

ВІСНИК

Національного університету
водного господарства та
природокористування

ISSN 2306-5478

В И П У С К 4(100)

<https://doi.org/10.31713/vs420220>

Заснований
у 1999 р.

Збірник наукових праць
затверджений
Наказом Міністерства освіти і науки
України № 1188
від 04 вересня 2020 р. категорія «Б»
спеціальності – 101, 201

Збірник наукових праць

**Сільськогосподарські
науки**

Адреса редколегії:
33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11,
НУВГП

Телефон: (0362)63-57-31

У збірнику опубліковані наукові статті з екології, сільськогосподарських меліорацій (сільськогосподарські науки), агрогрунтознавства та агрофізики, раціонального використання природних ресурсів, водних біоресурсів. Призначений для наукових працівників, інженерів, аспірантів та студентів навчальних закладів.

Головний редактор: Мошинський В. С.,
д.с.-г.н., професор, ректор.

Заступник головного редактора: Савіна Н. Б.,
д.е.н., професор, проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків.

Відповідальний секретар: Вознюк Н. М.,
к.с.-г.н., доцент, професор кафедри екології,
технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства.

Редакційна колегія:

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри екології, технології захисту
навколишнього середовища та лісового
господарства (НУВГП, Рівне)

Прищепя А. М., д.с.-г.н., професор,
директор навчально-наукового інституту
агроекології та землеустрою (НУВГП, Рівне)

Лико Д. В., д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри екології, географії та туризму
(Рівненський державний гуманітарний
університет, Рівне)

Польовий В. М., д.с.-г.н., професор,
академік НААН України, професор кафедри
агрохімії, ґрунтознавства та землеробства (НУВГП,
Рівне)

Скрипчук П. М., д.е.н., професор, професор
кафедри менеджменту (НУВГП, Рівне)

Гриб Й. В., д.б.н., професор, професор кафедри
водних біоресурсів (НУВГП, Рівне)

Клименко О. М., д.с.-г.н., професор,
професор кафедри туризму та готельно-
ресторанної справи (НУВГП, Рівне)

Бедункова О. О., д.б.н., доцент,
професор кафедри екології, технології захисту
навколишнього середовища та лісового
господарства (НУВГП, Рівне)

Гроховська Ю. Р., д.с.-г.н., професор,
професор кафедри водних біоресурсів
(НУВГП, Рівне)

Лисиця А. В., д.б.н., доцент, професор кафедри
екології, географії та туризму (Рівненський
державний гуманітарний університет, Рівне)

Мудрак О. В., д.с.-г.н., професор, завідувач
кафедри екології, природничих та математичних
наук (Комунальний вищий навчальний заклад
«Вінницька академія неперервної освіти»
(м. Вінниця)

Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри екології, технології захисту
навколишнього середовища та лісового
господарства (НУВГП, Рівне)

Ліхо О. А., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри
екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства (НУВГП,
Рівне)

Личук Тарас, Міністерство сільського
господарства Канади, головний
науковий співробітник, керівник дослідницької
програми точного землеробства, Ph.D
(Оттава, Канада)

Панасюк Даміан, доктор філософії (Wydział
Inżynierii Środowiska), професор факультету
біології та екології, Університет кардинала
Стефана Вишинського (м. Варшава, Польща)

Матеріали збірника розглянуто і рекомендовано до видання
Вченою радою університету 23 грудня 2022 р., протокол № 11.

Адреса редколегії: 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, НУВГП
© Національний університет водного господарства
та природокористування, 2022

BULLETIN
NATIONAL UNIVERSITY OF
WATER AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

ISSN 2306-5478
VOLUME 4(100)

<https://doi.org/10.31713/vs420220>

Founded
In 1999

The given Collection of Scientific Papers
is approved by the Decree of the
Ministry of Education and Science of
Ukraine # 1188 dated September
4, 2020, category "B" (majors: 101, 201)

Collection of Scientific Papers

Agricultural Sciences

Scientific Editorial Board Address:
33028 Rivne, vul. Soborna, 11, NUWEE

Tel: (0362)63-57-31

© National University of Water and
Environmental Engineering, 2022

The collection contains scientific papers on ecology, agricultural reclamation (agricultural sciences), agricultural soil science and agrophysics, rational use of natural resources and water bioresources. The given Bulletin is designed for scientists, engineers, graduate students and undergraduate students of educational establishments.

Senior Editor: Moshynskiy V. S.,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector.

Deputy Editor: Savina N. B., Doctor of Economics, Professor,
Vice-Rector for Research and International Relations.

Executive Secretary: Vozniuk N. M.,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of
Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department.

Scientific Editorial Board:

Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department (NUWEE, Rivne)

Pryshchepa A. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of Institute of Agroecology and Land Management (NUWEE, Rivne)

Lyko D. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Ecology, Geography and Tourism Department (Rivne State Humanitarian University)

Polovyi V. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS of Ukraine, Professor of Agrochemistry, Soil Science and Agriculture Department (NUWEE, Rivne)

Skrypchuk P. M. Doctor of Economics, Professor, Professor of Management Department (NUWEE, Rivne)

Hryb Y. V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources Department (NUWEE, Rivne)

Klymenko O. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of Tourism and Hotel and Restaurant Business Department (NUWEE, Rivne)

Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department (NUWEE, Rivne)

Hrokhovska Y. R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources Department (NUWEE, Rivne)

Lysytsia A. V., Doctor of Biological Sciences, Professor of Ecology, Geography and Tourism Department (Rivne State Humanitarian University)

Mudrak O. V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology, Natural and Mathematical Sciences (Municipal Higher Educational Institution «Vinnytsia Academy of Continuing Education») (Vinnytsia)

Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department (NUWEE, Rivne)

Likho O. A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Ecology, Technologies of Environmental Protection and Forestry Department (NUWEE, Rivne)

Lychuk Taras, Department of Agriculture of Canada, chief researcher, head of the research program of precision agriculture, Ph.D (Ottawa, Canada)

Panasiuk Damian, Doctor of Philosophy, Professor of Biology and Environmental Sciences Faculty, Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw (Warsaw, Poland)

All papers have been reviewed and accepted for publication
by the Academic Council of the University on December 23, 2022,
Academic Council Meeting Minutes #11.

Scientific Editorial Board Address: 33028, Rivne, vul. Soborna, 11, NUWEE
© National University of Water and Environmental Engineering, 2022

Бєдункова О. О., д.б.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне; **Клименко В. О., здобувач третього рівня вищої освіти** (Поліський національний університет, м. Житомир, o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua; v.o.klymenko@nuwm.edu.ua)

ДІАГНОСТИКА ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ ЛІСОВИХ, АГРАРНИХ І ВОДНО-БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ, ПОШКОДЖЕНИХ НЕСАНКЦІОНОВАНИМ ВИДОБУТКОМ БУРШТИНУ

Видобуток корисних копалин несе значну загрозу стану екосистем. Особливо гостро постає проблема, якщо видобуток ведеться у несанкціонований спосіб. Так, несанкціонований видобуток бурштину на території північного заходу України призвів до деградації лісових, аграрних і водно-болотних екосистем. У світовій науці визнано, що з огляду збереження екосистемних функцій ґрунту та розробки заходів відновлення його стану, важливою є діагностика ступеня деградації ґрунту. У статті представлено результати розробки шкали оцінки деградації ґрунту, порушеного несанкціонованим видобутком бурштину. Дослідження проводились на території лісових господарств Рівненської області. Вивчались дерново-підзолисті, дерново-підзолисті оглеєні та дерново-глеєві ґрунти на різних типах екосистем. У відібраних зразках аналізували фізико-хімічні (рН сольової витяжки), агрохімічні (вміст рухомого фосфору і калію, лужногідролізований азот, вміст гумусу) та фізичні (показники щільності ґрунту, показники найменшої вологоємності) параметри. Проводилось порівняння фізичного, фізико-хімічного та агрохімічного стану ділянок, які непорушені та порушені внаслідок видобування бурштину. Проводилась нормалізація показників відповідно до їх стимулюючого чи дестимулюючого значення з подальшим агрегуванням. Одночасно проводився розрахунок середньозважених показників. Було запропоновано шкалу оцінки деградації ґрунтів лісових, аграрних і водно-болотних екосистем, пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину. Діагностику ґрунтів, порушених видобутком бурштину, рекомендується здійснювати за комплексом показників

унормованих у шкалу від 0 до 1 за формулами для стимуляторів і дестимуляторів з використанням кількісних і якісних ознак ступеня порушення: 1,0–0,68 – слабкопорушені; 0,68–0,48 – частково порушені; 0,48–0,19 – дуже порушені; 0,19–0 – сильнопорушені. На підставі встановленого ступеня деградації стає можливим раціональний вибір підходів до ремедіації та рекультивації ґрунтів лісових, аграрних і водно-болотних екосистем, пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину.

Ключові слова: деградовані ґрунти; діагностика стану ґрунту; несанкціонований видобуток бурштину; ремедіація.

Вступ. У сучасному природокористуванні відбувається нарощування проблем нераціонального поводження людини з земельними ресурсами, що призводить до антропогенної деградації ґрунту в екосистемах різних типів [1, С. 98; 2; 3]. Особливе занепокоєння викликають наслідки видобутку корисних копалин, які спричиняють як деструктивне порушення ґрунту [4], так і зміни їх фізико-хімічних характеристик [5]. Найбільш катастрофічна ситуація складається в районах несанкціонованого видобутку бурштину [6], що за даними Держлісагентства України, позначилось на екологічному стані 3,5 тис. га земель [7] та вивело їх з господарського використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з причин деградації може бути проведення земляних робіт, які призводять до порушення верхнього родючого шару ґрунту. Відповідно до ДСТУ 7875:2015 [8], де визначено головні принципи екологічного нормування антропогенного навантаження на ґрунти й ґрунтовий покрив земель різного цільового призначення, ціль і завдання екологічного нормування, методичні підходи тощо, після проведення земельних робіт обов'язково повинна проводитися рекультивація порушених земель. Крім того, у Земельному Кодексі України статтею 166 визначено, що «землі, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивації» [9]. Етап рекультивації передбачає планування, зняття та нанесення родючого шару ґрунту, а також проведення інших робіт, які створюють необхідні умови для подальшого використання рекультивованих земель за цільовим призначенням або для проведення заходів щодо відновлення родючості ґрунтів для

можливості їх наступного ефективного господарського використання.

Для боротьби з деградацією насамперед потрібна достовірна інформація про стан ґрунтів та їх якісна діагностика [10], тому дослідження впливу земельних робіт на фізичні та агрохімічні характеристики ґрунту мають широкий практичний та науковий інтерес.

Повідомляється, що деформація землі спричинює вертикальну втрату дрібних глинистих часток і таким чином призводить до більш грубої текстури порівняно з природними ґрунтами, а також до втрати поживних речовин у ґрунті через посилення просочування води за появи значного відсотка макропор [11]. Видобуток корисних копалин знищує верхній шар ґрунту та призводить до втрати підстилки, яка є важливим місцем зберігання та обміну такими поживними речовинами, як азот (N), фосфор (P) і калій (K) [12]. Отже, здатність утримувати поживні речовини різко знижується після порушення гірничих робіт.

Водночас такі порушення змінюють структуру ґрунтових мікробних угруповань, призводячи до сукцесій у їх співтовариствах, при чому ступінь і тривалість сукцесійних змін залежать від інтенсивності, частоти та тривалості порушень і зрештою визначає стійкість всієї екосистеми [13].

Розуміння структурних зрушень ґрунтового покриву після змін у землекористуванні має вирішальне значення для коригування методів управління та збереження, а також для покращення функцій та послуг ґрунту. Останнім часом увага приділяється визначенню відповідних індексів якості ґрунту та індексів деградації для оцінки сталого використання ґрунтових ресурсів [3]. Для відстеження інтенсивності деградації ґрунтів використовуються й такі методи, як картування ґрунту та експериментальні набори, динамічні моделі ґрунтової якості та геостатистичні підходи, машинне прогнозування та нейронні мережі [14–16].

Як правило, при таких підходах статистично вибирається набір характеристик ґрунту, що піддаються вимірюванню, і процесів, які потім математично інтегруються в числове значення для оцінки функцій ґрунту та стійкості екосистеми при різних методах управління і типах землекористування [16]. Через те, що більшість властивостей ґрунту часто взаємозалежні та по-різному реагують або чутливі до порушень чи методів керування ґрунтом, важливим є встановлення мінімального набору даних, що містить ключові

показники якості ґрунту [17; 18]. Іншими словами, індикатори, вибрані для діагностики якості та деградації ґрунту, повинні бути чутливими, щоб точно вимірювати короткострокові зміни у його функціонуванні та повинні бути простими, недорогими і такими, що швидко піддаються кількісній оцінці.

Існує дві основні стратегії, що використовуються для аналізу деградації земель – кластеризація та класифікація. Для встановлення категорій типів деградації ґрунту, використання цих підходів дозволяє згрупувати дані за вмістом поживних речовин у ґрунті та деякими іншими характеристиками разом, для подальшого виявлення схожих варіацій та можливості отримання уявлення про ступінь деградації [19; 20].

Однак взаємозв'язок між типом землекористування та поживними речовинами у ґрунті при різних рівнях порушення при видобутку різних видів корисних копалин залишається неясним, а механізм, що визначає варіації деградації ґрунту повністю не класифікований [21]. Тому вкрай важливо аналізувати стан деградованого ґрунту, окремо для кожного типу землекористування, зокрема і при видобутку таких корисних копалин, як бурштин. Очевидно, що це сприятиме створенню ефективної основи для збереження родючості ґрунту та точного вибору чи коригування типів землекористування у деградованих ландшафтах.

Мета, завдання та методика проведення досліджень. Метою наших досліджень була розробка оціночної шкали для діагностики деградації ґрунтів лісових, аграрних і водно-болотних екосистем, пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину.

Територія проведення наших досліджень належить до західної частини Українського Полісся та знаходиться у межах адміністративних районів Рівненської області, що характеризується помірно-континентальним кліматом з достатньою кількістю річних опадів та переважанням західних і південно-західних вітрів. Безпосередні ділянки проведення досліджень, зокрема відбору ґрунтових зразків для проведення лабораторного аналізу їх характеристик, знаходились на території ДП «Клесівське лісове господарство» та ДП «Березнівське лісове господарство». У межах досліджуваних земельних ділянок переважаючими типами є дерново-підзолисті, дерново-підзолисті оглеєні та дерново-глеєві ґрунти.

Зразки відбирали на непорушених ділянках та на різних глибинах проведення земельних робіт через рівні інтервали, що

залежали від площі кожної ділянки методом точкових проб за допомогою механічного бура, відповідно до ДСТУ ISO 10381-4:2005 [22]. Загальна кількість точкових проб на кожній ділянці становила від 10 до 15 шт., з яких методом «конверта» формували об'єднану пробу з масою щонайменше 500 г.

У структурі загальної методології оцінки стану ґрунтів, порушених несанкціонованим видобутком бурштину, аналіз показників та діагностику оцінки ґрунту проводили за набором параметрів: фізико-хімічні (рН сольової витяжки), агрохімічні (вміст рухомого фосфору і калію, лужногідролізований азот, вміст гумусу) та фізичні (показники щільності ґрунту, показники найменшої вологоємкості). Аналізи проводили в акредитованій лабораторії Рівненської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів».

Оскільки відібрані для оцінки станів порушених земель показники мали різну розмірність, проводили їх нормалізацію шляхом переведення в масштаб від 0 до 1, за формулами:

- для стимуляторів:

$$X_1 = \frac{N_1 - N_{(\min)}}{N_{(\max)} - N_{(\min)}}; \quad (1)$$

- для дестимуляторів:

$$X_2 = \frac{N_{(\max)} - N_i}{N_{(\max)} - N_{(\min)}}, \quad (2)$$

де X_1 , X_2 – нормативні значення показників стимуляторів і дестимуляторів, одн.; $N_{(\max)}$ стимулятори і $N_{(\min)}$ дестимулятори – найвищі показники стану порушених земель (фактичні показники); N_i – значення фактичних показників, які визначають стан порушених земель на момент їх оцінки.

При встановленні значень еталонів серед показників стимуляторів обирали максимальні значення, а показників дестимуляторів – мінімальні.

Одночасно досліджувалась потреба у розрахунку середньозважених показників, у тому числі кислотності територій (лісових насаджень, орних земель, водно-болотних угідь), пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину, і тих ділянок, які не зазнали ушкоджень. Для розрахунків середньозважених показників на прикладі кислотності рН (KCl) використовували залежність:

$$x = \frac{(S_1 \cdot pH_1) + (S_2 \cdot pH_2)}{S_1 + S_2}, \quad (3)$$

де x – середньозважений показник кислотності, од.; S_1 – площа ділянки непошкоджена при видобутку бурштину, га; S_2 – площа пошкоджена при несанкціонованому видобутку бурштину, га; pH_1 – показник кислотності на неушкоджених ділянках, од.; pH_2 – показник кислотності на ділянках (краї ям, лунок, кратерів), пошкоджених при несанкціонованому видобутку бурштину, од.

Розрахунок інтегрованого стану показників, який дозволив встановити ступінь деградації ґрунту, проводили за формулою:

$$I_d = \frac{1}{n} \sum_{m_i=1}^m x_j = \frac{X_1 + X_2 \dots X_n}{n} \quad (4)$$

з наступним ранжуванням за такими значеннями: 1,0–0,6835 слабкодеградовані; 0,6835–0,4851 частково деградовані; 0,4851–0,1902 – дуже деградовані; 0,1902–0 сильнодеградовані. Відповідно до встановленого ступеня деградації проводилось обґрунтування технологій, механізмів та інструментів ремедіації і рекультивації ґрунтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліджувані ґрунти характеризуються за показником рН(KCl) від 5,1 до 5,5 слабкокислою, а від 5,6 до 6,0 близькою до нейтральної ступенями оглеєності. Дернові глеєві ґрунти характеризуються значно меншою кислотністю у порівнянні з дерново-підзолистими ґрунтами (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні, агрохімічні, водно-фізичні властивості досліджуваних ґрунтів (непорушені)

Показники	Дерново-підзолисті супіщані			Дерново-підзолисті оглеєні			Дернові глеєві		
	Генетичні горизонти								
	HE	E(h)	Pl	HE	Egl	Igl	H	Hpgl	Pgl
Фізико-хімічні властивості									
Шари ґрунту	0–17	21–30	120–135	0,19	0,24–0,34	52–60	3–10	30–40	69–85
рН(KCl)	5,4	5,5	5,4	5,4	5,5	5,4	5,6	5,8	5,9
Сума відібр. катіонів, мг-екв/100 г ґрунту	3,62	2,70	5,80	1,50	1,30	4,10	24,1	17,0	20,9
Гідролітична кислотн., мг-екв/100г ґрунту	2,72	1,12	1,0	2,48	1,65	1,85	1,82	1,69	1,0
Ступінь насичення основами, %	57	71	85	38	44	69	93	91	95

продовження табл. 1

Агрохімічні властивості									
Вміст гумусу, %	0,87	0,13	0,01	0,95	0,20	0,07	2,5	1,7	0,09
Вміст рухомих сполук макроелементів, мг/кг ґрунту									
Nг	62	42	12	47	31	8	92	52	28
P ₂ O ₅	46	21	11	52	48	10	70	68	20
K ₂ O	14	10	8	48	20	8	20	18	10
Фізичні й водно-фізичні властивості									
Щільність ґрунту, г/см ³	1,47	1,62	1,65	1,34	1,43	1,51	1,53	1,52	1,50
Загальна пористість, %	43,7	39,2	37,4	49,0	47,0	43,8	42,5	44,0	44,7
Повна вологоємність, %	29,6	24,2	22,5	36,6	32,8	29,2	27,8	28,9	29,9
Найменша вологоємність, %	23,68	19,36	18,0	29,28	26,24	15,36	22,24	23,12	23,92

Дерново-підзолисті та дернові глеєві ґрунти за величинами гідролітичної кислотності належать до середньокислих, відповідно 2,48 і 2,72, та слабкокислих 1,82 – дерново-глеєві. З глибиною величини гідролітичної кислотності як у дерново-підзолистих, так і дернових глеєвих ґрунтах суттєво зменшується, що обумовлюється різним вмістом у нижніх горизонтах цих ґрунтів сум увібраних основ та їх ємністю поглинання.

Досліджувані ґрунти за ступенем забезпечення сумою увібраних основ змінюються від дуже низького до високого (від 1,3 до 24,1 мг-екв/ 100 г ґрунту). Має місце зменшення вмісту суми увібраних основ у середніх горизонтах ґрунтового профілю. При цьому слід зазначити, що дерново-підзолисті супіщані і дерново-підзолисті оглеєні ґрунти характеризуються дуже низьким ступенем забезпеченості суми увібраних основ (1 група забезпеченості 5,0 мг-екв/100 г ґрунту, яка зростає у нижніх горизонтах до значень 5,8 і 4,1 мг-екв/100 г ґрунту. Дернові глеєві ґрунти навпаки характеризуються підвищеним вмістом суми увібраних основ 24,1 мг-екв/100 г ґрунту, що відповідає 5 групі високого ступеня забезпеченості, а у нижніх горизонтах від 17,0 до 20,9 мг-екв/100 г ґрунту, що відповідає 4 групі підвищеного забезпечення (15,1–20 мг-екв/100 г ґрунту).

