерігали при кількох різних частотах збудження. Показано, що сила натягу стрічки є основним фактором впливу на поздовжню вібрацію, а вплив частоти збудження менший. Це свідчить про те, що при експлуатації конвеєра слід звертати увагу на величину розтягуючого зусилля стрічки.

**Мета.** Метою експериментальних досліджень є

методична підготовка та планування проведення експериментальних досліджень пуску стрічкового конвеєра.

### **Результати досліджень.**

Програма виконання експериментальних досліджень пуску стрічкового конвеєра складається із наступних етапів:

- оцінка технічних характеристик об'єкту експериментальних досліджень, а також підбір відповідних давачів та вимірювально-реєструючого обладнання;

- розробка відповідного програмного забезпечення для ефективної практичної реалізації оптимального режиму руху стрічкового конвеєра;

- обрання методики опрацювання експериментальних даних та їх статистичного аналізу;

- виконання експериментальних досліджень та аналіз отриманих результатів;

- надання рекомендацій для підвищення ефективності виконання експериментальних досліджень.

Експериментальні дослідження проводитимуться на фізичній моделі стрічкового конвеєра. Для проведення дослідження використані параметри стаціонарного стрічкового конвеєра типу КЛ 100-45-4-500-1П.

Загальний вид моделі стрічкового конвеєра, який використовуватиметься для

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

експериментального дослідження, представлено на рис. 1.

Процес пуску асинхронного електродвигуна приводу стрічкового конвеєра відбувався за допомогою відповідного частотного

перетворювача марки FR-D740-080-ES виробництва компанії Mitsubishi Electric. Він змонтований у щиті із іншим комутуючим та захисним електричним обладнанням.



**Рис. 1. Зовнішній вигляд фізичної моделі стрічкового конвеєра**

Виконання експериментальних досліджень пуску стрічкового конвеєра відбувалося у три етапи. Під час першого етапу для перевірки адекватності розроблених динамічної та математичної моделей було експериментально досліджено прямий пуск стрічкового конвеєра. На другому етапі експериментальних досліджень, основна увага приділялась дослідженню струмових навантажень та енергетичних втрат у асинхронному електродвигуні частотно-керованого електроприводу стрічкового конвеєра.

При третьому етапі експериментальних досліджень відбувалась практична реалізація оптимального режиму руху стрічкового конвеєра та досліджувалася його ефективність.

Прямий, частотно-керований та оптимальний пуск стрічкового конвеєра було експериментально досліджено для двох режимів пуску:

- при пуску з ненавантаженим робочим органом конвеєра;
- при пуску із завантаженим робочим органом конвеєра, відповідним матеріалом, що транспортується (кукурудза).

Для виконання експериментальних досліджень енергоефективності частотно-керованого пуску приводу стрічкового конвеєра було розроблено структуру (план) повнофакторних експериментів. У даному випадку, незалежними показниками, що варіюються виступали:

- режим пуску конвеєра (холостий та під навантаженням);

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

•тип характеристики наростання частоти напруги живлення двигуна від нуля до номінальної частоти (лінійна та S-подібна);

•тривалість наростання частоти напруги живлення до номінальної (1, 3 та 5 секунд).

Загалом структура повнофакторного експериментального дослідження частотно-керованого пуску стрічкового конвеєра наведена у табл. 2

## 2. Структура повнофакторних експериментів при дослідженні частотно-керованого пуску стрічкового конвеєра

Фактор	Значення											
	Холостий						Завантажений					
Режим пуску конвеєра												
Тип характеристики наростання частоти	Лінійна			S-подібна			Лінійна			S-подібна		
Тривалість наростання частоти, с	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

У даному випадку було проведено серію із 12 експериментальних досліджень. Для дослідження оптимального режиму руху конвеєра план повнофакторних експериментів подібний до

попередньої серії експериментів (табл. 2), його представлено у табл. 3.

Кожен експеримент із серії усіх повнофакторних експериментів виконувався з п'ятикратною повторюваністю.

## 3. План повнофакторних експериментів при дослідженні оптимального режиму пуску стрічкового конвеєра

Параметр	Значення					
	Холостий			Завантажений		
Режим пуску конвеєра						
Тривалість розгону, с	1	3	5	1	3	5
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6

Під час виконання експериментальних досліджень руху стрічкового конвеєра основна увага приділялась досліджуванню наступних показників:

■ величині струмових навантажень електроприводу конвеєра та середніх за час пуску втрат потужності у приводі;

■ швидкості переміщення робочого органу (стрічки) конвеєра;

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

■ величині вібрації у горизонтальній площині конструкції стрічкового конвеєра біля приводного та натяжного барабанів.

Для ефективного виконання серій всіх спланованих експериментальних досліджень було виконано підбір і монтаж

(встановлення) відповідного обладнання.

Експериментальні дослідження величини струмових навантажень і середніх за час пуску втрат потужності у електроприводі стрічкового конвеєра виконувалися за допомогою давача струму (рис. 2) в обмотках статора електродвигуна.



**Рис. 2. Зовнішній вигляд давача струму Micro Switch Freeport Csla1sd 1314 Mex**

Давач вимірювання струму (рис. 2) під'єднується в розрив фази живлення асинхронного електроприводу стрічкового конвеєра. Перед початком виконання експериментальних досліджень було здійснено тарування давача струму.

Під час дослідження швидкості переміщення стрічки конвеєра

використовувався інкрементний енкодер лінійного переміщення ENC Autonics, який дає змогу перетворювати обертання своїх коліс у набір відповідних електронних імпульсів при переміщенні стрічки (рис. 3).



**Рис. 3. Розміщення лінійного енкодера ENC Autonics на стрічковому конвеєрі**

Для дослідження величини вібрації у горизонтальній площині конструкції стрічкового конвеєра біля приводного та натяжного барабанів було використано акселерометр ММА7260q, який кріпиться до рами конвеєра (рис. 4).

Основні технічні характеристики акселерометра, який використовується для виконання експериментальних досліджень, представлені у таблиці 4.

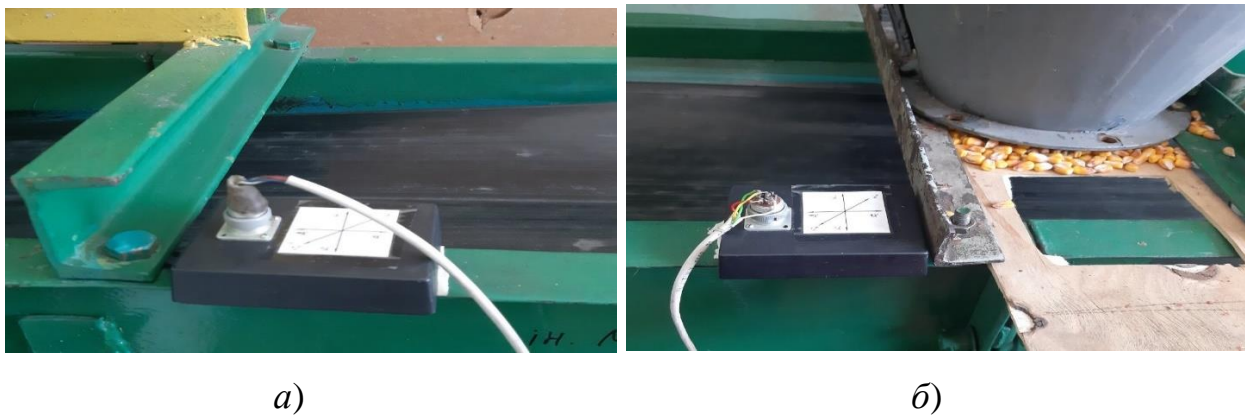


Рис. 4. Зовнішній вигляд розміщення акселерометрів на рамі стрічкового конвеєра: а) біля приводного барабана; б) біля натяжного барабана