За показниками ступеня насиченості основами досліджувані ґрунти, непорушені видобутком бурштину, від 57 до 38% у верхніх

горизонтах дерново-підзолистих супіщаних і дерново-підзолистих оглеєних ґрунтах при вирощуванні лісових культур не потребують вапнування, а при вирощуванні сільськогосподарських культур потреба їх у вапнуванні оцінюється до 50% як дуже велика, а при 50–60% як велика.

Враховуючи відсутність єдиного універсального підходу до формування методики діагностики стану екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину, на основі узагальнення методичного матеріалу вітчизняних і зарубіжних вчених, щодо оцінки екологічної ситуації, рівня забруднення довкілля, антропогенного впливу на довкілля, діагностики екологічної безпеки регіону, нами було запропоновано методику діагностики стану порушення екосистем внаслідок несанкціонованого видобутку бурштину. Основними завданнями діагностики є: визначення та аналіз якісних і кількісних показників, які характеризують стан порушених екосистем; визначення інтегрального показника, який характеризує стан лісних, аграрних, водно-болотних екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину; формування висновків про стан порушених екосистем.

Отже, зростання кислотності ґрунтів за середньозваженим показником під впливом антропогенного фактору (несанкціонованого видобутку бурштину) слід оцінювати як факт прояву деградаційного процесу (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала розмежування антропогенного фактору впливу рН на стан екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину

Критерії	Слабко-деградовані	Частково деградовані	Дуже деградовані	Сильно-деградовані
Показники кислотності, од. рН(KCl)	7,0–5,72	5,72–4,92	4,92–3,76	3,76–3,0
Шкала кількісної оцінки	1,0–0,68	0,68–0,48	0,48–0,19	0,19–0,0
Дія дестимулятора	Дуже незначна	Потенційно зростаюча	Реальна, значна	Реальна, дуже значна
Можливість відновлення	Потреба у вапнуванні відсутня	Середня для с/г культур	Підвищена для с/г культур	Велика потреба для с/г культур
Оцінка за шкалою кислотності	Нейтральні і близькі до нейтральних	Слабкокислі	Середньо- і сильнокислі	Дуже сильно-кислі

Як видно з табл. 2, дія дестимулятора проявляється в тому, що параметри екосистеми (показник рН(KCl)) ще перебувають в межах 6–7 одиниць. Тому можна стверджувати, що дія антропогенного фактору є дуже незначною, а коли цей показник опускається до значень 5–4 одиниць то його дія на екосистему зростає до реальної і значної.

Серйозну небезпеку для ґрунтового покриву порушеного несанкціонованим видобутком бурштину становить агрохімічна деградація, тобто збіднення ґрунтів на вміст гумусу (табл. 3) і макроелементів (табл. 4).

При несанкціонованому видобутку бурштину зміна вмісту гумусу на порушених площах видобутку відбувається в короткий відрізок часу. Ці зміни відбуваються внаслідок винесення на поверхню материнських і підстилаючих порід з майже нульовим вмістом гумусу. Цей шар ґрунту формує в місцях розкопів і розломів бровку, яка покриває шаром 10–30 см гумусово-елювіальний горизонт дерново-підзолистих ґрунтів під лісовими насадженнями, орних земель, водно-болотних угідь.

Ми пропонуємо родючість ґрунтів, порушених несанкціонованим видобутком бурштину, оцінювати за кількісними і якісними показниками вмісту середньозважених значень вмісту в цих ґрунтах легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію.

Таблиця 3

Шкала розмежування антропогенного фактору впливу вмісту гумусу на стан екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину

Критерії	Слабко-деградовані	Частково деградовані	Дуже деградовані	Сильно-деградовані
Вміст гумусу, %	2,5–1,7	1,7–1,3	1,3–0,48	0,48–0,0
Шкала кількісної оцінки	1,0–0,68	0,68–0,48	0,48–0,19	0,19–0,0
Дія дестимулятора	Дуже незначна	Потенційно зростаюча	Реальна, значна	Реальна, дуже значна
Можливість відновлення	Потребує підтримання вмісту гумусу	Потребує підвищення вмісту гумусу	Потребує підвищення вмісту гумусу	Гостра потреба у підвищенні вмісту гумусу
Оцінка за шкалою вмісту гумусу, %	Підвищений	Низький	Дуже низький	Дуже низький

Таблиця 4

Шкала розмежування антропогенного фактору впливу вмісту легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію на стан екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину

Критерії		Слабко-деградовані	Частково деградовані	Дуже деградовані	Сильно-деградовані
Показники вмісту лужногідролізованого азоту (N), рухомого фосфору (P), обмінного калію (K), мг/кг	N	200–136	136–96	96–38	38–0
	P	160–109	109–77	77–30	30–0
	K	200–136	136–96	96–38	38–0
Шкала кількісної оцінки		1,0–0,68	0,68–0,48	0,48–0,19	0,19–0,0
Дія фактора		Дуже незначна	Потенційно зростаюча	Реальна, значна	Реальна, дуже значна
Можливість відновлення		Покращення не потребує	Покращення не потребує	Підвищення показника для окремих культур	Підвищення показника для окремих культур
Оцінка за шкалою стану		Еталонний	Погіршений	Погіршений	Сильно погіршений

Таблиця 5

Шкала розмежування антропогенного фактору впливу фізичних властивостей ґрунту на стан екосистем, порушених несанкціонованим видобутком бурштину

Критерії	Слабко-деградовані	Частково деградовані	Дуже деградовані	Сильно-деградовані
Показники щільності ґрунту, г/см ³	1,1–1,39	1,39–1,57	1,57–1,83	1,83–2,0
Показники найменшої вологоємності, %	20–16,8	16,8–14,8	14,8–11,9	11,9–10,0
Шкала кількісної оцінки	1,0–0,68	0,68–0,48	0,48–0,19	0,19–0,0
Дія фактора	Дуже незначна	Потенційно зростаюча	Реальна, значна	Реальна, дуже значна

продовження табл. 5

Можливість відновлення	Регулювання не потребує	Регулювання не потребує	Потребує покращення для окремих культур	Потребує покращення для окремих культур
Оцінка за шкалою стану	Еталонний	Еталонний	Погіршений	Погіршений

Так, при плануванні заходів ремедіації варто брати до уваги, що за умов, коли ґрунти порушених ділянок несанкціонованим видобутком бурштину будуть характеризуватися величинами середньозважених показників найменшої вологоємності (НВ) у діапазоні від 15% і вище, то на цій території будуть формуватися сприятливі умови для: природного лісопоновлення свіжих борів, суборів А₂ В₂ і вологих борів і суборів А₃ В₃; вирощування зернових культур, картоплі; створення високопродуктивних луків і пасовищ. У випадках зниження у ґрунтах величин НВ нижче 15% навпаки будуть погіршуватися умови природного лісопоновлення і на порушених ділянках можливе лише формування сухих А₁ В₁, найсухіших А₀ В₀ борів та суборів, а при сільськогосподарському використанні цих ділянок виникне потреба у покращенні їх водного режиму шляхом збільшення акумуляції вологи у кореневмісному шарі ґрунту, або за рахунок краплинного чи звичайного зрошення (дощового).

При проведенні оцінок стану природних водно-болотних угідь (ВБУ), змінених під час несанкціонованого видобутку бурштину, ми рекомендуємо додатково враховувати показник тривалості затоплення їх поверхні та показник глибини стояння води на поверхні ґрунтів (табл. 6).

Таблиця 6

Шкала розмежування антропогенного фактору впливу затоплення поверхні ґрунту на стан екосистем водно-болотних угідь

Критерії	Слабко-деградовані	Частково деградовані	Дуже деградовані	Сильно-деградовані
Показник затоплення поверхні, місяців	<5,7	5,7–9,4	9,4–14,5	>14,5
Показник глибини стояння води на поверхні ґрунтів, м	>0,96	0,96–1,56	1,56–2,43	>2,43

продовження табл. 6

Шкала кількісної оцінки	1,0–0,68	0,68–0,48	0,48–0,19	0,19–0,0
Дія фактора	Дуже незначна	Потенційно зростаюча	Реальна, значна	Реальна, дуже значна
Можливість відновлення	Регулювання не потребують	Регулювання не потребують	Потрібна зміна статусу ВБУ	Потрібна зміна статусу ВБУ
Оцінка за шкалою, місяці *	< 3	4–6	7–12	13>18

*Примітка: показник ступеня деградації ґрунтів за шкалою [23].

Так, наприклад, за умов коли водно-болотні угіддя після пошкодження видобутком бурштину мають період затоплення, що не перевищує 9,4 місяці їх стан оцінюється категоріями слабко- і частково деградованими, а при більш тривалому затопленні від 9,4 місяці та більше категоріями – дуже і сильнодеградованими. Якщо водно-болотні угіддя після пошкодження видобутком бурштину мають глибину затоплення на період до 9,4 місяці та глибину до 1,56 м, вони можуть функціонувати як болота з відновленням водної рослинності. Якщо тривалість затоплення буде перевищувати 9,4 місяці, а глибина затоплення поверхонь водно-болотних угідь буде перевищувати 1,56 м і більше, то на таких ділянках доцільно буде облаштовувати пожежні водойми. Також на сильнодеградованих ділянках доцільно проєктувати і будувати стави для вирощування риб, або водойм рекреаційного призначення.

Слід зазначити, що причинами надлишкового зволоження ґрунтів можуть бути не лише наслідки несанкціонованого видобутку бурштину, але і атмосферні опади, які надходять до понижених ділянок, напірні води, які надходять знизу через «вікна» (розмиви), що необхідно брати до уваги в кожному конкретному випадку.

Висновки. Несанкціонований видобуток бурштину спричинює погіршення складу, властивостей, режимів і процесів, що протікають в ґрунтах та здатен призводити до їх деградації. Основними типами деградації ґрунтового покриву, при несанкціонованому видобутку бурштину на землях лісового фонду, сільськогосподарських землях, землях водно-болотних угідь є: фізична деградація (перемішування шарів, переущільнення, злитість, дезагрегація тощо); виснаження (дегуміфікація, підкислення, оглеєння); ерозія (змитість, намитість, 14

розмитість); дефляція (засипання ям, кратерів тощо); вторинне підтоплення, заболочення, затоплення, забруднення органічними рештками, нафтопродуктами.

Діагностику станів екосистем порушених несанкціонованим видобутком бурштину рекомендується здійснювати за комплексом показників унормованих у шкалу від 0 до 1 за формулами для стимуляторів і дестимуляторів з використанням кількісних і якісних ознак ступеня порушення 1,0–0,68 – слабкопорушені; 0,68–0,48 – частково порушені; 0,48–0,19 – дуже порушені; 0,19–0 – сильнопорушені. На підставі встановленого ступеня деградації стає можливим раціональний вибір підходів до ремедіації та рекультивації ґрунтів лісових, аграрних і водно-болотних екосистем, пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину.

1. Navarrete A. A., Aburto F., González-Rocha G., Guzmán C. M., Schmidt R., Scow K. Anthropogenic degradation alter surface soil biogeochemical pools and microbial communities in an Andean temperate forest. *Science of The Total Environment*. 2022. P. 158508.
2. Геоекологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
3. Zahedifar M. Assessing alteration of soil quality, degradation, and resistance indices under different land uses through network and factor analysis. *CATENA*. 2023. Vol. 222. P. 106807.
4. Moomen A. W., Dewan A. Assessing the spatial relationships between mining and land degradation: evidence from Ghana. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 2016. Vol. 31. No. 7. P. 505–518.
5. Guo X. M., Zhao T. Q., Chang W. K., Xiao C. Y., He Y. X. Evaluating the effect of coal mining subsidence on the agricultural soil quality using principal component analysis. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. Vol. 78. No. 2. P. 173–182.
6. Ковалевський С. Б., Марчук Ю. М., Маєвський К. В., Курдюк О. М. Бурштин на території Українського Полісся: утворення, видобуток, наслідки. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2017. № 13. 16 с. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/9528/87377> (дата звернення: 18.11.2022).
7. Державне агентство лісових ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 24.11.2022).
8. ДСТУ 7875:2015. Охорона ґрунтів. Екологічне нормування антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив. Основні положення. Технічний комітет стандартизації «Ґрунтознавство» (ТК 142) від 22.06.2015. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62757 (дата звернення: 19.11.2022).
9. Земельний кодекс України: чинне законодавство зі змінами та допов. станом на 18.10.2022 р. К. : ПАЛИВОДА А. В., 2022.

184 с. **10.** Z. Li et al. Rapid diagnosis of agricultural soil health: A novel soil health index based on natural soil productivity and human management. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 277. P. 111402. **11.** Zhen Q., Ma W., Li M., He H., Zhang X., Wang Y. Reprint of "Effects of vegetation and physicochemical properties on solute transport in reclaimed soil at an opencast coal mine site on the Loess Plateau, China". *CATENA*. 2017. Vol. 148. P. 17–25. **12.** Ma K., Zhang Y., Ruan M., Guo J., Chai T. Land Subsidence in a Coal Mining Area Reduced Soil Fertility and Led to Soil Degradation in Arid and Semi-Arid Regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. Vol. 16, no. 20. P. 3929. **13.** Anderson T.-H. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2003. Vol. 98. No. 1–3. P. 285–293. **14.** Ditzler C. A., Tugel A. J. Soil Quality Field Tools. *Agronomy Journal*. 2002. Vol. 94. No. 1. P. 33–38. **15.** Moosavi A. A., Sepaskhah A. Artificial neural networks for predicting unsaturated soil hydraulic characteristics at different applied tensions. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2012. Vol. 58. No. 2. P. 125–153. **16.** Raiesi F., Beheshti A. Evaluating forest soil quality after deforestation and loss of ecosystem services using network analysis and factor analysis techniques. *CATENA*. 2022. Vol. 208. P. 105778. **17.** Karaca S., Dengiz O., Demirağ T., Özkan B. et al. An assessment of pasture soils quality based on multi-indicator weighting approaches in semi-arid ecosystem. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 121. P. 107001. **18.** Davari M., Gholami L., Nabiollahi K., Homaei M. et al. Deforestation and cultivation of sparse forest impacts on soil quality (case study: West Iran, Baneh). *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 198. P. 104504. **19.** Sirsat M. S., Cernadas E., Fernández-Delgado M., Khan R. Classification of agricultural soil parameters in India. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 135. P. 269–279. **20.** Ogen Y., Zaluda J., Francos N., Goldshleger N., et al. Cluster-based spectral models for a robust assessment of soil properties. *Geoderma*. 2019. Vol. 340. P. 175–184. **21.** Wang Z., Wang G., Ren T., Wang H. et al. Assessment of soil fertility degradation affected by mining disturbance and land use in a coalfield via machine learning. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 125. P. 107608. **22.** ДСТУ ISO 10381-4:2005. Якість ґрунту. Відбирання проб. *Настанови щодо процедури дослідження природних, майже природних та оброблюваних ділянок (ISO 10381-4:2003, IDT)*. Київ : Держспоживстандарт України. 2007. Ч. 4. 16 с. **23.** Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. Ґрунтознавство : підручник. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.

REFERENCES:

1. Navarrete A. A., Aburto F., González-Rocha G., Guzmán C. M., Schmidt R., Scow K. Anthropogenic degradation alter surface soil biogeochemical pools

and microbial communities in an Andean temperate forest. *Science of The Total Environment*. 2022. P. 158508. **2.** Heoekolohiia Lvivskoi oblasti : monohrafiia / Yu. Andreichuk, L. Bezruchko, V. Bilaniuk ta in. / za zah. red. Ye. Ivanova. Lviv : Prostir-M, 2021. 606 s. **3.** Zahedifar M. Assessing alteration of soil quality, degradation, and resistance indices under different land uses through network and factor analysis. *CATENA*. 2023. Vol. 222. P. 106807. **4.** Moomen A. W., Dewan A. Assessing the spatial relationships between mining and land degradation: evidence from Ghana. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 2016. Vol. 31. No. 7. P. 505–518. **5.** Guo X. M., Zhao T. Q., Chang W. K., Xiao C. Y., He Y. X. Evaluating the effect of coal mining subsidence on the agricultural soil quality using principal component analysis. *Chilean journal of agricultural research*. 2018. Vol. 78. No. 2. P. 173–182. **6.** Kovalevskiy S. B., Marchuk Yu. M., Maievskiy K. V., Kurdiuk O. M. Burshtyn na terytorii Ukrainського Polissia: utvorennia, vydobutok, naslidky. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo*. 2017. № 13. 16 s. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/9528/87377> (data zvernennia: 18.11.2022). **7.** Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy. Ofitsiinyi sait. URL: <https://forest.gov.ua/> (data zvernennia: 24.11.2022). **8.** DSTU 7875:2015. Okhorona gruntiv. Ekolohichne normuvannia antropohennoho navantazhennia na gruntovyi pokryv. Osnovni polozhennia. Tekhnichnyi komitet standartyzatsii «Gruntoznavstvo» (TK 142) vid 22.06.2015. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62757 (data zvernennia: 19.11.2022). **9.** Zemelnyi kodeks Ukrainy: chynne zakonodavstvo zi zminamy ta dopov. stanom na 18.10.2022 r. K. : PALYVODA A. V., 2022. 184 s. **10.** Z. Li et al. Rapid diagnosis of agricultural soil health: A novel soil health index based on natural soil productivity and human management. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 277. P. 111402. **11.** Zhen Q., Ma W., Li M., He H., Zhang X., Wang Y. Reprint of “Effects of vegetation and physicochemical properties on solute transport in reclaimed soil at an opencast coal mine site on the Loess Plateau, China”. *CATENA*. 2017. Vol. 148. P. 17–25. **12.** Ma K., Zhang Y., Ruan M., Guo J., Chai T. Land Subsidence in a Coal Mining Area Reduced Soil Fertility and Led to Soil Degradation in Arid and Semi-Arid Regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. Vol. 16, no. 20. P. 3929. **13.** Anderson T.-H. Microbial eco-physiological indicators to asses soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2003. Vol. 98. No. 1–3. P. 285–293. **14.** Ditzler C. A., Tugel A. J. Soil Quality Field Tools. *Agronomy Journal*. 2002. Vol. 94. No. 1. P. 33–38. **15.** Moosavi A. A., Sepaskhah A. Artificial neural networks for predicting unsaturated soil hydraulic characteristics at different applied tensions. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2012. Vol. 58. No. 2. P. 125–153. **16.** Raiesi F., Beheshti A. Evaluating forest soil quality after deforestation and loss of ecosystem services using network analysis and factor analysis

techniques. *CATENA*. 2022. Vol. 208. P. 105778. **17.** Karaca S., Dengiz O., Demirağ T., Özkan B. et al. An assessment of pasture soils quality based on multi-indicator weighting approaches in semi-arid ecosystem. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 121. P. 107001. **18.** Davari M., Gholami L., Nabiollahi K., Homaei M. et al. Deforestation and cultivation of sparse forest impacts on soil quality (case study: West Iran, Baneh). *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 198. P. 104504. **19.** Sirsat M. S., Cernadas E., Fernández-Delgado M., Khan R. Classification of agricultural soil parameters in India. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 135. P. 269–279. **20.** Ogen Y., Zaluda J., Francos N., Goldshleger N., et al. Cluster-based spectral models for a robust assessment of soil properties. *Geoderma*. 2019. Vol. 340. P. 175–184. **21.** Wang Z., Wang G., Ren T., Wang H. et al. Assessment of soil fertility degradation affected by mining disturbance and land use in a coalfield via machine learning. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 125. P. 107608. **22.** DSTU ISO 10381-4:2005. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. *Nastanovy shchodo protsedury doslidzhennia pryrodnykh, maizhe pryrodnykh ta obroblivanykh dilianok* (ISO 10381-4:2003, IDT). Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2007. Ch. 4. 16 s. **23.** Tykhonenko D. H., Horin M. O., Laktionov M. I. *Gruntoznavstvo : pidruchnyk*. Kyiv : Vyshcha osvita, 2005. 703 s.