#### 4. Основні технічні характеристики акселерометра ММА7260q

№ п/п	Параметр	Величина
1.	Тип вихідного сигналу	Аналоговий
2.	Чутливість, mV/g	800
3.	Діапазон робочих температур, C <sup>0</sup>	-40 ... +105
4.	Кількість осей	3
5.	Сила струму, що споживається, мкА	500
6.	Діапазон напруги живлення, В	2,2 – 3,6
7.	Маса, мг	179,3

Перед початком виконання експериментальних досліджень було проведено тарування акселерометра.

Загальний вигляд розміщення відповідного вимірювально-

реєструючого обладнання на лабораторній моделі стрічкового конвеєра представлено на рис. 5.



**Рис. 5.** Загальний вигляд розміщення вимірювально-реєструючого обладнання для виконання експериментальних досліджень

На рис. 5 наведено наступні позначення: 1 – частотний перетворювач FR-D740-080-EC; 2 – джерело живлення електродвигуна стрічкового конвеєра; 3 – давач вимірювання струму; 4 – лабораторний блок живлення HYELEC HUA YI ELECTRONICS DC POWER SUPPLY HY3003M-3; 5 – кабель COM-порту; 6 – мотор-редуктор стрічкового конвеєра; 7 – персональний комп'ютер із встановленим відповідним програмним забезпеченням (m-DAQ 14 Reader v 1.2); 8 – пристрій збору експериментальних даних (m-DAQ 14).

Процес збору експериментальних даних здійснюється наступним чином. На рис. 5 зображено перетворювач частоти 1, який підключено до мережі

живлення 380 В та за допомогою якого виконується керування електродвигуном мотор-редуктора 6 стрічкового конвеєра, від джерела живлення 2.

Під час пуску стрічкового конвеєра сигнали від давача струму (рис. 2), лінійного енкодера (рис. 3) та акселерометрів (рис. 4 а та б) передаються за допомогою відповідних кабелів до пристрою для збору даних 8, який підключено до комп'ютера 7 із встановленим відповідним програмним забезпеченням. У свою чергу давачі живляться напругою від лабораторного блоку живлення 4, яка для давача струму та лінійного енкодера становить 12 В, а для акселерометрів по 5 В. Лабораторний блок живлення під'єднано до мережі живлення у 220 В.

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

У якості програмного забезпечення, яке призначено для запису та конвертації отриманих

експериментальних даних, виступає mDAQ-14 Reader v 1.2 (рис. 6).