Biedunkova O. O., Doctor of Biological Science, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne),

Klymenko V. O., Post-graduate Student (Polissia National University)

DIAGNOSTICS OF SOIL DEGRADATION OF FOREST, AGRICULTURAL AND WETLAND ECOSYSTEMS DAMAGED BY UNAUTHORIZED AMBER MINING

Mining poses a significant threat to the state of ecosystems. The problem becomes a major concern if mining is conducted in an illegal manner. Thus, the unauthorized extraction of amber in the territory of north-western Ukraine led to the degradation of forest, agricultural and wetland ecosystems. In world science, it is recognized that in view of preserving the ecosystem functions of the soil and developing measures to restore its condition, it is important to diagnose the degree of soil degradation. The article presents the results of the development of a scale for assessing soil degradation disturbed by unauthorized amber mining. Research was conducted on the territory of forestry enterprises of the Rivne region. Turf-podzolic, turf-podzolic gleyed and turf-gley soils on different types of ecosystems were

studied. The selected samples were analysed for physico-chemical (pH of salt extract), agrochemical (mobile phosphorus content, potassium content, alkaline hydrolysed nitrogen, humus content) and physical (soil density indicators, minimum moisture capacity indicators) parameters. A comparison of the physical, physico-chemical, and agrochemical conditions of undisturbed and disturbed areas due to amber mining was carried out. Indicators were normalized according to their stimulating or unstimulating value with further aggregation. At the same time, the weighted average indicators were calculated. We proposed a scale to assess soil degradation of forest, agricultural and wetland ecosystems damaged by unauthorized amber mining. It is recommended to diagnose soils disturbed by amber mining using a set of indicators normalized on a scale from 0 to 1 using formulas for stimulators and destimulators using quantitative and qualitative signs of the degree of disturbance: 1.0–0.68 – slightly disturbed; 0.68–0.48 – partially broken; 0.48–0.19 – very disturbed; 0.19–0 – strongly disturbed. Based on the established degree of degradation, it becomes possible to rationally choose approaches to the remediation and reclamation of the soils of forest, agricultural and wetland ecosystems damaged by unauthorized amber mining.

Keywords: degraded soils; diagnosis of soil condition; unauthorized amber mining; remediation.

УДК 639.3.09

<https://doi.org/10.31713/vs420222>

Богатко Н. М., д.вет.н., доцент (Інститут післядипломного навчання керівників і спеціалістів ветеринарної медицини, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл.),
Полтавченко Т. В., к.вет.н., доцент, Буднік З. М., к.с.-г.н., доцент,
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Богатко А. Ф., асистент**
(Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., bogatko.aliona.ua@gmail.com)

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ КОНТРОЛЬ РИБИ І РИБОПРОДУКТІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ТА ОБІГУ ЗА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ НАССР

Риба та рибні продукти мають велике значення у харчуванні людини і складають значну частину її харчового раціону. У багатьох країнах світу риба є основним об'єктом харчової промисловості. У нашій державі діють нормативно-правові законодавчі акти міжнародні та вітчизняні, які визначають основні правові й організаційні засади забезпечення безпечності та якості безпеки риби і рибних продуктів за виробництва та обігу. Здійснення ризик-орієнтованого контролю на потужностях внаслідок встановлення небезпечних факторів у рибі і рибних продуктах забезпечить дотримання санітарно-гігієнічних вимог під час виробництва та обігу цих харчових продуктів та надасть впевненості споживачам про безпечне харчування. Концепція системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) визначається Комісією Кодексу Аліментаріус і Європейським Союзом і принципи системи НАССР, що рекомендовані до практичного застосування Кодексом Аліментаріус, є обов'язковими для країн ЄС. Впровадження системи НАССР має цілий ряд переваг як для операторів ринку виробництва та обігу риби і рибних продуктів та пересічних споживачів, так і для України в цілому. Запровадження системи НАССР є перспективним для нашої країни, оскільки це створить на потужностях з виробництва харчових продуктів реальну можливість для організації і підтримання ефективної і дієвої системи безпеки харчових продуктів. Особливо актуальним є впровадження системи НАССР на потужностях з виробництва риби та рибопродуктів.

Ключові слова: система НАССР; безпечність; потужності з виробництва риби; принципи системи НАССР; вище керівництво; координатор системи НАССР; робоча група безпечності.

Вступ. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, що здійснює контроль та нагляд за якістю та безпекою продовольчої сировини та харчових продуктів, повинна виконувати вимоги нової Європейської регламентації щодо харчових продуктів, Комісії Кодексу Аліментаріус, ФАО/ВООЗ, основних положень торгових Угод *SPS* і *TBT* та організовувати свою роботу на основі оцінки ризиків із санітарної безпеки харчових продуктів [1].

Зобов'язання щодо безпечності рибних харчових продуктів дотримуються за допомогою принципів системи аналізу ризиків (НАССР) та критичних точок контролю, включно із застосуванням Належних гігієнічних практик (ГНП). НАССР є науково-обґрунтованою системою, що визначає небезпечні фактори (біологічні, хімічні, фізичні), а також заходи контролю за цими факторами з метою забезпечення безпечності рибних харчових продуктів [2]. Система НАССР є інструментом для оцінки небезпечних факторів та запровадження системи контролю, метою якої є профілактика, аніж дослідження кінцевого продукту; будь-яка система НАССР здатна врахувати зміни, наприклад, досягнення в галузі проєктування обладнання, розробки нових процедур переробки або технологічних процесів [3–6].

Система НАССР може застосовуватися на всіх етапах харчового ланцюга, від виробництва риби-сировини до кінцевого споживання рибної продукції. При застосуванні системи керуються науковими свідченнями про наявні ризики для здоров'я людини. Крім підвищення рівня безпечності харчових продуктів, застосування системи НАССР може забезпечити інші значні переваги, зокрема застосування системи НАССР може допомагати регуляторним органам у здійсненні інспекцій, а також сприяти міжнародній торгівлі [7; 8].

Запровадження системи НАССР є перспективним для нашої країни, оскільки це створить на потужностях з виробництва харчових продуктів реальну можливість для організації і підтримання ефективної і дієвої системи безпеки харчових продуктів. Особливо

актуальним є впровадження системи НАССР на потужностях з виробництва та обігу риби і рибопродуктів [9].

Метою роботи було проаналізувати ризик-орієнтований контроль риби і рибних продуктів під час виробництва та обігу за впровадження системи НАССР.

Результати дослідження. Риба та рибні продукти мають велике значення у харчуванні людини і становлять значну частину її харчового раціону. У багатьох країнах світу риба становить основний об'єкт харчової промисловості. Враховуючи значення риби та інших гідробіонтів у харчуванні людини, в нашій державі діє Закон України «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них», який визначає основні правові і організаційні засади забезпечення якості та безпеки риби, інших водних ресурсів, виготовленої з них харчової продукції для життя і здоров'я населення та запобігання негативному впливу на довкілля у разі вилову, переробки, фасування та переміщення через митний кордон України [10].

Рибні господарства та промисловість постачають для населення широкий асортимент риби та рибної продукції. Але для повного забезпечення населення рибою та рибною продукцією необхідно збільшити її добування, покращити технологію переробки та підвищити якість санітарного контролю на всьому шляху – від вилову до отримання готової продукції. Промислова переробка риби підприємствами рибної промисловості направлена на отримання різнобічних видів продукції, яка поділяється на харчову, технічну, лікувальну та виробу широкого призначення. У зв'язку з цим, особливо важливою є роль лікарів ветеринарної медицини та державних інспекторів ветеринарної медицини в попередженні (мінімізації) контамінації продовольчої сировини та харчових продуктів біологічними, фізичними та хімічними небезпечними чинниками [11–13].

Лікарі ветеринарної медицини повинні брати на себе відповідальність за розвиток нової процедури інспектування, що орієнтована на ризик-орієнтований контроль встановлення безпечності та якості рибної продукції. Ветеринарне інспектування має здійснювати оцінювання системи діяльності санітарних заходів на потужностях з виробництва та обігу риби і рибної продукції, та вести постійне спостереження за її дотриманням санітарно-гігієнічних умов виробництва даної продукції [14].

Такий ризик-орієнтований контроль слугуватиме розвитку кооперації з оператором ринку для виявлення порушень вимог

законодавства та міжнародних нормативів та покращення стандартів безпечності та якості рибної продукції за виявлення біологічних, хімічних і фізичних небезпечних факторів [15].

Моніторинг рибної продукції за показниками безпечності в Україні здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин», де вказано, що одним із основних завдань нашої держави в галузі ветеринарної медицини якраз і є виконання відповідної загальнодержавної програми здійснення моніторингу залишкових кількостей ветеринарних препаратів та інших забруднюючих речовин у тваринах, продуктах тваринного походження і кормах. Державна фармакологічна комісія ветеринарної медицини рекомендує Головному державному інспектору ветеринарної медицини України затвердити «Щорічний план наявності залишкових кількостей ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у тваринах, продуктах тваринного походження і кормах» [16].

Повноваження з організації проведення досліджень щодо вищезазначеного моніторингу стосовно «Щорічного плану наявності залишкових кількостей ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у тваринах, продуктах тваринного походження і кормах» надано Державному науково-дослідному інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ). Наразі в Україні діє «Загальнодержавна цільова економічна програма проведення моніторингу залишкових кількостей ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у живих тваринах, продуктах тваринного походження і кормах, а також харчових продуктах, підконтрольних ветеринарній службі». Це є важливим у виявленні небезпечних хімічних факторів за впровадження системи НАССР на потужностях з виробництва та обігу риби [17].

Одним із важливих ризиків у виробництві риби і рибопродуктів, який має контролюватися, є мікробіологічний ризик. Відповідно до національних стандартів в рибі і рибній продукції контролюють вміст МАФАНМ, БГКП, сульфитредуючих клостридій, *Staphylococcus aureus*, патогенних мікроорганізмів, в тому числі роду *Salmonella* та *Listeria monocytogenes*. За ризик-орієнтованого контролю на потужностях з виробництва та обігу риби і рибопродуктів встановлюють мікробіологічні критерії гігієни технологічних процесів: *E. coli* та коагулазопозитивні

стафілококи [18].

Також встановлюють фізичні ризики, особливо на виробництвах рибної продукції. Так, небезпечними факторами є метал, дерев'яні щепки, пластмаса, папір тощо. До хімічних небезпечних факторів, що контролюються у рибі і рибній продукції, належать: токсичні елементи (свинець, кадмій, миш'як, ртуть); залишки ветеринарних препаратів; гістамін.

Моніторинг здійснюється відповідно до структури організації системи моніторингу на потужності з переробки риби (таблиця).

Таблиця

Структура організації системи моніторингу на потужності з переробки риби

Посада особи, назва підрозділу або сторонньої організації	Підстава для виконання робіт по організації і проведенню моніторингу	Відповідальність і вид робіт, які здійснюються при проведенні моніторингу
Директор	Посадова інструкція	Загальна відповідальність за організацію і функціонування системи моніторингу
Керівники структурних підрозділів підприємства	Посадова інструкція	Відповідальність за здійснення моніторингу у своєму підрозділі
Виробнича лабораторія	Положення про виробничу (дослідну) лабораторію. Настанова з якості, галузь акредитації	Виробничий і лабораторний контроль за хіміко-технологічними, мікробіологічними показниками; відповідальність за кваліфікаційні можливості згідно з галуззю акредитації
Відповідальна особа за організацію і проведення моніторингу	Посадова інструкція	Організація системи моніторингу, визначення об'єктів (точок), термінів (періодичності) і методик контролю; лабораторний виробничий контроль за показниками якості та безпеки; контрольні перевірки об'єктів; розроблення планів і програми санітарно-профілактичних заходів

Приклади моніторингу: простежування процесу; контроль температури; контроль часу; контроль величини pH ; контроль рівня води; контроль рівня тиску; контроль концентрації хлориду натрію; контроль активності води (a_w) тощо.

Приклади моніторингового обладнання: термометри, термографи, годинники, терези, pH -метр, фотоелектроколориметр, рефрактометр, вимірювачі масової частки води, обладнання для хімічного аналізу тощо.

Так, в країнах Європи діє національний інтегрований багаторічний план моніторингу за безпечністю харчових продуктів, що охоплює системи офіційного контролю на місцях, що відповідають «кормовому» і «харчовому» законодавству, а також вимогам правил санітарії та забезпечення благополуччя тварин. Цей план є основою для майбутніх оцінювань ефективності діючої системи контролю представниками FVO (Food and Veterinary Office). У плані чітко регламентовано відповідальність за його розробку та реалізацію як на місцевому рівні, так і на рівні держави. Одним з головних положень цього плану є визначення національних референс-лабораторій, відповідальних за впровадження стандартів виконання рутинних методик і надійних методів випробувань для різних сфер лабораторного аналізу, координація та кооперація дій організацій, агенцій, спрямованих на забезпечення охорони здоров'я населення, тварин та рослин [19–21].

Найефективнішим методом забезпечення безпеки харчової продукції нині у світі визнано систему HACCP (*Hazard Analysis Control Critical Points* – аналіз небезпек і критичні точки контролю). Це науково обґрунтований, раціональний і системний підхід до ідентифікації продукції, оцінки та управління ризиками, які можуть виникнути при виробництві, переробці, зберіганні та використанні харчових продуктів [22].

Держпродспоживслужба України реалізує державну політику у галузі ветеринарної медицини, сферах безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, карантину та захисту рослин, ідентифікації та реєстрації тварин, санітарного законодавства; здійснює державний ветеринарно-санітарний контроль, державний нагляд (контроль) за дотриманням санітарного законодавства, за безпечністю та окремими показниками якості харчових продуктів;

здійснює державний контроль за впровадженням постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи аналізу небезпечних факторів та контролю у критичних точках (НАССР); бере участь у визначенні небезпечних факторів, що можуть мати шкідливий вплив на здоров'я людини, у проведенні оцінки ризику та встановленні ступеня створюваного ними ризику.

Найефективнішим методом забезпечення безпечності харчової рибної продукції нині у світі визнано систему НАССР, що ґрунтується на виконанні вимог Регламентів Європейського Парламенту і Ради № 178/2002; 852/2004; 853/2004; 854/2004; 882/2004.

Для адаптації системи НАССР в Україні Державним науково-виробничим центром стандартизації, метрології та сертифікації Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики та Держспоживстандартом України були затверджені національні стандарти ДСТУ 4161–2003 та ДСТУ ISO 22000:2019 [20; 21], що включають загальні принципи функціонування системи, а також стратегічні рішення найвищого керівництва підприємства з метою підвищення якості, безпечності та конкурентоспроможності вітчизняної харчової продукції, що забезпечить захист інтересів і здоров'я споживачів, сприяння розширенню ринків збуту у вітчизняному та світовому економічному просторі, підвищення авторитету та іміджу України в цілому. Більшість виробничих процесів мають велику кількість стадій від виробництва до реалізації риби і рибної продукції. Належним чином створений план НАССР дає змогу виявити фактори, що безпосередньо впливають на безпечність харчового продукту. Це дає змогу операторам ринку харчових продуктів застосовувати технічні засоби найбільш ефективним способом [23].

З метою виконання Указів Президента України, постанов та розпоряджень Уряду України щодо гармонізації законодавства нашої держави до вимог СОТ та ЄС стосовно визначення якості та безпеки продукції тваринного походження, постанови Кабінету Міністрів України від 12.03. 2003 р. № 313 «Про визначення єдиного органу з питань контролю за якістю та безпекою рибної продукції, що експортується», дорученням Кабінету Міністрів України від 26.03.2003 р. № 5937 «Про виконання плану заходів щодо підготовки нормативних документів для подання заявки до компетентних органів ЄС про включення України до переліку країн-експортерів

рибної продукції на ринок ЄС», враховуючи необхідність сприяння збільшення експорту рибопродукції, а також у зв'язку з рекомендаціями, які надані експертом компанії Food Control Consulting (Шотландія) під час аудиту українського законодавства, рибопереробних і рибодобувних підприємств щодо можливості експорту риби і рибної продукції до країн ЄС необхідністю введення в дію з 01.06.2003 року для підприємств, які є потенційними експортерами рибопродукції до країн ЄС, наступні нормативно-правові акти ЄС:

- Директива Ради ЄС 91/493 від 22.07.91 «Санітарні умови для виробництва і розміщення на ринку рибної продукції»;
- Директива Ради ЄС 92/48 від 16.06.92 «Правила гігієни для рибної продукції, що виловлена суднами»;
- Директива Ради ЄС 91/496 від 15.07.91 «Щодо встановлення принципів організації ветеринарного контролю щодо тварин, які надходять у Співтовариство з третіх країн»;
- Директива Ради ЄС 89/662 від 11.12.89 «Щодо ветеринарного контролю при торгівлі в межах Співтовариства з метою завершення внутрішнього ринку»;
- Директива Ради ЄС 80/778 від 15.07.80 «Щодо якості води, що призначена для людського споживання»;
- Директива Ради ЄС 98/83 від 03.11.98 «Щодо якості води, призначеної для людського споживання»;
- Постанова Комісії ЄС № 466/2001 від 08.03.01 «Щодо затвердження максимальних рівнів для деяких забруднюючих речовин у харчових продуктах»;
- Рекомендувати до відома та виконання запропоновану для Українського законодавства транспозицію Директив Ради ЄС 91/493 і 92/48.

Також в Україні затверджені наступні нормативно-правові акти:

- Система загальної самооцінки при здійсненні аудиту внутрішнього контролю (НАССР тощо) на рибодобувних та рибопереробних підприємствах, які експортують рибопродукцію до країн ЄС (рекомендації)
 - Система тренінгу на рибопереробних підприємствах щодо виконання вимог Директиви ЄС 91/493 «Санітарні умови для виробництва і розміщення на ринку рибної продукції» (рекомендації).
- Перш ніж застосовувати систему НАССР при виробництві будь-

якого рибного продукту, на цій потужності з переробки риби і рибних продуктів має бути проведена робота відповідно до «Загальних принципів Кодексу Аліментаріус стосовно гігієни рибних продуктів та законодавства щодо безпечності харчових продуктів». При визначенні та оцінці небезпечних факторів і наступної діяльності з розробки та застосування системи НАССР слід взяти до уваги вплив сировини, інгредієнтів, методів виробництва рибних продуктів на регулювання небезпечних факторів.

Призначення системи НАССР полягає в тому, щоб зосередити регулювання на контролі критичних точок. У випадку, якщо виявлено небезпечний фактор, який має бути ліквідовано або мінімізовано, але не виявлено жодних критичних контрольних точок, необхідно змінити підходи до цієї операції.

Встановлення та моніторинг критичних точок контролю є економічно більш ефективним методом забезпечення безпеки ніж традиційні методи інспектування та випробувань рибної продукції.

Облікові записи і документація дають прекрасну уяву того, що на виробництві були застосовані всі необхідні заходи та проявлена старанність для попередження проблем, пов'язаних з появою небезпечних рибних продуктів. Ці записи можуть бути доказом при необхідності ведення судових справ, тобто вони є документами.

Впровадження системи НАССР не може вирішити всіх проблем безпеки, але ця система дає інформацію про те, як краще контролювати небезпечні фактори. Керівники потужностей з виробництва та обігу риби і рибних продуктів зобов'язані правильно використовувати цю інформацію. Крім того, концепція системи НАССР може покращити взаємовідносини між операторами ринку та інспекторами харчових продуктів, попереджувати конфлікти між інспекторами та операторами ринку, які відволікають увагу від більш важливих проблем.

Критичні точки контролю (КТК), що визначені як приклад для конкретного випадку в матеріалах Кодексу Аліментаріус можуть бути доповнені іншими КТК характерними для даної потужності чи процесу. Якщо в рибний продукт, технологію чи будь-який етап виробництва вноситься модифікація щодо застосування системи НАССР, необхідно переглядати і вносити необхідні зміни до плану НАССР.

Понад сорокарічний досвід використання концепції НАССР

міжнародною спільнотою засвідчує, що система НАССР найкращим чином функціонує, якщо вона базується на 7 принципах:

Принцип 1. Складання переліку потенційно небезпечних чинників та проведення їх аналізу.

Принцип 2. Визначення критичних точок контролю (КТК).

Принцип 3. Визначення критичних меж для кожної КТК.

Принцип 4. Встановлення системи моніторингу для КТК.

Принцип 5. Запровадження коригувальних дій, якщо результати моніторингу свідчать про втрату контролю у КТК.

Принцип 6. Запровадження процедур перевіряння для підтвердження ефективності функціонування системи НАССР.

Принцип 7. Запровадження системи ведення документації та реєстрації даних.

Необхідно відмітити переваги від запровадження системи НАССР на потужностях з переробки риби:

- ✓ дає споживачам впевненість в тому, що рибні продукти виробляються відповідно до правил гігієни та безпеки;

- ✓ демонструє прагнення виробництва застосовувати необхідні попереджувальні заходи та уважно слідкувати за гігієною при виготовленні рибних продуктів;

- ✓ зменшується кількість перевірок з боку партнерів-споживачів (аудит другої сторони), а відповідно знижуються фінансові витрати, економиться час;

- ✓ знижуються витрати, пов'язані з відкликанням рибної продукції, збільшуються прибутки;

- ✓ знижуються витрати, завдяки кращим взаємовідносинам з державними наглядовими органами контролю безпечності рибопродуктів;

- ✓ моніторинг за рибною продукцією здійснюється у режимі реального часу;

- ✓ підвищується ефективність системи управління безпечністю рибопродуктів за рахунок оптимального розподілення ресурсів в найбільш критичній для безпечності продуктів області;

- ✓ сприяє міжнародній торгівлі;

- ✓ підтримується всесвітня система безпечності продуктів харчування (*Total Food Safety Management System*);

- ✓ гармонізуються міжнародні та національні вимоги

харчової безпеки, правила санітарії та фітосанітарії.