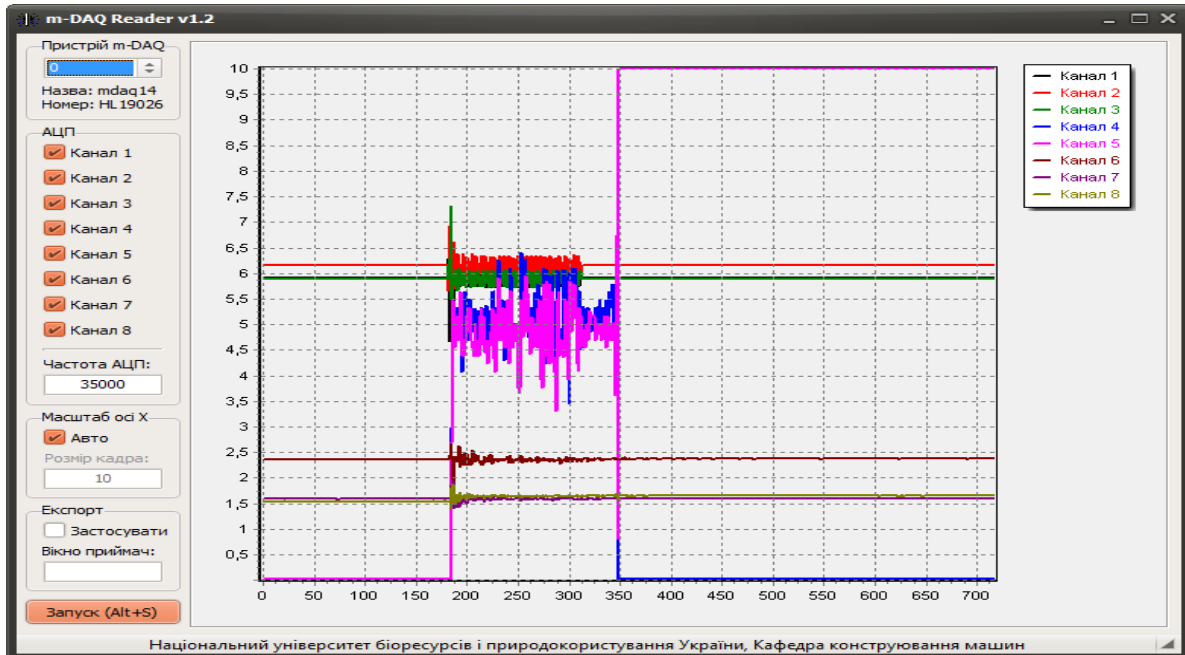


Рис. 6. Зовнішній вигляд вікна програми mDAQ-14 Reader v 1.2

У подальшому отримані експериментальні дані імпортуються у програму Wolfram Mathematica для подальшого опрацювання.

У теоретичних дослідженнях було отримано розв'язок задачі мінімізації узагальненого оптимізаційного критерію, який відображає інтегральну та термінальну складові [9]. Узагальнений оптимізаційний

критерій дозволяє мінімізувати енергетичні та силові навантаження у компонентах стрічкового конвеєр під час розгону машини зі стану спокою до усталеної швидкості руху. Для того щоб забезпечити практичну реалізацію отриманого розв'язку було розроблено відповідне програмне забезпечення, що встановлено на персональний комп'ютер 7 (рис. 5).

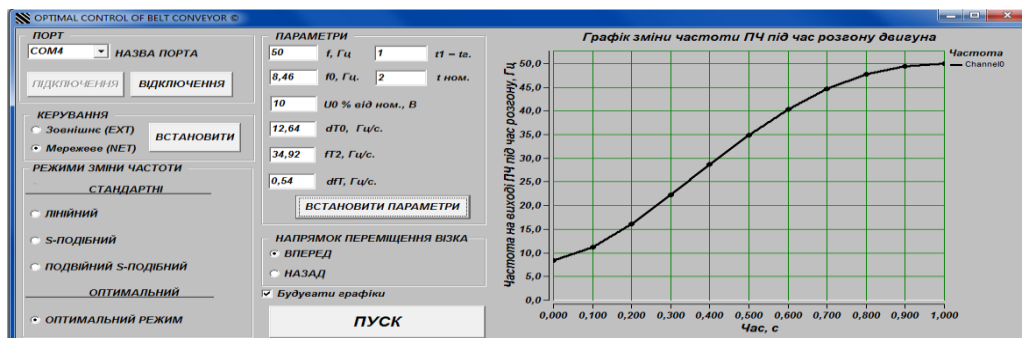


Рис. 7. Інтерфейс програмного забезпечення «OPTIMAL CONTROL OF BELT CONVEYOR»

Відповідне програмне забезпечення (рис. 7) дозволяє за допомогою кабелю COM-порту 5 (рис. 5) надсилати до частотного перетворювача  $I$  керуючі сигнали. Ці сигнали, призводять до зміни частоти та амплітуди напруги живлення електродвигуна, у результаті чого відбувається зміна його кутової швидкості. Таким чином, персональний комп'ютер із відповідним розробленим програмним забезпеченням та частотним перетворювачем дає змогу реалізувати оптимальний режим пуску стрічкового конвеєра на практиці.