Необхідно відмітити роль та відповідальність вищого керівництва рибопереробних та рибодобувних підприємств у системі НАССР. Національний стандарт ДСТУ 4161–2003 передбачає, що вище керівництво відповідає за доведення до всіх рівнів підприємства важливості виконання законодавчих і нормативних вимог до безпечності рибних продуктів, відповідних вимог споживачів та за результатами функціонування системи НАССР в цілому.

Вище керівництво рибопереробних та рибодобувних підприємств повинно надавати докази виконання своїх зобов'язань щодо розроблення та впровадження системи і постійного поліпшення її результативності, а саме:

- ✓ доводити до всіх рівнів організації важливість виконання законодавчих і нормативних вимог щодо безпечності харчових продуктів та відповідних вимог або сподівань споживачів;
- ✓ визначати політику щодо безпечності харчових продуктів;
- ✓ аналізувати систему;
- ✓ забезпечувати ресурсами.

Вище керівництво несе відповідальність за результати функціонування системи НАССР. Вище керівництво повинно усвідомити, що завжди якість та безпечність рибної продукції на підприємстві можуть бути такими, якими вони їх хочуть бачити, прийняти рішення про початок розроблення та впровадження системи НАССР і визначити політику щодо безпечності харчових продуктів.

Вище керівництво визначає політику організації щодо безпечності рибних продуктів та забезпечує поширення, зрозумілість та підтримку на всіх рівнях організації. Воно призначає керівника групи безпечності (координатора системи НАССР) та затверджує групу безпечності (робочу групу НАССР), організовує навчання персоналу.

Вище керівництво із запланованою періодичністю аналізує систему НАССР з метою її придатності, адекватності, результативності та вдосконалення, зокрема щодо політики безпечності харчових продуктів.

Вище керівництво забезпечує пропагування досягнень підприємства у сфері керування безпечністю харчових продуктів у засобах масової інформації шляхом участі у конкурсах, виставках, ярмарках та інших заходах.

Для забезпечення результативності функціонування системи НАССР на рибопереробних підприємствах обов'язки і повноваження повинні бути визначені, документально оформлені та доведені до виконавців [26]. Виконавці повинні мати чіткі обов'язки і повноваження щодо:

- ✓ визначення та реєстрації будь-яких проблем, пов'язаних з харчовими продуктами, процесами і системою;
- ✓ ініціювання заходів контролю та виправлення невідповідностей продуктів;
- ✓ ініціювання запобіжних дій щодо будь-яких невідповідностей продуктів, процесів, систем.

На рибопереробному та рибодобувному підприємствах необхідно:

- визначити необхідний рівень компетентності персоналу, залученого до робіт, від якого може залежати безпечність харчових продуктів;
 - організувати навчання персоналу;
 - оцінювати ефективність вжитих заходів;
 - забезпечувати обізнаність персоналу щодо доцільності та важливості своєї діяльності та щодо його внеску в керування безпечністю харчових продуктів;
 - реєструвати дані про освіту, професійну підготовленість, кваліфікацію та досвід залученого персоналу.

Перш ніж розпочати розроблення системи НАССР вище керівництво рибопереробного чи рибодобувного підприємств повинно свідомо зробити вибір на користь застосування системи НАССР і підтримати його – морально, фінансово та матеріально.

Наказом вищого керівництва необхідно призначити керівника групи безпечності – координатора НАССР. Координатором НАССР може бути заступник з якості, головний технолог, начальник виробничо-контрольної лабораторії та інші, але в жодному випадку ця особа має володіти навичками керування і мати у розпорядженні ресурси, необхідні для реалізації на підприємстві політики щодо безпечності харчових продуктів.

На координатора НАССР, незалежно від інших обов'язків, покладена (з наданням відповідних повноважень) відповідальність за:

- забезпечення розроблення та підтримання системи згідно з вимогами стандартів, що унормовують НАССР;
- організація роботи групи безпечності (групи НАССР);
- звітування перед вищим керівництвом про функціонування системи НАССР та потребу в її поліпшенні.

Для розроблення, впровадження, підтримування та поліпшення системи наказом вищого керівництва створюється робоча група безпечності (група НАССР). Члени групи безпечності повинні мати необхідні знання і досвід щодо харчових продуктів, процесів та небезпечних чинників, які належать до сфери застосування системи. Група НАССР має бути багатопрофільною, до її складу слід залучати спеціалістів: у галузі харчових технологій; у галузі мікробіології; у галузі технічних наук (технологічного обладнання); у галузі харчової хімії; у галузі стандартизації; у санітарно-профілактичній сфері; у галузі керування якістю, обізнаних з вітчизняною та міжнародною нормативно-правовою базою.

Постійне обслуговування системи НАССР ґрунтується на повсякденному керуванні планом НАССР, що полегшується проведенням моніторингу та щоденного перевіряння записів КТК. Звітна документація стосовно виконання зобов'язань щодо безпечності харчових продуктів та проведення відповідних коригувальних дій також прояснює заходи, яких було вжито, та допомагає впевнитися, що відповідні особи були негайно сповіщені про виявлену проблему.

Якщо процедури контролю здійснюються згідно з чітко визначеними правилами системи НАССР, то інспектор може більше довіряти виробникам харчових продуктів. Крім того, наявність зібраних протягом певного часу даних, суттєво пояснює роботу інспекторів, завдяки представлення більш повної та точної картини процесу ніж вони могли б отримати в результаті тільки однієї інспекції [24].

Система НАССР повинна застосовуватись окремо до кожного конкретного рибопереробного чи рибодобувного підприємства.

Висновки. Концепція системи НАССР визначається Комісією Кодексу Аліментаріус і Європейським Союзом, принципи системи

НАССР, що рекомендовані до практичного застосування Кодексом Аліментаріус, є обов'язковими для країн ЄС. Впровадження системи НАССР має цілий ряд переваг як для операторів ринку виробництва та обігу риби, рибних продуктів та пересічних споживачів, так і для України в цілому. Насамперед, це випуск більш безпечної, порівняно з аналогами, харчової продукції, що знижує небезпечний ризик, підвищує задоволеність споживача, сприяє поліпшенню якості життя.

1. НАССР: Аналіз небезпечних чинників та критичні точки контролю у виробництві харчових продуктів і продовольчої сировини : навч. посіб. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2005. 70 с. **2.** Особливості впровадження системи НАССР на м'ясо-, молоко- та рибопереробних підприємствах України : навч. посіб. / Богатко Н. М. та ін. Біла Церква, 2016. 283 с. **3.** Полтавчанко Т. В., Богатко Н. М., Парфенюк І. О. Санітарія та гігієна в рибництві : навч.-метод. посіб. для студентів ВНЗ напряму підготовки 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура». Рівне : НУВГП, 2016. 120 с. **4.** Касянчук В. В., Богатко Н. М., Микитюк П. В., Джміль В. І. Виробництво охолодженої, мороженої риби і льоду. Загальні вимоги безпеки: СОУ 05.01-37-388:2006. Держспоживстандарт України. Київ, 2007. 22 с. **5.** Codex Alimentarius Commission. Risk Analysis Policies of the CAC. Report of the Session of the CAC. Geneva. Switzerland. 2-7 July. 2001. CAC. Rjme. Italy. **6.** The role of Food Safety Objectives in the management of the microbiological safety of food according to Codex Documents. ICMSF for the Codex Committee on Food Hygiene. Feb. 2001. **7.** Гігієна і експертиза харчових тваринних гідробіонтів та продуктів їх переробки. *Гігієна і експертиза рибпромислової продукції* : підручник / Яценко І. В. та ін. Харків : Діса плюс, 2017. Ч. 1. 680 с. **8.** Fernandes O., Lucinea M. Effect of microbiological characteristics of raw milk on the quality of whole milk powder. *Braz. J. Mikrobiol.* 2000. 31 (2). P. 95-98. **9.** Богатко Н. М., Полтавченко Т. В. Запровадження системи НАССР на рибопереробних та рибодобувних підприємствах України – забезпечення безпечності рибних продуктів. *Проблеми зооінженерної та ветеринарної медицини. Ветеринарні науки* : зб. наук. праць Харківської державної зооветеринарної академії. Харків, 2017. Вип. 34. Ч. 2. С. 309-315. **10.** Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них : Закон України від № 486-IV від 06.02. 2003 р. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2003. N 15, ст. 107. **11.** Mackenzie A. The role of veterinarians in the prevention and management of food-borne diseases in particular at the level of livestock producers/technical item of the OIE General Session. Paris. France. 26-31 May. 2002. **12.** Burhaz Maryna & Soborova Olha. Fisheries development and the formation of the fish products market in Ukraine and in

the central and eastern european countries. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2020. Vol. 6. Is. 3. P. 10–18. URL: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2020-6-3-10-18>. (дата звернення: 10.10.2022). **13.** Gasco L., Acuti G. & Roncarati Alessandra. Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. *Italian Journal of Animal Science*. 2020. Vol. 19. Is. 1. P. 360–372. URL: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743209>. (дата звернення: 10.10.2022). **14.** Гігієна і експертиза харчових тваринних гідробіонтів та продуктів їх переробки. *Гігієна і експертиза водних ссавців, безхребетних гідробіонтів, продукції з риби* : підручник / Яценко І. В. та ін. Харків : Діа плюс, 2017. Ч. 2. 648 с. **15.** Санітарно-гігієнічна оцінка риби та гідробіонтів за інфекційних, інвазійних, незаразних хвороб : навч. посіб. для слухачів ІПНКСВМ / Богатко Н. М. та ін. Біла Церква, 2019. 176 с. **16.** Довідник для харчової промисловості України щодо тлумачення положень Регламенту Комісії ЄС № 2073/2005 Про мікробіологічні критерії. ЄС Твінінг проект. 46 с. **17.** Monitoring of the main parameters of pond water in order to obtain safe products for joint cultivation of sturgeon and carp fish / Grynevych N., Sliusarenko A., Khomiak O., Svitelskyi M., & Semaniuk N. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Ser. Agricultural Sciences*. 2021. 23(94). P. 73–80. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9414>. (дата звернення: 10.10.2022). **18.** Visciano Pierina, Schirone Maria & Paparella Antonello. An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products. *Foods*. 2020. Vol. 9. Is. 12. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9121795>. (дата звернення: 10.10.2022). **19.** Aquaculture management practices associated with antimicrobial residues in Southwestern Nigeria / Okocha Reuben Chukwuka, Olatoye Isaac Olufemi, Alabi Peter Ibukun, Modupe Ganiyat Ogunnoiki & Olufemi Bolarinwa Adedeji. *Aquaculture*. 2021. Vol. 533. P. 1–19. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736195. **20.** ДСТУ 4161–2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. К. : Держспоживстандарт України, 2003. 13 с. **21.** ДСТУ ISO 22000:2019 (ISO 22000:2007, IDT). Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі. К. : Держспоживстандарт України, 2018. 30 с. **22.** Стан державного нагляду в Україні за якістю та безпекою рибної продукції / Богатко Н. М. та ін. *Наук. вісник Львівського нац. ун-ту вет. медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. Харчові технології*. Львів, 2010. № 3 (45). Ч. 4. Т. 12. С. 113–119. **23.** Букалова Н., Богатко Н., Лясота В., Приліпко Т. Безпечність рибної продукції: виявляємо й аналізуємо небезпеки. *Управління якістю : спеціалізований журнал Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів*. Київ, 2021. № 12 (48). С. 52–62. **24.** Башинський В. В. та ін. Вимоги європейського законодавства щодо харчових продуктів : зб. інформаційних матеріалів. К. : ТОВ «Ветінформ»,

2009. Т. 1. С. 131–145. **25.** Регламент (ЄС) Європейського Парламенту і Ради від 29.04. 2004 р. № 852/2004 «Про гігієну харчових продуктів».

REFERENCES:

- 1.** NASSR: Analiz nebezpechnykh chynnykiv ta krytychni tochky kontroliu u vyrobnytstvi kharchovykh produktiv i prodovolchoi syrovyny : navch. posib. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2005. 70 s. **2.** Osoblyvosti vprovadzhennia systemy NASSR na miaso-, moloko- ta rybopererobnykh pidpriemstvakh Ukrainy : navch. posib. / Bohatko N. M. ta in. Bila Tserkva, 2016. 283 s. **3.** Poltavchanko T. V., Bohatko N. M., Parfeniuk I. O. Sanitariia ta hihiiena v rybnytstvi : navch.-metod. posib. dlia studentiv VNZ napriamu pidhotovky 6.090201 «Vodni bioresursy ta akvakultura». Rivne : NUVHP, 2016. 120 s. **4.** Kasianchuk V. V., Bohatko N. M., Mykytiuk P. V., Dzhmil V. I. Vyrobnytstvo okholodzhenoї, morozhenoї ryby i lodu. Zahalni vymohy bezpeky: SOU 05.01-37-388:2006. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. Kyiv, 2007. 22 s. **5.** Codex Alimentarius Comission. Risk Analysis Policies of the CAC. Report of the Session of the CAC. Geneva. Switzerland. 2–7 July. 2001. CAC.Rjme.Italy. **6.** The role of Food Safety Objectives in the management of the microbiological safety of food according to Codex Documents. ICMSF for the Codex Committee on Food Hygiene. Feb. 2001. **7.** Hihiiena i ekspertyza kharchovykh tvarynnykh hidrobiontiv ta produktiv yikh pererobky. *Hihiiena i ekspertyza rybopromyslovoi produktsii* : pidruchnyk / Yatsenko I. V. ta in. Kharkiv : Dysa plus, 2017. Ch. 1. 680 s. **8.** Fernandes O., Lucinea M. Effect of microbiological characteristics of row milk on the quality of whole milk powder. *Braz. J. Mikrobiol.* 2000. 31 (2). P. 95–98. **9.** Bohatko N. M., Poltavchenko T. V. Zaprovdzhennia systemy NASSR na rybopererobnykh ta rybodobuvnykh pidpriemstvakh Ukrainy – zabezpechennia bezpechnosti rybnnykh produktiv. *Problemy zoonzhenernoi ta veterynarnoi medytsyny. Veterynarni nauky* : zb. nauk. prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii. Kharkiv, 2017. Vyp. 34. Ch. 2. S. 309–315. **10.** Pro rybu, inshi vodni zhyvi resursy ta kharchovu produktsiiu z nykh : Zakon Ukrainy vid № 486-IV vid 06.02. 2003 r. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR)*. 2003. N 15, st. 107. **11.** Mackenize A. The role of veterinarians in the prevention and manangement of food-borne diseases in particular at the level of livestock producers/technical item of the OIE General Session. Paris. France. 26–31 May. 2002. **12.** Burhaz Maryna & Soborova Olha. Fisheries development and the formation of the fish products market in ukraine and in the central and eastern european countries. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2020. Vol. 6. Is. 3. P. 10–18. URL: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2020-6-3-10-18>. (data zvernennia: 10.10.2022). **13.** Gasco L., Acuti G. & Roncarati Alessandra. Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. *Italian Journal of Animal Science*. 2020. Vol. 19.

Is. 1. P. 360–372. URL: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743209>. (data zvernennia: 10.10.2022). **14.** Hihiiena i ekspertyza kharchovykh tvarynnykh hidrobiontiv ta produktiv yikh pererobky. *Hihiiena i ekspertyza vodnykh ssavtsiv, bezkhrebetnykh hidrobiontiv, produktsii z ryby* : pidruchnyk / Yatsenko I. V. ta in. Kharkiv : Dysa plius, 2017. Ch. 2. 648 s. **15.** Sanitarno-hihiiienichna otsinka ryby ta hidrobiontiv za infektsiinykh, invaziinykh, nezaraznykh khvorob : navch. posib. dlia slukhachiv IPNKSVN / Bohatko N. M. ta in. Bila Tserkva, 2019. 176 s. **16.** Dovidnyk dlia kharchovoi promyslovosti Ukrainy shchodo tлумachennia polozhen Rehlamentu Komisii YeS № 2073/2005 Pro mikrobiolohichni kryterii. YeS Tvininh proekt. 46 s. **17.** Monitoring of the main parameters of pond water in order to obtain safe products for joint cultivation of sturgeon and carp fish / Grynevych N., Sliusarenko A., Khomiak O., Svitelskyi M., & Semaniuk N. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Ser. Agricultural Sciences*. 2021. 23(94). P. 73–80. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9414>. (data zvernennia: 10.10.2022). **18.** Visciano Pierina, Schirone Maria & Paparella Antonello. An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products. *Foods*. 2020. Vol. 9. Is. 12. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9121795>. (data zvernennia: 10.10.2022). **19.** Aquaculture management practices associated with antimicrobial residues in Southwestern Nigeria / Okocha Reuben Chukwuka, Olatoye Isaac Olufemi, Alabi Peter Ibukun, Modupe Ganiyat Ogunnoiki & Olufemi Bolarinwa Adedeji. *Aquaculture*. 2021. Vol. 533. P. 1–19. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736195. **20.** DSTU 4161–2003. Systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv. Vymohy. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 13 s. **21.** DSTU ISO 22000:2019. (ISO 22000:2007, IDT). Systemy keruvannia bezpechnistiu kharchovykh produktiv. Vymohy do bud-yakoi orhanizatsii v kharchovomu lantsiuzi. K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2018. 30 s. **22.** Stan derzhavnoho nahliadu v Ukraini za yakistiu ta bezpekoiu rybnoi produktsii / Bohatko N. M. ta in. *Nauk. visnyk Lvivskoho nats. un-tu vet. medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho. Ser. Kharchovi tekhnolohii*. Lviv, 2010. № 3 (45). Ch. 4. T. 12. S. 113–119. **23.** Bukalova N., Bohatko N., Liasota V., Prylipko T. Bezpechnist rybnoi produktsii: vyavliaiemo y analizuiemo nebezpeky. *Upravlinnia yakistiu* : spetsializovanyi zhurnal Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv. Kyiv, 2021. № 12 (48). S. 52–62. **24.** Bashynskyi V. V. ta in. Vymohy yevropeiskoho zakonodavstva shchodo kharchovykh produktiv : zb. informatsiinykh materialiv. K. : TOV «Vetinform», 2009. T. 1. S. 131–145. **25.** Rehlament (IeS) Yevropeiskoho Parlamentu i Rady vid 29.04. 2004 r. № 852/2004 «Pro hihiienu kharchovykh produktiv».

Bogatko N. M., Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor (Head of the Department of Veterinary-Sanitary Examination and Laboratory Diagnostics of the Institute for Postgraduate Training of Managers and Specialists in Veterinary Medicine Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Kyiv region), **Poltavchenko T. V., Candidate of Veterinary Sciences (Ph.D.), Associate Professor,** **Budnik Z. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Bohatko A. F., Assistant** (Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Kyiv region)

RISK-ORIENTED CONTROL OF FISH AND FISH PRODUCTS DURING PRODUCTION AND TRADING WITH THE IMPLEMENTATION OF THE NASSR SYSTEM

Fish and fish products are of great importance in human nutrition and make up a significant part of their diet. In many countries of the world, fish is the main object of the food industry. In our country, a number of international and national regulatory and legal acts are in force, which determines the main legal and organizational principles for ensuring the safety and quality of fish and fish products during production and circulation. Implementation of risk-oriented control at facilities due to the establishment of dangerous factors in fish and fish products will ensure compliance with sanitary and hygienic requirements during the production and circulation of these food products and will provide confidence to consumers about safe food. The introduction of the HACCP system at facilities for the production of fish and fish products is particularly relevant. Introduction Hazard system provides competitiveness of native food production, it protect users interests and health, it promotes expansion markets in native and world economic area, increases enterprises authority and Ukrainian image as a whole. System HACCP – it preventive system of evaluation of control of dangerous factors of food raw material, technological processes and prepared products which to a great extent diminishes the levels of risks of origin of dangers for life and health of people. The system HACCP is based on 7 principles which are the bar of this system.

***Keywords:* system HACCP; safety; fish-processing enterprises; principles of system HACCP; high leader; coordinator of system HACCP; working group of safety.**

Бондарчук С. П., к.с.-г.н., доцент, Бондарчук Л. Ф., к.с.-г.н., доцент, Мерленко І. М., к.с.-г.н., доцент, Федонюк М. А., к.геогр.н., доцент (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк),
Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ СПОЛУКАМИ АЗОТУ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СИТУАЦІЇ

У роботі висвітлено особливості забруднення поверхневих водойм Волинської області сполуками азоту, екологічні наслідки такого забруднення та розробку дієвих заходів щодо поліпшення ситуації.

В процесі досліджень аналізувались особливості потрапляння та накопичення сполук азоту у воді водойм у межах досліджуваної території, основні джерела надходження забруднювачів, динаміка вмісту у воді досліджуваних забруднюючих речовин за останні роки, а також можливі засоби зменшення такого забруднення.

Ключові слова: сполуки азоту; аміак; нітрати; нітрити; водні об'єкти; біогенні речовини; забруднення води; стічні води; оптимізація водокористування.

Актуальність дослідження. Актуальність теми полягає в тому, в сучасних умовах поверхневі водойми зазнають щоразу більш інтенсивного антропогенного впливу, який проявляється передусім у забрудненні води. Серед різних видів забруднюючих речовин, що потрапляють до водойм, особливе місце займають так звані біогенні речовини – речовини, що найбільш активно беруть участь в життєдіяльності водних організмів. Серед таких речовин в сучасних умовах якраз переважають сполуки азоту.

Небезпека забруднення водойм біогенними речовинами полягає у тому, що, крім яскраво вираженої токсичної дії на людину і гідробіонти у високих концентраціях, ці речовини можуть призводити до бурхливого розвитку водних організмів, евтрофікації водойм, інтенсивного «цвітіння» води та вторинного забруднення продуктами розкладу водних організмів тощо [1–3].

Матеріал та методи дослідження. В процесі досліджень аналізувались дані спостережень системи моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» [4]. Системою передбачається контроль і узагальнення результатів досліджень якості води та створення інтерактивної карти. Зокрема дані щодо вмісту азотних сполук були використані в ході проведення цього дослідження.

Відповідно до методики досліджень, нами були проаналізовані тенденції щодо динаміки амонію, нітрат-іонів та нітрит-іонів у поверхневих водах у річному та багаторічному циклах із виявленням окремих тенденцій та закономірностей.

Для проведення такого аналізу нами було вибрано на території області три пункти спостереження за якістю поверхневих вод, а саме:

1. р. Стир, 308 км, м. Луцьк.
2. р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг.
3. р. Турія, 125 км, м. Ковель.

Аналіз одержаних результатів. Сполуки, що містять азот, знаходяться в поверхневих водах у розчиненому, колоїдному і зваженому стані і можуть під впливом багатьох фізико-хімічних і біохімічних чинників переходити з одного стану в інший.

За даними численних досліджень, вміст у поверхневих водоймах тих чи інших сполук азоту залежить від багатьох факторів, а саме: особливостей водойми (гідрологічні, гідрохімічні, гідродинамічні характеристики, особливості життєдіяльності гідробіонтів тощо); специфіки утворення у водоймі і надходження ззовні органічних сполук, а також забруднюючих речовин у тих або інших формах азоту; природних кліматичних факторів – температури, опадів тощо [5–6].

Перетворення у воді сполук азоту виглядає наступним чином: у воді амоній перетворюється у нітрати, потім доокислюється до нітритів, а потім завдяки процесам денітрифікації нітрити трансформуються до газоподібного азоту, замикаючи ланку колообігу азоту у водному середовищі. У природних умовах основним джерелом надходження сполук азоту воду є розклад відмерлих органічних речовин у вигляді рослинних і тваринних організмів водойми.

Зважаючи на той факт, що у межах області більшість водойм використовується для рибогосподарських і культурно-побутових

(рекреаційних) потреб, основний акцент у роботі присвячено саме такому типу водокористування.

Як приклад для річного циклу був вибраний період впродовж 2019 року. Як видно із наведених даних, за всіма пунктами спостережень відмічається досить суттєва динаміка всіх сполук азоту (рис. 1).

Серед усіх сполук азоту, які піддавались аналізу, перевищення ГДК спостерігались за всіма пунктами спостереження за вмістом амонію та нітрит-іонів. За вмістом нітрат-іонів перевищень ГДК не зафіксовано. Найбільш таке перевищення за вмістом амонію спостерігалась у воді р. Турія (125 км, м. Ковель) – більш ніж в 5 разів вище ГДК. Дещо менші перевищення зафіксовані у воді р. Західний Буг – 2,6 рази перевищення ГДК та у воді р. Стир – майже 2-разове перевищення ГДК (рис. 1).



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

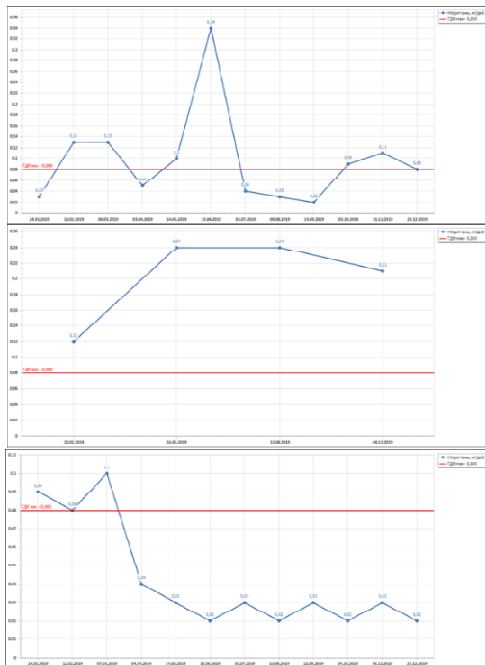
Рис. 1. Сезонна динаміка амонію у воді досліджуваних водойм

Стосовно нітрит-іонів, то найбільше перевищення спостерігалось у воді р. Стир – більш ніж 4-разове перевищення ГДК (рис. 2). Дещо менші перевищення зафіксовані у воді р. Західний Буг – 3-разове перевищення ГДК та р. Турія – у 1,25 рази. При цьому у

воді р. Західний Буг значення вмісту нітрит-іонів впродовж 2019 року не опускались нижче ГДК.

Динаміка сполук азоту в річному циклі переважно мала певні максимуми в теплі періоди року, однак в деякі роки спостерігалась тенденція зменшення вмісту із максимальних значень на початку року до мінімальних – в кінці.

За багаторічний проміжок було прийнято період 2010–2020 рр., зважаючи на наявність та повноту даних спостережень на досліджуваних створах річок у межах Волинської області. Для вказаного періоду спостережень виявлено тенденції, які притаманні динаміці сполук азоту як у річному, так і у багаторічному циклі. У багаторічному циклі також спостерігаються перевищення ГДК за вмістом лише амонію та нітрит-іонів, хоча за вмістом нітрат-іонів в окремі періоди значення наближались до значень ГДК (рис. 3–4).



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

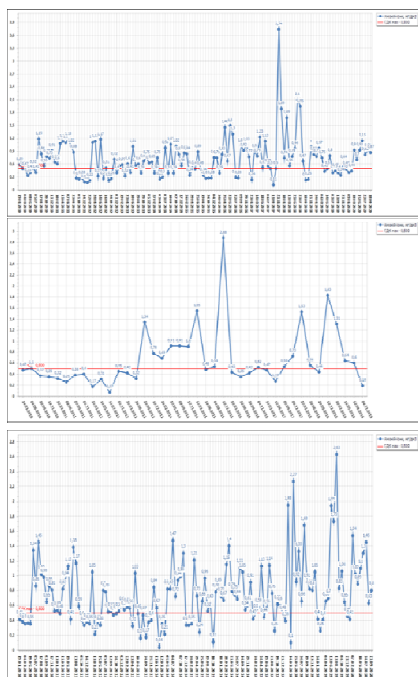
Рис. 2. Сезонна динаміка нітрит-іонів у воді досліджуваних водойм

На нашу думку, таке значення вмісту сполук азоту зумовлене як природними, так і антропогенними факторами. Суттєві перевищення ГДК у пунктах спостережень на р. Стир, 308 км, м. Луцьк та р. Турія, 125 км, м. Ковель зумовлені істотним антропогенним забрудненням,

яке утворюється на території і потрапляє з поверхневим і підземним стоком, а також скидом стічних вод у вказані річки від найбільших міст області – Луцька та Ковеля [6–7].

При аналізі багаторічного циклу динаміки сполук азоту були виявлені періоди із значно більшими перевищеннями ГДК ніж у річному циклі. Так, у воді р. Турія впродовж квітня і липня 2014 року були виявлені значення вмісту нітрит-іонів, що більш ніж у 10 разів перевищують ГДК (рис. 4), а вміст амонію у воді р. Стир у листопаді 2017 року перевищував ГДК у 7,5 разів (рис. 3).

Точковими джерелами надходження органічних речовин в умовах України та і Волинської області є скиди стічних вод комунальних та промислових підприємств, в складі яких міститься високі концентрації органічних речовин, що зумовлюють біохімічне споживання кисню [7]. Зважаючи на дані досліджень, фізичну і моральну застарілість очисних споруд, видалення і нейтралізація розчиненої органіки відбувається неефективно, зумовлюючи органічне забруднення водойм із збільшенням величини БСК₅, а при розкладі даної органіки – і суттєве збільшення сполук азоту.



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

Рис. 3. Багаторічна динаміка амонію у воді досліджуваних водойм

Через на те, що сполуки азоту досить нестійкі у воді при окисних умовах і швидко перетворюються, регулярні і постійні виявлення проб води із перевищенням вмісту ГДК свідчать про постійне «свіже забруднення» ймовірно стічними водами та так званім «фекальним забрудненням». Приймаючи до уваги той факт, що перевищення ГДК за вмістом сполук азоту відмічається також і у холодну пору року, впродовж якої зменшується доля надходження забруднень із розосереджених джерел, ще більше вказує на значну долю надходження надмірної кількості забрудників із стічними водами.

Аналіз узагальнених даних, які були наведені, виявив досить несприятливу ситуацію щодо забруднення поверхневих водойм сполуками азоту у Волинській області. Практично половина всіх проб води, відібраних із води пунктів спостережень за якістю поверхневих вод сигналізує про перевищення ГДК. Це стосується вмісту амонію та нітрит-іонів.

Точковими джерелами надходження азоту в умовах Волинської області є скиди стічних вод комунальних та промислових підприємств, в складі яких міститься високі концентрації органічних речовин, що зумовлюють біохімічне споживання кисню. Крім того, комунально-побутові стічні води також містять і досить високі концентрації і самих сполук азоту, особливо у вигляді амонійного і нітратного азоту.



р. Стир, 308 км, м.Луцьк

р. Західний Буг, 569 км, м. Устилуг

р. Турія, 125 км, м.Ковель

Рис. 4. Багаторічна динаміка нітрит-іонів у воді досліджуваних водойм

Таким чином, інтенсивними джерелами надходження сполук азоту є:

- неочищені і недостатньо очищені комунально-побутові стічні води;
- біогенне забруднення, джерелом якого є стік з сільськогосподарських угідь та тваринницьких комплексів;
- біогенний стік із територій полігонів відходів і сміттєзвалищ, як офіційних, так і стихійних у вигляді фільтрату;
- неефективна робота меліоративних систем із прискореним розкладом і мінералізацією торфу та винесення у водойми продуктів його розкладу;
- порушення екологічної стійкості ландшафтів водозборів річок (інтенсивне вирубування лісів, порушення водоохоронного режиму в межах водоохоронних зон і прибережних смуг, поширення водної ерозії ґрунтів тощо).

При аналізі показників видно, що забруднення води органічними речовинами (БСК₅) досить тісно корелює із забрудненням води сполуками азоту. На рис. 5 наведено багаторічну динаміку зміни БСК₅ у воді р. Стир.

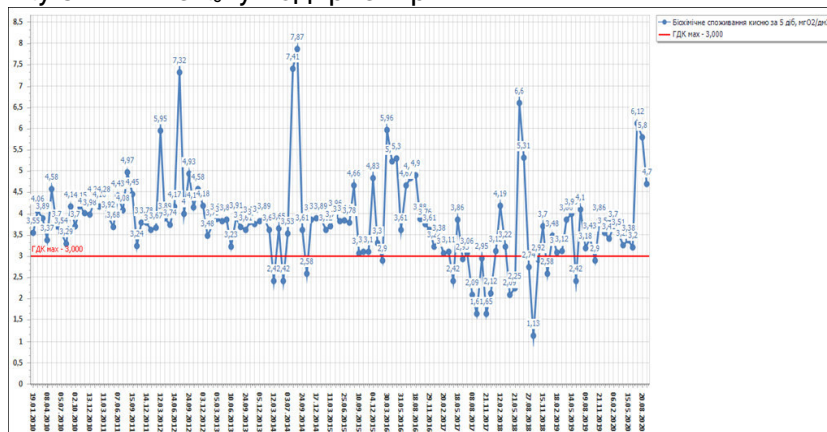


Рис. 5. Багаторічна динаміка БСК₅ у воді р. Стир, м. Луцьк

Проведений аналіз результатів досліджень, а також аналіз фондових матеріалів та численних публікацій на цю тематику дозволив намітити основні заходи для зниження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області. На нашу думку, комплекс заходів, що дозволить покращити існуючу екологічну ситуацію за рахунок оптимізації водокористування та усунення основних причин забруднення води сполуками азоту, повинен виглядати так, як наведено на рис. 6.

Отже, аналізуючи вищеподану інформацію, можна зробити **висновок**, що основними джерелами потрапляння та накопичення різних сполук азоту у воду водойм в умовах Волинської області є певна кількість точкових та неточкових джерел, основними із яких є неочищені і недостатньо очищені комунально-побутові стічні води, стоки від тваринницьких комплексів, поверхневий і підземний стік із техногенних територій (звалища, полігони відходів, місця складування органічних добрив, територія тваринницьких комплексів, сільськогосподарські поля, осушені торфові масиви, еродовані землі тощо), атмосферні опади. Крім того, накопиченню сполук азоту у воді понад ГДК також сприяють кліматичні фактори через зміну клімату, які опосередковано впливають на загальносанітарний стан водойм. Це проявляється у збільшенні випаровування, зменшенні стоку, відсутності повеней, заростанні та замуленні водойм, що в свою чергу призводить до накопичення органічної маси у водоймах та вивільнення сполук азоту при її розкладі.

Проведений аналіз результатів досліджень, а також аналіз фондових матеріалів та численних публікацій на цю тематику дозволив намітити основні заходи для зниження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області.

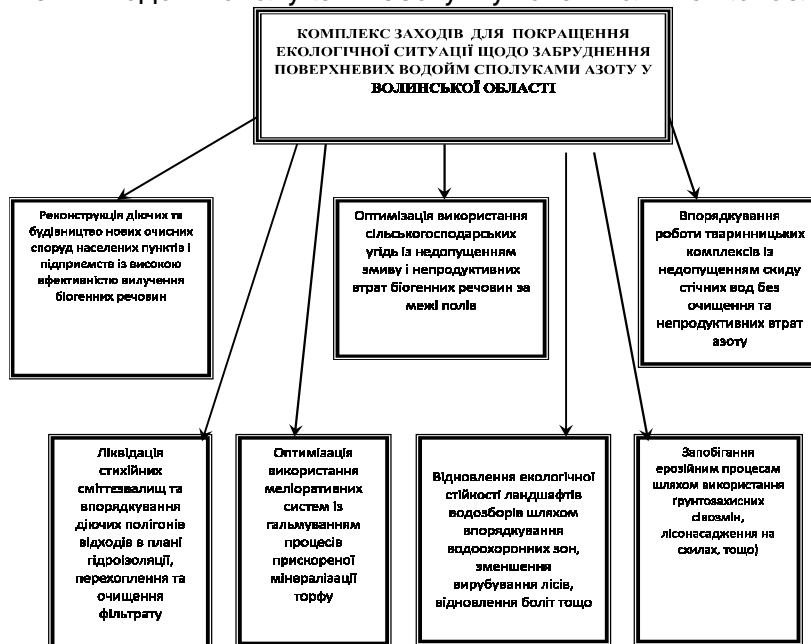


Рис. 6. Основні заходи щодо попередження забруднення поверхневих водойм сполуками азоту в умовах Волинської області

1. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.
2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., Волкова Л. А. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління) : навч. посіб. Рівне : ППФ «Волинські обереги», 1999. Т. 2. 198 с.
3. Яцик А. В., Гопчак І. В. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Волинської області. *Водне господарство України*. 2007. № 2. С. 20–24.
4. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>. (дата звернення: 10.10.2022).
5. Нетробчук І., Гашинська В. Екологічна оцінка якості води р. Стир у місті Луцьку. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Сер. Географічні науки*. Луцьк, 2018. № 3 (376). С. 28–34.
6. Козицька Л. П., Музиченко О. С. Інтегральна оцінка екологічного стану поверхневих вод річки Західний Буг в межах Волинської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 3–4. С. 78–83.
7. Бондарчук С. П., Бондарчук Л. Ф., Музичук Х. П. Загрязнение поверхностных водоемов Волинской области Украины соединениями фосфора и пути его уменьшения. *Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развыцця* : зборнік навуковых прац. Брест, 2013. Вып. 1. С. 34–40.

REFERENCES:

1. Snizhko S. I. Otsinka ta prohnzovuvannia yakosti pryrodnykh vod. Kyiv : Nika-Tsentr, 2001. 264 s.
2. Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V., Volkova L. A. Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system: (hidrokhimii, hidrobiolohiia, hidrolohiia, upravlinnia) : navch. posib. Rivne : PPF «Volynski oberehy», 1999. T. 2. 198 s.
3. Yatsyk A. V., Hophchak I. V. Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod Volynskoi oblasti. *Vodne hospodarstvo Ukrainy*. 2007. № 2. S. 20–24.
4. Monitorynh ta ekolohichna otsinka vodnykh resursiv Ukrainy. Rezhym dostupu: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення: 10.10.2022).
5. Netrobchuk, I., Hashynska V. Ekolohichna otsinka yakosti vody r. Styr u misti Lutsku. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky. Ser. Heohrafichni nauky*. Lutsk, 2018. № 3 (376). S. 28–34.
6. Kozytyska L. P., Muzychenko O. S. Intehralna otsinka ekolohichnoho stanu poverkhnevyykh vod richky Zakhidnyi Buh v mezhakh Volynskoi oblasti. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii*. 2015. № 3–4. С. 78–83.
7. Bondarchuk S. P., Bondarchuk L. F., Muzichuk H. P. Zagryaznenie poverhnostnyih vodoemov Volyinskoy oblasti Ukrainy soedineniyami fosfora i puti ego umensheniya. *Pryirodnae asyaroddze Palessya: asablivastsy i perspektyvyy razvyitstsya* : zbornik navukovyih prats. Brest, 2013. Vyip. 1. S. 34–40.

Bondarchuk S. P., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Bondarchuk L. F., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Merlenko I. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Fedoniuk M. A., Candidate of Geographical Sciences (Ph.D.), Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk), Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

PECULIARITIES OF VOLYN REGION SURFACE WATERS POLLUTION BY NITROGEN COMPOUNDS AND WAYS TO IMPROVE THE SITUATION

The paper addresses the solution of topical issues which concern the peculiarities of the Volyn region surface waters pollution with nitrogen compounds, the environmental consequences of such pollution and the development of effective measures to improve the situation.

Over the course of research it was analyzed the inflow and accumulation of nitrogen compounds in the water within the study area, the main sources of pollutants, the dynamics of content of pollutants in water over the recent years, as well as possible ways to reduce such pollution.

The dynamics of content of nitrogen compounds mostly had pronounced maxima in the annual cycle in the warm periods of the year, as the oxidative processes of organic decomposition accelerate with increasing temperature, but in some years there was a tendency to reduce the content from maximum to minimum values at the end of the year. This may be caused by high concentration of organic matter that got into the reservoir in the winter, probably with wastewater. In the long-term cycle, the threshold limit value for ammonium and nitrite ions has been exceeded, and the content of nitrate ions in some periods is close to the threshold limit value.

The main sources of ingress and accumulation of various nitrogen compounds in reservoirs in the Volyn region are a number of point and non-point sources, the main of which are untreated and insufficiently treated municipal and industrial wastewater, sewage from livestock complexes, surface and underground runoff from man-made areas (landfills, waste dumping ground, places of storage of

organic fertilizers, the territory of livestock complexes, agricultural fields, drained peatlands, eroded lands), precipitation. In addition, the accumulation of nitrogen compounds in water above the threshold limit value is also facilitated by climatic factors in the form of climate change, which indirectly affect the general sanitary condition of reservoirs. This is manifested in increased evaporation, reduced runoff, no floods, overgrowth and siltation of reservoirs, which in turn leads to the accumulation of organic matter in water bodies and the release of nitrogen compounds during its decomposition.

***Keywords:* nitrogen compounds; ammonia; nitrates; nitrites; water bodies; nutrients; water pollution; wastewater; water use optimization.**

Вознюк Н. М., к.с.-г.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, n.m.voznyuk@nuwm.edu.ua), **Скиба В. П., к.с.-г.н., ст. викладач**, **Ганчук М. М., к.с.-г.н., старший викладач**, **Усаченко С. В., магістр** (Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, skiff_vika@ukr.net)

ОСОБЛИВОСТІ ТА РИЗИКИ ЛІСОРозВЕДЕННЯ І ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ У МЕЖАХ СУХОСТЕПОВОЇ ПІДЗОНИ УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ)

На сьогодні Запорізька область має найнижчий відсоток заліснених територій (4%) при середньому показнику по Україні 15,9%. Саме на цей регіон України припадає найбільша кількість розораних угідь – 88,1%, тобто Запорізька область характеризується найбільшим показником розбалансування ландшафтної структури серед усіх регіонів України.