Зібрані у ході проведення експериментальних досліджень дані характеризуються шумами, поява яких пов'язана із виникненням перешкод при вимірюваннях досліджуваних показників. Для того щоб зменшити вплив шумів на показники отриманих експериментальних даних було використано цифрові фільтри. Для обробки даних із давача струму застосовувався фільтр Савицького-Голя [11]. Для зменшення шумів сигналу лінійного енодера було використано фільтр біжучої медіани [11]. Мінімізація шумів отриманих від акселерометрів відбувалася за допомогою фільтру біжучого середнього [8]. Дослідження величини розбіжності теоретичних та експериментальних даних

відбувалося за допомогою коефіцієнта варіації [10].

### **Висновки і перспективи подальших досліджень:**

1. Проведено планування експериментальних досліджень пуску стрічкового конвеєра головною метою яких було встановлення характеристик руху конвеєра при прямому, частотно-керованому та оптимальному режимам пуску.
2. Незалежними факторами обрано тип пуску (із навантаженою стрічкою та на холостому ході), тип характеристики наростання частоти напруги живлення та тривалість її наростання.
3. Для збору експериментальних даних використано давачі струму приводу конвеєра (за ними також отримано значення середніх за час пуску втрат потужності), швидкість переміщення стрічки конвеєра, акселерометри, що розміщені біля приводного і натяжного барабанів машини.
4. Для практичної реалізації оптимального закону руху стрічкового конвеєра було розроблене відповідне програмне забезпечення «*OPTIMAL CONTROL OF BELT CONVEYOR*», яке призначене для керування роботою частотного

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

перетворювача FR-D740-080-ES Mitsubishi Electric.

5. Фільтрація експериментальних даних відбувалася за допомогою фільтрів Савицького-Голя, біжучої медіани та біжучого

середнього. Розбіжність теоретичних та експериментальних значень досліджуваних показників визначалася за допомогою коефіцієнта варіації.

### Список використаних джерел

1. Bajda, M., & Krol, R. (2015). Experimental Tests of Selected Constituents of Movement Resistance of the Belt Conveyors Used in the Underground Mining. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 702–711. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.098>
2. Gao, Y., Qiao, T., Zhang, H., Yang, Y., Pang, Y., & Wei, H. (2019). A contactless measuring speed system of belt conveyor based on machine vision and machine learning. *Measurement*, 139, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.03.030>
3. Liu, X., Pang, Y., Lodewijks, G., & He, D. (2018). Experimental research on condition monitoring of belt conveyor idlers. *Measurement*, 127, 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.066>
4. HOU, Y.-f., & MENG, Q.-r. (2008). Dynamic characteristics of conveyor belts. *Journal of China University of Mining and Technology*, 18(4), 629–633. [https://doi.org/10.1016/s1006-1266\(08\)60307-7](https://doi.org/10.1016/s1006-1266(08)60307-7)
5. Руководство пользователя V1.4. m-DAQ12, m-DAQ14 микросистема сбора данных с интерфейсом USB / URL: <http://old.holit.ua/download/common/docs/hds/m-DAQ.pdf> (дата звернення 22.06.2022).
6. Wolfram Mathematica / URL: [https://www.wolfram.com/mathematica/online/?src=google&420&gclid=EAIaIQobChMI35rXjpnm9AIVAdiyCh3cxgnJEAAAYASAAEGl9XvD\\_BwE](https://www.wolfram.com/mathematica/online/?src=google&420&gclid=EAIaIQobChMI35rXjpnm9AIVAdiyCh3cxgnJEAAAYASAAEGl9XvD_BwE) (дата звернення 22.06.2022).
7. Lutovac M. D. *Filter Design for Signal Processing using MATLAB© and Mathematica©*. New Jersey, USA.: Prentice Hall. 2001. P. 756.
8. Фільтр біжучого середнього. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%BC%D0%B5\\_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%94](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%BC%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%94) (дата звернення 22.06.2022)