Концепція імплементації європейського законодавства регламентує перспективне збільшення лісовкритих ділянок на усій території України шляхом лісовідтворення та лісорозведення (перспектива для степових ландшафтів). На законодавчому рівні визначено оптимальний показник лісистості для Запорізької області, який поетапно має бути збільшеним до 5%, тоді як відсоток мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів до 13,8%. Безумовно, створення зелених зон позитивним чином впливає на стабілізацію екологічної рівноваги природних систем, але необхідно враховувати те, що лісорозведення у степовій зоні, для якої априорі типовими є лише ліси байрачного типу, завжди буде більш економічно-затратним та ризикованим. Доцільність лісорозведення у степовій зоні нерідко піддається науковій критиці та вважається антропогенним втручанням у природну рівновагу екосистем.

У статті представлено результати компаративного підходу до створення штучних лісових насаджень у степовій зоні, проаналізовано методологічні підходи до визначення оптимального показника лісистості та структуровано основні ризик-фактори, які

стають на заваді продуктивному лісовідновленню та лісорозведенню.

Ключові слова: лісорозведення; лісовідновлення; оптимальний відсоток лісистості; зона Степу України; лісосмуги; штучно створені лісові масиви.

Постановка проблеми. Створення штучних лісових масивів у степовій зоні України багато років є актуальним завданням. Це обумовлюється ландшафтостабілізуючими природоохоронними властивостями зелених зон, а також можливістю вирішення багатьох природоохоронних завдань, пов'язаних з водоохоронними, пожезахисними властивостями дерев, здатністю врегульовувати мікроклімат території та зменшувати прояви несприятливих погодних явищ. Проте проблематика вибору підходів до створення зелених зон, оптимальних видів дерев на сьогодні залишається важливим та актуальним завданням.

В історії створення лісових насаджень Північно-Західного Приазов'я виділяють декілька етапів, а саме: 1) етап активного лісорозведення (перша пол. XIX ст.) – закладання великих степових лісівництв задля забезпечення господарств деревиною та захисту сільськогосподарських угідь від несприятливих природних явищ; 2) етап створення смугових пожезахисних насаджень (друга пол. XX ст.) – створення 750 га пожезахисних лісових смуг [1].

Перші епізодичні спроби лісорозведення на півдні України припадають на кінець XVII ст. Лісові насадження були необхідні для захисту полів від посухи, суховіїв та інших природних негод [2].

Масове науково обґрунтоване лісорозведення розпочалося у відкритому степу в 40-х роках XIX ст. На початку XX ст. вдалося штучним шляхом підвищити лісистість Херсонської та Таврійської губерній на 0,5% у кожній, що дало змогу «закріпити піски» і відвести загрозу замету величезної території сільськогосподарських угідь. Також це сприяло встановленню в регіоні більш сприятливого клімату, ліквідуючи загрозу ранньої засухи та зменшуючи руйнівні наслідки типових для даного регіону пилових бур [3].

У 30–80-х роках XX ст. степове лісорозведення отримало значний розвиток. Лісова меліорація, створення захисних насаджень, пожезахисних смуг стало справою державної політики. Саме у другій половині XX ст. була проведена велика робота по

створенню, вирощуванню лісів, захисних насаджень, їх охорони і використанню. Найбільшого поширення в межах Запорізької області набули стрічкові лісові насадження, представлені міжпольовими, прияружними, прибалковими та прирічковими лісонасадженнями у вигляді смуг. Для цього більшість з них мала ажурну продувну конструкцію і складалася з 3, 5 та 7 рядів дерев. Мережа лісосмуг була зорієнтована впоперек пануючим у регіоні північно-східним вітрам [4–5].

У 60-х рр. ХХ ст. було необґрунтовано розорано більше 100 тис. га малопродуктивних природних угідь та схилових земель. У результаті масового знищення лісів степова зона значно розширилась на північ, зайнявши навіть частину лісостепової зони. Розораність та надмірний випас худоби призвели до майже повного знищення степової рослинності як зонального типу та повної деструкції гідрологічної мережі [6–7].

Об'єкт досліджень: лісорозведення та лісовідновлення у межах сухостепової підзони України

Предмет досліджень: фактичні та оптимальні показники заліснення територій у межах степової зони, ризик-фактори природного та антропогенного походження.

Мета досліджень: проаналізувати історичні аспекти лісорозведення у межах сухостепової підзони України, виокремити основні ризик-фактори, які впливають на продуктивність лісорозведення та лісовідтворення, з'ясувати доцільність подальшого проведення лісовідновлювальних робіт відповідно до загальнодержавних та міжнародних природоохоронних програм.

Аналіз досліджень та публікацій. Добре відомо, що усі штучно створені лісові масиви позитивним чином впливають на екологічну рівновагу будь-якого ландшафту, стабілізуючи мікроклімат, акумулюючи забруднюючі речовини, виконуючи протиерозійні, водота ґрунтозахисні функції. Головна особливість полягає в тому, що для цілинних степових ландшафтів типовими завжди були ліси байрачного типу, відповідно створення штучних лісових масивів у степовій зоні має свої суттєві екологічні та економічні особливості.

Проблемі пошуку шляхів створення оптимальних умов для лісорозведення у степовій зоні приділена увага багатьох науковців.

Розгорнута історія лісорозведення в Північно-Західному Приазов'ї ХІХ – початку ХХ ст. наводиться Буцьким П. [8], ним

зазначені факти озеленення території, починаючи від освоєння території колоніями менонітів. Чепудра Г. М. виокремлює історичні події «Великого перетворення природи» у Запорізькому краї, пов'язані з залісненням території для попередження масштабних негативних наслідків пилових бур [9]. У науковому доробку Мількова Ф. М., Денисика Г. І., Давидчук В. С. значна увага приділяється вивченню історії створення деревних насаджень у степу задля оптимізації та раціонального використання лісових ресурсів у багатьох сферах господарства [1].

Чебанова Ю. В. зазначає, що лісові антропогенні ландшафти у Запорізькій області розвинені слабо. Це пов'язано, насамперед, з посушливими природно-кліматичними умовами степової смуги України. Більшість лісонасаджень за призначенням і розміщенням мають обмежене експлуатаційне значення та виконують переважно екологічні функції – водоохоронні, полезахисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі тощо [5]. Взаємозалежність між регулюванням мікроклімату регіону та необхідністю створення лісових насаджень у Південному степу визначено Гришко С. В. [10].

Починаючи з другої половини ХХ ст., науковцями активно підіймається питання доцільності створення лісових насаджень у степовій зоні і, головне, оптимального відсотку лісовкритих ділянок в загальній структурі ландшафтного комплексу, який буде спроможним забезпечувати сталість екосистеми без порушення природного балансу в ній. Оптимальною лісистістю є ступінь заліснення території, при якому найбільш ефективно використовуються земельні ресурси, формується екологічно стабільне середовище та найповніше виявляється весь комплекс корисних властивостей лісу. Параметри оптимальної лісистості можуть бути різними залежно від господарського освоєння території, рельєфу, лісорослинної зони, густоти гідрологічної мережі, типу ґрунтів тощо.

Молчанов О. О. виділив декілька типів оптимальної лісистості: водоохоронно-водорегулювальну, берегозахисну, водоохоронно-ґрунтозахисну, водопоглинальну, поле- і ґрунтозахисну, протидефляційну [11].

Значення оптимального показника лісистості для степової зони, на думку різних науковців, коливається від 10 до 17%:

- 10–15% – за Лосицьким К. Б., з урахуванням загальної площі всіх лісових та інших насаджень деревних і чагарникових порід спеціального призначення (1960 р.) [12];

- Бялловичем Ю. П. та Миховичем А. Г. було доведено, що максимальне збільшення підземного живлення річок відбувається не при 100% лісистості, а при меншій: на Поліссі – 45–60%, у Лісостепу – 20–40%, у Степу – 15–19%, тобто оптимальній водоохоронній лісистості (1970 р.) [13];

- дослідження Ткача В. П. свідчать, що з Півночі на Південь відношення оптимальної лісистості заплавної частини водозборів річок до оптимальної водоохоронної лісистості водозборів у цілому має зростати, в умовах Степу дане співвідношення має становити 3,5 (1999 р.) [14];

- за розрахунками Ведмідя М. М. (2006 р.) оптимальна площа лісів для Запорізької області має становити 5% (10% для зони Степу), тоді як за Сайко Ф. В. (2008 р.) – 14% (та 15,2% відповідно для зони Степу), за Глебовим М. М. (2008 р.), залежно від функціонального призначення території, хаотичності розміщення деревних порід тощо та за Гладуном Г. Б. (2011 р.) – 15% [15–19];

- за науково обґрунтованими нормами (Бондарець Д. С., 2013) оптимальною рекомендована: для посушливої південної степової підзони лісистість – 8%, середньо-степової 10–12%, що у 1,6–2,3 рази більше за існуючу у межах Мелітопольського району Запорізької області [20; 21].

Нормативи оптимальної лісистості, розраховані з урахуванням відповідних одиниць лісогосподарського районування території України, були розроблені в УкрНДІЛГА (2008 р.), згідно з яким межі лісогосподарських зон і округів приурочені до меж адміністративних областей, а за наявності декількох геоморфологічних районів в одній адміністративній області – до меж лісогосподарських підприємств, території яких належать до того чи іншого лісогосподарського округу. Запорізька область належить до Північностепової лісогосподарської області Середньодніпровського лісогосподарського округу, для якої оптимальний показник повинен бути 5,3%. З них структура лісистості за типами насаджень розподіляється наступним чином: прирічкові – 24,5%, протиерозійні – 58,5%, полезахисні – 11,3%, придорожні – 1,9%, зелених зон – 1,0%, інші – 2,8% [22].

Нормативно-правові основи збільшення лісистості України

визначено Земельним кодексом України та Лісовим кодексом України, в яких визначені права власності та користування, функціональний поділ лісів, норми використання лісових ресурсів, лісовпорядкування, державний лісовий кадастр та облік лісів, ведення лісового господарства, охорона і захист, відтворення лісів тощо, а також відповідними постановами КМУ та документами міжнародних організацій, підписаними Україною на міжнародному рівні.

У 2002 р. була прийнята Державна Програма «Ліси України на 2002–2015 роки», яка втратила свою чинність у 2009 р. на другому етапі впровадження. У програмі зазначалось, що загалом стан лісів країни є задовільним, а за останні 40 років площа вкритих лісовою рослинністю земель збільшилася на 31,8%. Фактична лісистість території країни (15,6%) є недостатньою. Для досягнення оптимальних її показників (у межах 19–20%) слід збільшити площу лісів щонайменше на 2–2,5 млн га, з досягненням 15,8% у 2010 р. та 16,1% у 2015 р. [23]. Заміною даного нормативного документу стала Державна цільова програма «Ліси України» на 2010–2015 роки з досягненням тих же 16,1% лісистості у 2015 р. [24].

16 липня 2021 року Європейська Комісія прийняла Нову лісову стратегію ЄС на 2030 рік, флагманську ініціативу Європейського зеленого курсу, яка ґрунтується на Стратегії ЄС щодо біорізноманіття на 2030 рік. Необхідно зазначити, що на сьогодні ліси займають 43,5% території ЄС. До 2030 р. планується створення орієнтовно 2–3 млн га нових лісів, що сприятиме скороченню викидів парникових газів до 2030 року щонайменше на 55% та мінімізації зміни клімату в країнах ЄС до 2050 р. [25]. Основними завданнями стратегії є охорона, відновлення та стале управління лісами й забезпечення багатofункціональності лісів ЄС. Головна концепція реалізації базуватиметься на принципі – «правильне дерево у правильному місці для правильної мети» [26]. У червні 2021 р. в Україні започатковано проєкт «Зелена країна», що в короткострокові терміни має забезпечити розширення відтворення лісів, збалансований розвиток лісового господарства, спрямованого на посилення екологічних, соціальних та економічних функцій лісів. Проєктна перспектива передбачає збільшення площі лісів на 1 млн га за 10 років [27].

Відповідно до Указу Президента від 07 червня 2021 р.

№ 228/2021 [27] та європейського законодавства, наприкінці 2021 р. КМУ України була схвалена Державна стратегія управління лісами України до 2035 р. Очікувані результати реалізації Стратегії – це ефективне управління лісами, яке має на меті: забезпечення екологічної стійкості; збільшення лісистості території країни до не менше ніж 18%; збільшення загального запасу лісів України до не менше ніж 2,5 млрд м³; підвищення рівня абсорбції парникових газів лісами України до 75,6 млн т CO₂-еквіваленту тощо [28].

Результати досліджень. Збільшення лісистості України є одним з найважливіших завдань держави, яке прописане у Стратегії екологічної політики України на період до 2030 року і за європейськими рекомендаціями, оптимальним є показник не менше 20%. Для цього в Україні необхідно створити більше двох мільйонів гектарів нових лісів. Розроблені показники оптимальної лісистості передбачають створення нових лісів на площі 5% території України. І якщо для північних областей і Карпатського регіону ці показники практично не змінюються, то у південних областях лісистість планують збільшити практично вдвічі. Разом із цим, саме ці території – останнє місце, де збереглися види рослин і тварин, що занесені до Червоної книги України та характерні тільки для степових біотопів. Ніде, крім цих останніх залишків степу, вони існувати не можуть.

Донедавна вважалося, що лісам як винятково складним екосистемам притаманна висока стійкість до антропогенних навантажень. Однак сучасні аналітичні дослідження похитнули оптимістичні концепції про динамічну стійкість лісових екосистем до тривалого поглинання доз полютантів. Незмінним залишається той факт, що ліси є найдешевшим та найактивнішим поглиначем вуглекислого газу. Щороку один гектар лісу поглинає 6,5 т вуглекислого газу та виділяє 5 т кисню. Про понаднормовий рівень антропогенного навантаження на території України свідчить той факт, що у 2018 р. вперше з 1990 р. викиди від сільського господарства перевищили обсяг вуглецю, який акумулюють ліси. За цей період поглинання парникових газів лісовими масивами знизилось приблизно на 20%. І подальше вирубування самосійних лісів лише збільшить цю тенденцію. Не дивлячись на збільшення загальної площі українських лісів за рахунок лісорозведення, значно збільшились об'єми рубок деревини (на близько 60%), а також почастішали випадки несприятливих погодних умов, пожеж, хвороб,

появи та розповсюдження шкідників, внаслідок чого площі загибелі лісів збільшилися у 1,5–2 рази [29].

Загальну динаміку відтворення лісових насаджень у межах Запорізької області з 1990 р. до 2020 р. представлено на рис. 1. Найменше значення зафіксовано у 2017 р. – 46 га, а найбільше у 2011 р. – 2235 га, тоді як щорічна динаміка заготівлі ліквідної деревини коливається у межах показників 20–30 тис. м³/рік.

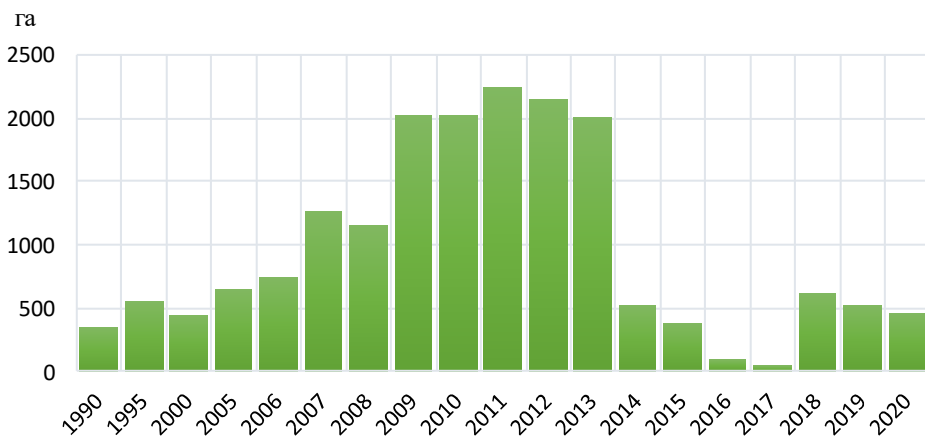


Рис. 1. Динаміка відтворення лісових насаджень у Запорізькій області

При збільшенні територій під нетипові для зони Степу лісові масиви необхідно зважати на процеси, які йдуть в уже створених лісах, а саме: різноманітність видів у лісових ділянках; ризики, обумовлені змінами клімату; інтразональність; штучне походження, у тому числі переважання інтродукованих видів деревних рослин у біоценозах. При цьому необхідно враховувати основні фактор-ризики лісорозведення та лісовідтворення у зоні Степу.

Вибір ділянок під заліснення. Суцільних лісів у степовій зоні не існувало з огляду на природно-кліматичні особливості, а осередками деревної рослинності були лише невеличкі байрачні ліси у балках та біля малих річок. Майже всі ліси Запорізької області є штучно створеними. Починаючи з середини ХХ ст. під заліснення відводились малопродуктивні та деградовані землі, непридатні для оранки. Відповідно лісонасадження здійснювалось переважно на схилах та балках, що є нижчими площини здування, а це аж ніяк не перешкоджає вітровій ерозії на ріллі. Для типових байрачних лісів, розташованих у ярах, характерною ознакою є захищеність дерев від

несприятливих природних явищ. Крім того, взимку до яру/лісу здувається велика кількість снігу, яка подекуди може повністю заповнити яр, засипавши дерева до верхівок крон. У таких лісах дуже продуктивно накопичується мертва деревина. Звісно такі природні процеси неможливо утворити штучно, наприклад, висаджуючи сосну кримську в якості полезахисних лісосмуг або прибережних захисних смуг [30].

Також необхідно дотримуватись того принципу, що заліснення не може здійснюватися на унікальних степових ділянках, адже степові екосистеми є домівкою для сотень рідкісних та зникаючих видів флори та фауни і охороняються на рівні всієї Європи. Степ в дійсності є найбагатшою на різноманіття флори екосистемою: на квадратному метрі тут можна зустріти до 120 видів рослин. У такому випадку заліснення степових ландшафтів може значним чином вплинути на фітоценотичне різноманіття.

Переважання інтродукованих видів деревних насаджень. Лісонасадження часто здійснюється чужорідними видами – інтродуцентами. Наприклад, робінія псевдоакація (так звана «акація біла») (*Robinia pseudoacacia* L.), яка походить з Північної Америки майже повністю витісняє з рослинних угруповань аборигенні види. У посушливих степових районах в результаті пожеж робінія швидко поширюється за рахунок молодих пагонів у разі відмирання стовбура, що повністю пригнічує зростання аборигенних видів.

Непродуктивне лісорозведення. Впродовж 2016–2018 рр. середня величина фактичного приживання 1–3-річних лісових культур під час лісорозведення у степовій зоні становила лише 60,9% при нормативній – 70,1%, для Запорізького ОУЛМГ (68,6%) [31]. Головним лімітуючим фактором росту і розвитку лісових насаджень у Степу є обмеженість елементів живлення та ґрунтової вологи. Основною причиною загибелі культур є посуха, яка спричинює всихання лісових культур, оскільки вони є недостатньо стійкими до несприятливих умов (66,3% від загальної площі загиблих культур). Такі ліси у літні періоди спеки легко вигорають на досить значних площах і перетворюються на чагарники. Офіційно визнано, що соснові ліси степової зони є найбільш пожежонебезпечною категорією лісів України. Зміни клімату також не сприяють розвитку лісівництва у степу, фактичне приживання висаджених дерев зазвичай становить не більше 40%.

У 2020 р. на території Запорізької області зафіксовано 39

випадків лісових пожеж на площі 30,1 га, збитки склали 571,6 тис. грн. Загальну динаміку випадків виникнення лісових пожеж з 1990 р. представлено на рис. 2. Розподіл площі лісів за класами природної пожежної небезпеки: I клас – 14,3%, II – 28,5%, III – 14,3%, IV – 14,3%, V – 28,6%, середній клас 3,2.

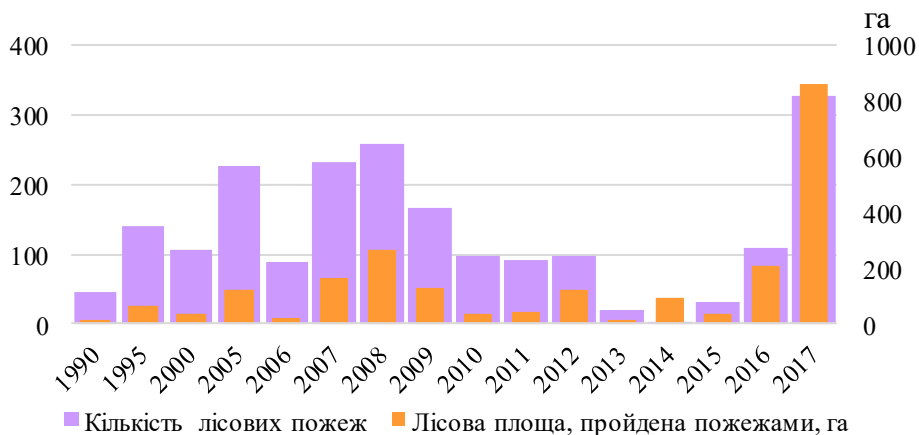


Рис. 2. Динаміка кількості лісових пожеж та пошкоджених лісових площ у межах Запорізької області

Ураження шкідниками. Зазвичай шкідники і хвороби лісу найбільше вражають штучно створені ліси на півдні та сході України. Аналіз динаміки обсягу заходів проти шкідників лісу для усіх регіонів України (рис. 3), дозволяє зробити висновок про наявні тенденції до суттєвого їх зменшення.