9. Узагальнений критерій оптимізації керування рухом стрічкового конвеєра <http://dglip.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/7009> (дата звернення 22.06.2022)
10. Коефіцієнт варіації. URL: <https://ukr.sciencedevices.com/kak-rasschitat-koefficient-variacii-a-359622> (дата звернення 22.06.2022).
11. Медианный фильтр URL: [https://ru.bmstu.wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.bmstu.wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) (дата звернення 22.06.2022)

### References

1. Bajda, M., & Krol, R. (2015). Experimental Tests of Selected Constituents of Movement Resistance of the Belt Conveyors Used in the Underground Mining. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 702–711. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.098>
2. Gao, Y., Qiao, T., Zhang, H., Yang, Y., Pang, Y., & Wei, H. (2019). A contactless measuring speed system of belt conveyor based on machine vision and machine learning. *Measurement*, 139, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.03.030>
3. Liu, X., Pang, Y., Lodewijks, G., & He, D. (2018). Experimental research on condition monitoring of belt conveyor idlers. *Measurement*, 127, 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.066>
4. HOU, Y.-f., & MENG, Q.-r. (2008). Dynamic characteristics of conveyor belts.

Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.

Journal of China University of Mining and Technology, 18(4), 629–633.  
[https://doi.org/10.1016/s1006-1266\(08\)60307-7](https://doi.org/10.1016/s1006-1266(08)60307-7)

5. User Manual V1.4. m-DAQ12, m-DAQ14 micro data acquisition system with interface / URL:  
<http://old.holit.ua/download/common/docs/hds/m-DAQ.pdf>.

6. Wolfram Mathematica / URL:  
[https://www.wolfram.com/mathematica/online/?src=google&420&gclid=EAIaIQobChMI35rXjpnm9AIVAdiyCh3cxgnJEAAYASAAEgI9XvD\\_BwE](https://www.wolfram.com/mathematica/online/?src=google&420&gclid=EAIaIQobChMI35rXjpnm9AIVAdiyCh3cxgnJEAAYASAAEgI9XvD_BwE)

7. Lutovac M. D. Filter Design for Signal Processing using MATLAB© and Mathematica©. New Jersey, USA.: Prentice Hall. 2001. P. 756.

8. Filter of the big middle. URL:  
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%BC%D0%B5\\_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%94](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%BC%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%94)

9. An increasing criterion for optimizing the rolling of a strichkovy conveyor <http://dglib.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/7009>

10. Coefficient of variation URL:  
<https://ukr.sciencedevices.com/kak-rasschitat-koefficient-variatsii-a-359622>

11. Median filter URL:  
[https://ru.bmstu.wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F](https://ru.bmstu.wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)

## PROGRAM AND METHODS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF BELT CONVEYOR START-UP

Yu. O. Romasevych, R. A. Kulpin

**Abstract.** *In the work, a program and a method of planning experimental studies during the start-up of a conveyor belt were developed. The design of the laboratory model of the belt conveyor is presented, the most significant characteristics that need to be measured are selected. The selection of transducers (electric motor current, acceleration and linear movement of the tape) and appropriate equipment for recording and transmitting the received data was carried out. The places of installation of the necessary equipment on the laboratory model of the belt conveyor are shown. Software for processing sensor indicators is presented.*

*Experimental studies have been planned to determine the dynamic and energy parameters of the belt conveyor. The characteristics of the start (direct start, frequency-controlled with different dependences of the frequency increase, frequency-controlled according to the optimal law of the frequency increase), as well as the duration of the frequency increase, were chosen as independent factors. The technique of filtering and processing experimental data is presented.*

**Key words:** *belt conveyor, planning, experimental studies, research program*