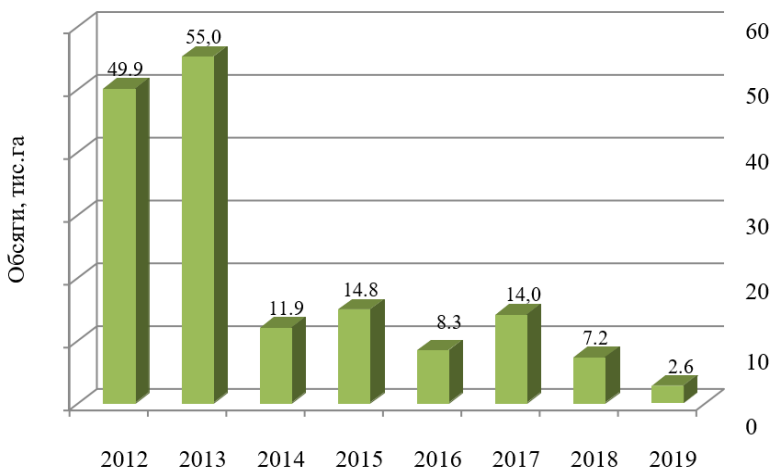


Рис. 3. Динаміка робіт з проведення винищувальних заходів по боротьбі із шкідниками лісу [32]

Інтенсифікація ведення сільськогосподарської діяльності. Також невід’ємним фактором та екологічним ризиком є технологія посадки лісів у степовій зоні, що супроводжуються потужними обробками території гербіцидами і переорюванням з метою знищення на ділянці степової рослинності. Внаслідок цього гинуть і рослини, які утримували ґрунт, і ґрунтові організми. Розміщення багатьох ділянок степів на схилах призводить до того, що після переорювання ґрунт під «молодим лісом» зноситься зі схилу за рахунок водної та вітрової ерозій. У деяких випадках для розміщення насаджень на схилах створюють тераси, що для ґрунту є ще більш руйнівним. Запорізька область характеризується найбільшим показником розбалансування ландшафтної структури серед усіх регіонів України, співвідношення розораних угідь (88,1%) до заліснених (4,05%) становить 22:1. Багаторічна динаміка свідчить про значну перевагу внесення мінеральних добрив та скорочення кількості привнесення органіки [33].

Незаконні рубки. Нагальною проблемою порушення природоохоронного законодавства є протиправні, так звані «чорні» рубки. Дана тенденція у степовій зоні одразу стає помітною, зважаючи на незначний відсоток лісовкритих елементів ландшафту. Також необхідно зважати, що статистична інформація (рис. 4) базується лише на зафіксованих адміністративних правопорушеннях.



Рис. 4. Порушення лісового законодавства у межах Запорізької області

Військові дії. На сьогодні військові дії завдають нищівних збитків не лише інфраструктурним об’єктам, а й природним

територіям, поступово перетворюючи їх на, так звані, белігеративні ландшафти. Штучні лісові насадження степової зони в ході військових дій знищуються спалахами локальних пожеж, спричинених обстрілами та вибухами; вирубуються військовими для укріплення та облаштування фортифікаційних споруд, навмисного прорідження заліснених ділянок з метою збільшення оглядовості території тощо. На офіційному ресурсі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «ЕкоЗагроза» зазначається, що внаслідок військових дій (за період з 24 лютого 2022 року) лісовими пожежами охоплено 55204 га, що спричинило викиди майже 40 млн т забруднюючих речовин в атмосферне повітря та за економічними обрахунками завдало державі збитків на суму 152846 млн грн; вирубка та повалення лісу сягнула масштабів 281223 га, шкода становить – 6521 млн грн [34]. Переважна частина південних степових територій захоплена ворогом та тимчасово невідконтрольна Україні, що унеможлиблює достовірне визначення масштабів завданої шкоди та спричинених збитків.

Для загальної оцінки поточного стану ми скористалися онлайн-платформою Global Forest Watch (GFW), яка надає відкритий доступ до часто поновлюваних супутникових зображень, що дозволяє проводити онлайн-моніторинг лісових насаджень та відстежувати зміни у певній країні (рис. 5) [35].

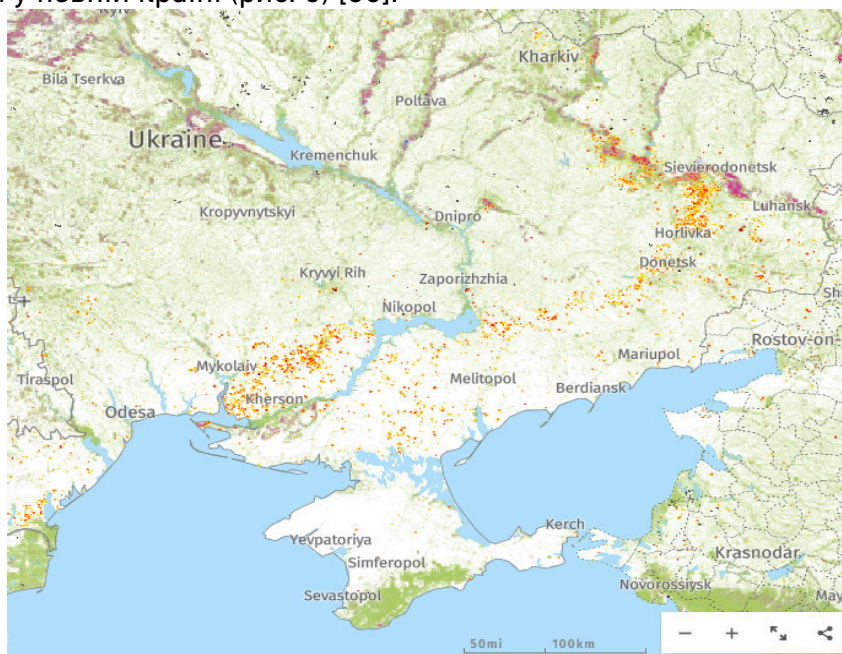


Рис. 5. Мапа лісистості та осередків виникнення пожеж (GFW) [35]

Жовтим та червоним кольорами позначені осередки виникнення лісових пожеж та втрати деревного покриву (на мапі демонструється максимум тримісячний період).

GFW збирає та використовує супутникові зображення, інші набори просторових даних і відповідні алгоритми для визначення осередків зростання та зникнення дерев в режимі реального часу. Обробка даних дистанційного зондування лісовкритих ділянок поверхні земної кулі, представлених GFW дає змогу зробити висновки, що у 2010 р. цей показник для України становив 11,3 млн га (19% території), до загального переліку входять усі деревні насадження, спроможні фіксуватися супутником: природні та штучно створені лісові насадження, нелісові масиви (сади, насадження у приватних домогосподарствах тощо). Аналітичні дані ресурсу свідчать про втрати Україною 1,15 млн га лісового покриву за останні 20 років. Середні щорічні втрати лісового покриву з 2001 р. по 2021 р. – 57,5 га, в останні роки спостерігається динаміка до збільшення річного показника (2016 р. – 107 га, 2017 р. – 85,9 га, 2018 р. – 74,4 га, 2020 р. – 79,5 га, 2021 р. – 66,6 га). Максимальне значення припадає на 2016 р. – 107 га, а мінімальне на 2002 р. – 27,1 га.

Дані про активні пожежі VIIRS (VNP14IMG1) – це найновіший продукт моніторингу пожеж для FIRMS (Fire Information for Resource Management System), який визначає глобальні місця пожеж майже в реальному часі. За весняно-літній період 2022 р. найбільше від військової агресії потерпають лісовкриті ділянки на півдні та сході України (рис. 6).

Якщо класифікувати екологічні наслідки, спричинені ризик-факторами, то вищенаведені (окрім військових дій) будуть типовими для степової зони України. Вони обумовлені рядом природно-антропогенних факторів впливу на природну екосистему та етапами її трансформаційної адаптивності у відповідь на багаторічний антропогенний прес. Що стосується військових дій, фактору виключно техногенного походження, то наслідки цього виду екоциду мають загальнодержавний характер поширення та величезні розміри збитків, які на сьогодні є лише частково облікованими.

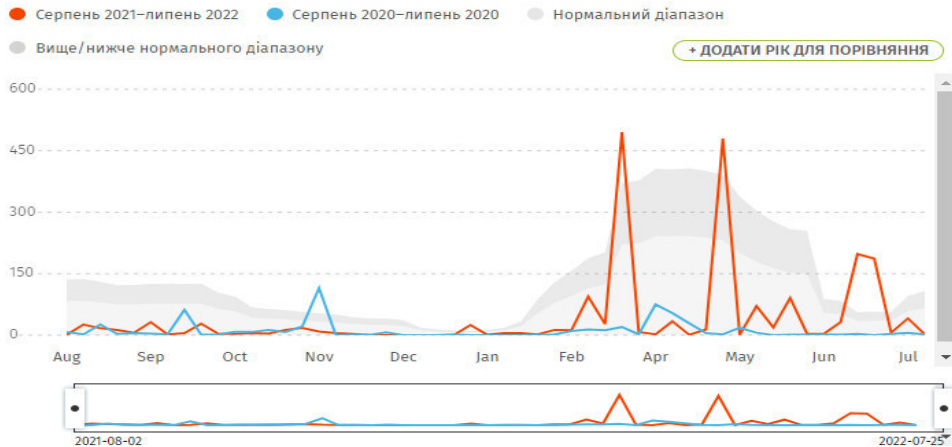


Рис. 6. Динаміка кількості випадків локального виникнення пожеж на території України [35]

У повоєнний період методика обрахунку збитків, спричинених винищенням лісових насаджень має включити облік обсягу та видового різноманіття знищених та пошкоджених деревних та чагарникових насаджень, необхідні для лісовідновлення кошти, розмір шкоди, спричиненої ймовірними втратами видового біорізноманіття певного біотопу.

Висновки. При вирішенні завдання лісорозведення і лісовідновлення необхідно зважати на те, що лісові насадження є нетиповими для екосистем Південного Степу, вони створені переважно інтродукованими деревними породами та здатні пригнічувати типові біоценози.

Лісорозведення в зоні Степу має здійснюватися з урахуванням комплексу показників, які враховуватимуть як основні переваги, так і ризики. Зважаючи на беззаперечну важливість природоохоронної функції лісів, враховуючи глобальні тенденції до зміни клімату, ключовими ризиками для лісорозведення є високий відсоток загибелі молодих насаджень (до 60%), ураженість пожежами та шкідниками (у зоні ризику впливу даних факторів знаходяться саме штучно створені ліси на півдні та сході України), а також незаконні, так звані «чорні» рубки. Найдоцільнішим варіантом створення лісових насаджень у степовій зоні є: планомірне створення полезахисних лісосмуг та створення лісових масивів байрачного типу, історично притаманних Приазов'ю.

1. Яценко А. Д. Історія створення рекреаційної дендросистеми Західного Приазов'я. *Географія та туризм*. Київ, 2012. Вип. 18. С. 128–132.
2. Генсирук С. А., Фурдичко О. І., Бондар В. С. Історія лісівництва в Україні : навч. посіб., Львів, 1995. 422 с.
3. Гончаров І. С. Еколого-захисна діяльність Херсонського та Таврійського губернських лісоохоронних комітетів наприкінці ХІХ ст. *Проблеми регіональної історії України*. Херсон, 2013. С. 4–8.
4. Запорізьке обласне управління лісового та мисливського господарства. URL: <http://les.zp.ua/> (дата звернення: 10.10.2022).
5. Чебанова Ю. В. Загальна характеристика селітебних, дорожніх та лісових ландшафтів Запорізької області. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир : ЖНАУ, 2017. № 2(61). Т. 1. С. 211–216.
6. Барановский Б. А., Педан Ю. Ф. Современное состояние малых рек степной зоны Украины и сотрудничество государственных и общественных экологических организаций в его изучении. *Wetlands International*. Київ, 2003. С. 85–86.
7. Скиба В. П. Формування екологічного стану басейну річки Молочна : дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Рівне : НУВГП, 2020. 308 с.
8. Буцький П. Особливості заліснення Північно-Західного Приазов'я. *Східноєвропейський історичний вісник*. 2017. № 4. С. 164–171.
9. Чепудра Г. М. «Великий план перетворення природи» (1948–1965 рр.) та його вплив на довкілля України. *Гуманітарний вісник ЧДТУ*. 2017. Т. 26(10). С. 23–34.
10. Мацюра М. В., Стецишин М. М., Непша О. В., Зав'ялова Т. В. Сучасні шляхи вирішення проблеми збереження малих річок Запорізької області. *Розвиток географічної думки на півдні України: проблеми і пошуки*. Мелітополь, 2006. С. 253–256.
11. Молчанов А. А. Влияние леса на окружающую среду. М. : Наука, 1973. 359 с.
12. Лосицький К. Б. К вопросу об оптимальной лесистости. *Лесн. хоз-во*. 1961. № 1. С. 44–49.
13. Разработать научно обоснованные нормативы оптимальной лесистости, деления лесов на группы и ширины защитных лесных полос по берегам рек, способы и размеры рубок и лесовосстановления в лесах разных категорий защитности в районах Украинской ССР: Итоговый отчет (Г-1*.0.53.001-а) / руководители: Ю. П. Бяллович, А. Г. Михович, М. В. Ромашов, Ю. К. Телешек. Х. : УкрНИИЛХА, 1970. Т. 1. 348 с.
14. Ткач В. П. Заплавні ліси лівобережної України та наукові основи господарювання в них : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.03.03. Л. : УДЛТУ, 1999. 36 с.
15. Глебов М. М. Методичні питання формування оптимальної лісистості в сучасних умовах. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків : УкрНДІЛГА, 2008. Вип. 112. С. 42–47.
16. Ведмідь М. М. Збільшення площі лісів в Україні: історія, стан та перспективи. *Лісовий і мисливський журнал*. 2006. № 1. С. 6–7.
17. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.
18. Гладун Г. Б. Визначення потенційної мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів рівнинної частини України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2011. № 9.

С. 39–45. **19.** Бяллович Ю. П. Нормативы оптимальной лесистости равнинной части УССР. *Лесоводство и агролесомелиорация*. К. : Урожай, 1972. Вып. 28. С. 54–65. **20.** Бондарець Д. С., Даценко Л. М., Прохорова Л. А., Зав'ялова Т. В. Ландшафти м. Мелітополь і Мелітопольського району. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП. Драгоманова. Сер. 4. Географія і сучасність*. 2014. Вип. 20(32). С. 90–100. **21.** Лісистість оптимальна. Українська енциклопедія лісівництва : у 2-х т. / за ред. С. А. Генсірука. Львів, 1999. Т. 1. С. 415–416. **22.** Ткач В. П., Мешкова В. Л. Сучасні проблеми оптимізації лісистості України. *Лісівництво і агролесомелиорация*. Харків : УкрНДІЛГА, 2008. Вип. 113. С. 8–15. **23.** Про затвердження Державної програми «Ліси України» на 2002–2015 роки : Постанова КМУ від 29 квітня 2002 р. № 581 Київ № 977 (977-2009-п) від 16.09.2009 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/581-2002-%D0%BF#Text>. (дата звернення: 10.10.2022). **24.** New EU Forest Strategy for 2030 {SWD(2021) 651 final} – {SWD(2021) 652 final}. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0572>. (дата звернення: 10.10.2022). **25.** Нова лісова стратегія ЄС: що потрібно знати? Офіційний сайт Державного агентства лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/news/nova-lisova-strategiya-yes-pro-shcho-potribno-znati>. (дата звернення: 10.10.2022). **26.** Про деякі заходи щодо збереження та відтворення лісів : Указ Президента України від 07 червня 2021 р. № 228/2021. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2282021-39089>. (дата звернення: 10.10.2022). **27.** Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року : розпорядження КМУ від 29 грудня 2021 р. № 1777-р. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>. (дата звернення: 10.10.2022). **28.** Проект Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990–2018 роки. URL: <https://menr.gov.ua/news/34928.html>. (дата звернення: 10.10.2022). **29.** Останні степи України: бути чи не бути? / О. П. Бурковський, О. В. Василюк, А. В. Єна, А. А. Куземко, Я. І. Мовчан, І. І. Мойсієнко, І. П. Сіренко. *Просвітницьке науково-популярне видання*. К. : ГК «Збережемо українські степи!», ВЕЛ, НЕЦУ, 2013. 40 с. **30.** Распопіна С. П., Ведмідь М. М., Біла Ю. М., Горошко В. В. Стан та основні проблеми лісорозведення в Україні. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2019. Вип. 10 (4). С. 34–73. **31.** Публічний звіт Голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2020 р. 37 с. **32.** Сільське господарство як один з головних чинників дестабілізації екологічної рівноваги річкових басейнів зони Степу / М. О. Клименко, Н. М. Вознюк, В. П. Скиба, С. І. Мовчан, С. І. Малюта. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2021. Вип. 1(93). С. 43–59. **33.** Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «ЕкоЗагроза». URL: <https://ecozagroza.gov.ua/> (дата звернення:

10.10.2022). **34.** Global Forest Watch (GFW). URL: <https://www.globalforestwatch.org/> (дата звернення: 10.10.2022).

REFERENCES:

1. Yatsenko A. D. Istoriiia stvorennia rekreatsiinoi dendrosystemy Zakhidnoho Pryazovia. *Heohrafiia ta turyzm*. Kyiv, 2012. Vyp. 18. S. 128–132.
2. Hensyruk S. A., Furdychko O. I., Bondar V. S. Istoriiia lisivnytstva v Ukraini : navch. posib., Lviv, 1995. 422 s.
3. Honcharov I. S. Ekoloho-zakhysna diialnist Khersonskoho ta Tavriiskoho hubernskykh lisookhoronnykh komitetiv naprykintsi KhIKh st. *Problemy rehionalnoi istorii Ukrainy*. Kherson, 2013. S. 4–8.
4. Zaporizke oblasne upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva. URL: <http://les.zp.ua/> (data zvernennia: 10.10.2022).
5. Chebanova Yu. V. Zahalna kharakterystyka selitebnykh, dorozhnykh ta lisovykh landshaftiv Zaporizkoi oblasti. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. Zhytomyr : ZhNAU, 2017. № 2(61). T. 1. S. 211–216.
6. Baranovskiy B. A., Pedan Yu. F. Sovremennoe sostoyanie malyykh rek stepnoy zonyi Ukrainy i sotrudnichestvo gosudarstvennykh i obschestvennykh ekologicheskikh organizatsiy v ego izuchenii. *Wetlands International*. Kiiv, 2003. S. 85–86.
7. Skyba V. P. Formuvannia ekolohichnoho stanu baseinu richky Molochna : dys. ... kand. s.-h. nauk : 03.00.16. Rivne : NUVHP, 2020. 308 s.
8. Butskiy P. Osoblyvosti zalisnennia Pivnichno-Zakhidnoho Pryazovia. *Skhidnoievropeyskyi istorychnyi visnyk*. 2017. № 4. S. 164–171.
9. Chepudra H. M. «Velykyi plan peretvorennia pryrody» (1948–1965 rr.) ta yoho vplyv na dovkillia Ukrainy. *Humanitarnyi visnyk ChDTU*. 2017. T. 26(10). S. 23–34.
10. Matsiura M. V., Stetsyshyn M. M., Nepsha O. V., Zavialova T. V. Suchasni shliakhy vyrishennia problemy zberezhennia malyykh richok Zaporizkoi oblasti. *Rozvytok heohrafichnoi dumky na pivdni Ukrainy: problemy i poshuky*. Melitopol, 2006. S. 253–256.
11. Molchanov A. A. Vliyanie lesa na okrujayuschuyu sredu. M. : Nauka, 1973. 359 s.
12. Lositskiy K. B. K voprosu ob optimalnoy lesistosti. *Lesn. hoz-vo*. 1961. № 1. S. 44–49.
13. Razrabotat nauchno obosnovannyye normativyy optimalnoy lesistosti, deleniya lesov na gruppy i shiriny zaschitnykh lesnykh polos po beregam rek, sposoby i razmery rubok i lesovosstanovleniya v lesah raznykh kategoriy zaschitnosti v rayonah Ukrainskoy SSR: Itogovyy otchet (G-1*0.53.001-a) / rukovoditeli: Yu. P. Byallovich, A. G. Mihovich, M. V. Romashov, Yu. K. Teleshek. H. : UkrNIILHA, 1970. T. I. 348 s.
14. Tkach V. P. Zaplavni lisy livoberezhnoi Ukrainy ta naukovy osnovy hospodariuvannia v nykh : avtoref. dys. ... d-ra s.-h. nauk : 06.03.03. L. : UDLTU, 1999. 36 s.
15. Hliebov M. M. Metodychni pytannia formuvannia optymalnoi lisyystosti v suchasnykh umovakh. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*. Kharkiv : UkrNDILHA, 2008. Vyp. 112. S. 42–47.
16. Vedmid M. M. Zbilshennia ploshchi lisiv v Ukraini:

istoriia, stan ta perspektyvy. *Lisovyi i myslyvskyi zhurnal*. 2006. № 1. S. 6–7. **17.** Saiko V. F. Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2008. № 11. C. 5–10. **18.** Hladun H. B. Vyznachennia potentsiinoi minimalno neobkhdnoi zakhysnoi lisyystosti ahrolandschaftiv rivnyynnoi chastyny Ukrainy. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*. 2011. № 9. S. 39–45. **19.** Byallovich YU. P. Normativyi optimalnoy lesistosti ravninnoy chasti USSR. *Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya*. K. : Urojay, 1972. Vyp. 28. S. 54–65. **20.** Bondarets D. S., Datsenko L. M., Prokhorova L. A., Zavalova T. V. Landschafty m. Melitopol i Melitopolskoho raionu. *Naukovyi chasopys Natsionalnogo pedahohichnogo universytetu imeni MP. Drahomanova. Ser. 4. Heohrafiia i suchasnist*. 2014. Vyp. 20(32). S. 90–100. **21.** Lisyystist optymalna. *Ukrainska entsyklopediia lisivnytstva : u 2-kh t. / za red. S. A. Hensiruka*. Lviv, 1999. T. 1. S. 415–416. **22.** Tkach V. P., Mieshkova V. L. Suchasni problemy optymizatsii lisyystosti Ukrainy. *Lisivnytstvo i ahromelioratsiia*. Kharkiv : UkrNDILHA, 2008. Vyp. 113. S. 8–15. **23.** Pro zatverdzhennia Derzhavnoi prohramy «Lisy Ukrainy» na 2002–2015 roky : Postanova KMU vid 29 kvitnia 2002 r. № 581 Kyiv № 977 (977-2009-p) vid 16.09.2009 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/581-2002-%D0%BF#Text>. (data zvernennia: 10.10.2022). **24.** New EU Forest Strategy for 2030 {SWD(2021) 651 final} – {SWD(2021) 652 final}. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0572>. (data zvernennia: 10.10.2022). **25.** Nova lisova stratehiia YeS: shcho potribno znaty? Ofitsiinyi sait Derzhavnogo ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy. URL: <https://forest.gov.ua/news/nova-lisova-strategiya-yes-pro-shcho-potribno-znati>. (data zvernennia: 10.10.2022). **26.** Pro deiaki zakhody shchodo zberezhennia ta vidtvorennia lisiv : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 07 chervnia 2021 r. № 228/2021. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/2282021-39089>. (data zvernennia: 10.10.2022). **27.** Pro skhvalennia Derzhavnoi stratehii upravlinnia lisamy Ukrainy do 2035 roku : rozporiadzhennia KMU vid 29 hrudnia 2021 r. № 1777-r. Kyiv. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>. (data zvernennia: 10.10.2022). **28.** Proekt Natsionalnogo kadastru antropohennykh vykydiv iz dzherel ta absorbtsii pohlynachamy parnykovykh haziv v Ukraini za 1990–2018 roky. URL: <https://menr.gov.ua/news/34928.html>. (data zvernennia: 10.10.2022). **29.** Ostanni stepy Ukrainy: buty chy ne buty? / O. P. Burkovskiy, O. V. Vasyliuk, A. V. Yena, A. A. Kuzemko, Ya. I. Movchan, I. I. Moisiienko, I. P. Sirenko. *Prosvitnytske naukovo-populiarne vydannia*. K. : HK «Zberezhemo ukraïnski stepy!», VEL, NETsU, 2013. 40 s. **30.** Raspopina S. P., Vedmid M. M., Bila Yu. M., Horoshko V. V. Stan ta osnovni problemy lisorozvedennia v Ukraini. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2019. Vyp. 10 (4). S. 34–73. **31.** Publichnyi zvit Holovy Derzhavnogo ahentstva lisovykh resursiv Ukrainy za 2020 r. 37 s. **32.** Silske hospodarstvo yak odyń z

holovnykh chynnykiv destabilizatsii ekolohichnoi rivnovahy richkovykh baseiniv zony Stepu / M. O. Klymenko, N. M. Vozniuk, V. P. Skyba, S. I. Movchan, S. I. Maliuta. *Visnyk NUVHP. Ser. Silskohospodarski nauky*. 2021. Vyp. 1(93). S. 43–59. **33.** Ofitsiyni resurs Ministerstva zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy «EkoZahroza». URL: <https://ecozagroza.gov.ua/> (data zvernennia: 10.10.2022). **34.** Global Forest Watch (GFW). URL: <https://www.globalforestwatch.org/> (data zvernennia: 10.10.2022).

Vozniuk N. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne),
Skyba V. P., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Lecturer, Hanchuk M. M., **Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Lecturer,** Usachenko S. V., **Master** (Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine)

FEATURES AND RISKS OF FORESTRY AND REFORESTATION WITHIN THE DRY STEPPE SUBZONE OF UKRAINE (ON THE EXAMPLE OF ZAPORIZHZHIA REGION)

Nowadays Zaporizhzhia region has the lowest percentage of forested areas (4%), while the average figure for Ukraine is 15.9%. This region of Ukraine accounts for the largest amount of plowed lands – 88.1%. That is why Zaporizhzhia region is characterized by the largest indicator of landscape structure imbalance among the all regions of Ukraine.

The concept of implementation of European legislation regulates the prospective increase of forested areas throughout the territory of Ukraine through reforestation and afforestation (perspective for steppe landscapes). At the legislative level, the optimal indicator of forest cover for the Zaporizhzhia region has been determined, which should be gradually increased to 5%, while the percentage of minimum necessary protective forest coverage of agro-landscapes is up to 13.8%. Of course, the creation of green zones has a positive effect on the stabilization of the ecological balance of natural systems, but it is necessary to take into account that afforestation in the steppe zone, for which a priori only forests of the banner type are typical, will always be more economically costly and risky. The feasibility of afforestation in the steppe zone is often subject to scientific criticism

and is considered anthropogenic intervention in the natural balance of ecosystems.

The article presents the results of a comparative approach to the creation of artificial forest plantations in the steppe zone, analyzes methodological approaches to determining the optimal forest cover rate, and structures the main risk factors that stand in the way of productive reforestation and afforestation.

***Keywords:* afforestation; reforestation; optimal percentage of forest cover; Steppe zone of Ukraine; forest strips; artificially created forests.**

Гунчак А. В., провідний фахівець (Чернівецька філія Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», м. Чернівці, ORCID: 0000-0002-6196-1804), **Паламарчук Р. П., заступник генерального директора, Грищенко О. М., к.с.-г.н., учений секретар,** (Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, ORCID: 0000-0002-1241-7183), **Гунчак М. В., к.с.-г.н., директор** (Чернівецька філія Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», м. Чернівці, ORCID: 0000-0002-3521-8531), **Борщевська І. М., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ СОЇ ПРОТИ ГРИБКОВИХ ХВОРОБ

Вивчено показники економічної ефективності різних систем біологічного захисту сої від грибкових хвороб у 2016–2020 роках в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. Встановлено, що всі досліджувані системи захисту сої показали високі показники умовно-чистого доходу (4354,5–9425,2 грн/га) та рентабельності (193,9–380,8%). Найбільш ефективною за роки досліджень є система захисту № 2, яка дозволила отримати дохід в середньому 9 425,2 грн з 1 га, за рівня рентабельності до 380,8%. Застосування досліджуваних біопрепаратів дозволило на високому рівні забезпечити захист сої від грибкових хвороб, що у підсумку забезпечило отримання високого рівня врожайності сої (3,15–3,68 т/га).

Ключові слова: соя; економічна ефективність; прибуток; рентабельність; захисні заходи; грибкові хвороби; біопрепарати.

Постановка проблеми. Останніми роками посилюється інтерес до вирощування сої – культури, що ціниться своїми зернофуражними та олійними якістьми. Вона належить до стратегічних культур, яка задовольняє найнагальніші потреби людини, вона стала основою піраміди рослинного білка та олії у світі. Соєвий білок і олію можна знайти у складі більш ніж 1000 харчових продуктів, починаючи від приправ до салатів, м'яса, хліба, ковбас, сирів, супів і закінчуючи

смачними готовими стравами [1, С. 26]. Соя є однією з найбільш цінних зернобобових культур. Завдяки високому вмісту білка (38–40%) та олії (до 20%) вона широко використовується в багатьох галузях харчової промисловості, у кормовиробництві, є добрим попередником для ярих культур та цукрових буряків. Площі посіву сої в Україні постійно збільшуються, що пов'язано з широким використанням її як джерела рослинного білка та олії. Збільшення посівних площ під цією культурою, завезення в Україну насіння адвентивних сортів неминуче призводить до великого навантаження сівозмін соєю, тобто збільшення її питомої ваги в структурі посівних площ, а це призводить до інтенсивного розвитку збудників різних хвороб, особливо в сприятливих агроекологічних зонах, до яких належить Передкарпатська провінція Карпатської гірської зони України. Однією з причин, що стримують її культивування, є ураження чисельними грибовими хворобами. Із грибкових захворювань поширеними в Україні є: церкоспороз, антракноз, аскохітоз, септоріоз, пероноспороз та ін. [2, С. 40]. Вони є причиною економічних втрат у всіх країнах світу, знижуючи врожай і якість рослинницької продукції на 70–80%. Ефективне застосування заходів захисту від шкідливих організмів на посівах сої дасть змогу підвищити продуктивність культури в умовах вирощування в різних природно-кліматичних зонах. Тому одним з найбільш важливих складових технологій вирощування сої є її захист від грибкових хвороб [3, С. 267].

В умовах виробництва важливе значення має господарський ефект від впровадження захисних заходів при вирощуванні сої. Економічні трансформації та ринкові перетворення зумовлюють необхідність інтенсифікації та підвищення конкурентоспроможності продукції, чого можна досягнути за допомогою використання тих технологій захисту сої, які будуть економічно обґрунтованими та найбільш прибутковими [1, С. 45].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання економічної ефективності захисту сільськогосподарських культур вивчали О. М. Шестопаль, П. В. Кондратенко, М. О. Бублик, М. В. Гунчак. Встановлено, що система захисту рослин характеризується своєрідністю економічних взаємозв'язків (ціна препаратів, норма внесення, ефективність дії та інше) [4, С. 74]. Висока вартість препаратів суттєво впливає на економіку виробництва

сільськогосподарської продукції. Відповідно товаровиробник має право вибору ефективної, але в той же час і економічно виправданої системи [5, С. 21].

Аналіз джерел літератури свідчить про те, що питання економічної ефективності захисних заходів при вирощуванні сої залежить від багатьох чинників, які щороку змінюються, тому подальше розширення й поглиблення досліджень з цього питання дасть можливість не лише проаналізувати показники економічної ефективності систем захисту сої, а й визначити найбільш ефективну з метою адаптації її до умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень було вивчення економічної ефективності захисних заходів при вирощуванні сої та підбір найефективнішої системи біологічного захисту від грибкових хвороб в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Досліди проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України на сої сорту Ксенія. Ґрунт дослідної ділянки – сірий опідзолений. Оцінку основних показників, що характеризують економічну ефективність систем захисту рослин було проведено за загальноприйнятими методиками [5, С. 126; 6, С. 365].

Економічний аналіз застосування досліджуваних систем захисту сої від грибкових хвороб в 2016–2020 роках проводився згідно з такими показниками: вартість системи захисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; урожайність, т/га; реалізаційна ціна, грн/т; збережений врожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га; витрати, пов'язані з додатковим врожаєм, грн/га. Основними показниками економічної ефективності застосування препаратів є прибуток, грн/га та рентабельність, %. Також розраховували поріг окупності, який показує, яку прибавку врожаю потрібно отримати для покриття витрат на захисні заходи.

Умовно-чистий дохід від застосування захисних заходів розраховували за формулою

$$ЧД = Вз - Ез ,$$

де ЧД – умовно-чистий дохід, грн/га; В_з – вартість збереженого врожаю, грн/га; Е_з – витрати, пов'язані з одержанням збереженого врожаю, грн/га.

Вартість витрат, що пов'язані з одержанням збереженого врожаю визначали як суму витрат на препарати, витрат на їх застосування та витрат на збирання, транспортування та зберігання додаткового врожаю:

$$E_z = B_m + B_v + B_z,$$

де B_m – витрати на придбання препаратів; B_v – витрати на внесення препаратів; B_z – витрати на збирання, транспортування та зберігання додаткового врожаю.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення умовно-чистого доходу до затрат, пов'язаних з одержанням збереженого врожаю:

$$P = \frac{ЧД}{E_z} * 100\%.$$

Перш ніж застосувати засоби захисту, необхідно заздалегідь дати відповідь на питання, чи будуть окупатися витрати на його проведення. Тому визначалась величина прибавки врожаю, тобто поріг окупності. При порівнянні з прибавкою врожаю, яка очікується від застосування засобів захисту, показник порогу окупності дає можливість оцінити доцільність застосування тієї чи іншої системи.

Поріг окупності (Π) визначали за формулою

$$\Pi = \frac{B_d}{C},$$

де B_d – сума додаткових витрат (включаючи вартість системи захисту та витрат, пов'язаних з її застосуванням), грн/га; C – ціна врожаю, грн/т.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час досліджень було проведено економічну оцінку чотирьох систем захисту сої сорту Ксенія від грибкових хвороб у 2016–2020 роках в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Перша система захисту сої від грибкових хвороб включала обробку насіння препаратами Біомаг Соя Ж у нормі 2,0 л/т та Екстендер у нормі 1,0 л/т. Обробка по вегетації проводилась наступними препаратами: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай БОР (1,5 л/га), БіоМаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,6 л/га), БіоМаг (0,5 л/га) та Урожай Со – Мо (0,35 л/га). Урожайність при застосуванні даної системи заходів захисту сої становила 3,25 т/га, що на 0,8 т/га більше ніж без застосування захисних заходів.

Друга система захисту базувалась на передпосівній обробці насіння сумішшю препаратів Біомаг Соя Ж у нормі 2,0 л/т, Екстендер (1,0 л/т), Біофосфорин (1,0 л/т) та Фітодоктор (1,0 л/т). Далі у період вегетації проводились обробки наступними препаратами: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай БОР (1,5 л/га), БіоМаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,6 л/га), БіоМаг (0,5 л/га) та Урожай Со – Мо (0,35 л/га). При застосуванні згаданих заходів отримали урожайність сої на рівні 3,68 т/га, що на 1,2 т/га більше контролю.

Третя система захисту включала обробку насіння сої препаратами Біомаг Соя Ж у нормі 2,0 л/га, Екстендер (1,0 л/т) та Біофосфорин (1,0 л/т). Обробка по вегетації проводилась наступними препаратами: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай БОР (1,5 л/га), БіоМаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,6 л/га), БіоМаг (0,5 л/га) та Урожай Со – Мо (0,35 л/га). Застосування цих заходів дозволило отримати урожайність сої в розмірі 3,45 т/га, що на 1,0 т/га більше ніж без застосування захисних заходів.

Четверта система захисту сої базувалась на передпосівній обробці насіння препаратами Біомаг Соя ж у нормі 2,0 л/га, Екстендер (1,0 л/т) та Фітодоктор (1,0 л/т). Далі у період вегетації проводились обробки наступними препаратами: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай БОР (1,5 л/га), БіоМаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,6 л/га), БіоМаг (0,5 л/га) та Урожай Со – Мо (0,35 л/га). При застосуванні таких заходів отримали урожайність сої на рівні 3,15 т/га, що на 0,7 т/га більше ніж у контролі.

Вартість застосованих препаратів для захисту сої від грибкових хвороб наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Середня вартість застосованих препаратів для захисту сої від грибкових хвороб, 2016–2020 рр.

Назва препаратів	Ціна, грн/л
БіоМаг Соя Ж	602,00
Екстендер	504,00
Біофосфорин	218,96
Фітодоктор	174,16
Гаубсин Форте	91,56
Урожай БОР	129,36
БіоМаг	193,20
Актарофіт	1120,00
Урожай Со-Мо	505,40

Вартість комплексу препаратів, які використовувались у системі № 1, що застосовувався для захисту сої від грибкових хвороб становила 1700,03 грн/га. Вартість комплексу препаратів системи № 2 – 1778,29 грн/га, вартість комплексу препаратів системи № 3 – 1743,46 грн/га, а комплексу препаратів системи № 4 – 1734,50 грн/га.

Розрахунок економічної ефективності систем захисту сої від грибкових хвороб в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України наведено в табл. 2. Дослідженнями встановлено, що всі системи захисту сої показали високі показники економічної ефективності.

Таблиця 2

Економічна ефективність систем захисту сої сорту Ксенія від грибкових хвороб в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України, 2016–2020 рр. (середнє за роки досліджень)

Назва показника	Контроль	Система № 1	Система № 2	Система № 3	Система № 4
Вартість системи, грн/га	-	1700,03	1778,29	1743,46	1734,50
Витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га	-	280,0	280,0	280,0	280,0
Урожайність, т/га	2,49	3,25	3,68	3,45	3,15
Реалізаційна ціна, грн/т	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Збережений врожай, т/га	-	0,8	1,2	1,0	0,7
Вартість збереженого врожаю, грн/га	-	7600,0	11900,0	9600,0	6600,0
Витрати, пов'язані з додатковим врожаєм, грн/га		266,0	416,5	336,0	231,0
Умовно-чистий дохід, грн/га	-	5354,0	9425,2	7240,5	4354,5
Рентабельність, %	-	238,4	380,8	306,9	193,9
Поріг окупності, т/га	-	0,20	0,21	0,20	0,20

Найкращі показники рентабельності показав дослід, де застосовувався комплекс препаратів системи № 2 – 380,8%. Умовно-чистий дохід від застосування цих заходів також був найвищим серед досліджуваних систем та становив 9425,24 грн/га. Це зумовлено тим, що за застосування цього комплексу препаратів вдалося отримати на 1,2 т/га більше врожаю ніж у контролі. Поріг окупності згаданих заходів становив 0,21 т/га, що означає, що для покриття витрат на захисні заходи необхідно отримати 0,21 т/га додаткового врожаю.

Високі показники доходу показала система захисту № 3 – 7240,5 грн/га, за рентабельності 306,9% відповідно. Це зумовлено значно вищою урожайністю ніж у контролі (на 1,0 т/га). Поріг окупності для даної системи показав, що для покриття витрат на захисні заходи, необхідна прибавка врожаю 0,20 т/га.

Внаслідок застосування комплексу препаратів системи № 1 було отримано 5354,0 грн/га умовно-чистого доходу, а рентабельність захисних заходів становила 238,4%. Урожайність, яку отримали при застосуванні цих препаратів, була на 0,8 т/га вищою ніж у контролі, водночас для окупності даної системи необхідно отримати прибавку врожаю в розмірі 0,20 т/га.

За застосування комплексу препаратів системи № 4 отримали найменші показники економічної ефективності серед досліджуваних систем захисту сої: умовно-чистий дохід в розмірі 4354,5 грн/га та рентабельність 193,9%. Поріг окупності застосування даної системи становив 0,20 т/га.

Висновки. Всі досліджувані системи захисту сої від грибкових хвороб у 2016–2020 роках показали високі показники умовно-чистого доходу (4354,5–9425,2 грн/га) та рентабельності (193,9–380,8%). Найефективнішою з економічної точки зору у 2016–2020 роках була система комплексу препаратів № 2, від застосування якої вдалось отримати 9425,2 грн/га умовно-чистого доходу та 380,8% рентабельності захисних заходів. Застосування досліджуваних біопрепаратів дозволило на високому рівні забезпечити захист сої від грибкових хвороб, що у підсумку забезпечило отримання високого рівня врожайності сої (3,15–3,68 т/га).

1. Петибская В. С. Соя: качество, использование, производство. К. : Аграрная наука, 2001. 64 с. 2. Моргун В., Коць С. Подільська технологія вирощування сої. *Пропозиція*. 2007. № 2. С. 40–41. 3. Довідник із захисту рослин / М. П. Лісовий та ін. Київ, 1999. 744 с. 4. Гунчак М. В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81. 5. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / П. В. Кондратенко та ін. ; за ред. О. М. Шестопаля / Інститут садівництва УААН. 2 вид., з доп. та змінами. К., 2006. 141 с. 6. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.

REFERENCES:

1. Petybskaia V. S. Soia: kachestvo, yspolzovanye, proyzvodstvo. K. : Ahrarnaia nauka, 2001. 64 s. 2. Morhun V., Kots S. Podilska tekhnolohiia vyroshchuvannia soi. *Propozytsiia*. 2007. № 2. S. 40–41. 3. Dovidnyk iz zakhystu roslyn / M. P. Lisovyi ta in. Kyiv, 1999. 744 s. 4. Hunchak M. V. Ekonomichna efektyvnist riznykh system zakhystu yabluni (*Malus domestica* Borkh.) u Prydnistrovi. *Sadivnytstvo*. 2018. Vyp.73. S. 74–81. 5. Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen u sadivnytstvi / P. V. Kondratenko ta in. ; za red. O. M. Shestopalia / Instytut sadivnytstva UAAN. 2 vyd., z dop. ta zminamy. K., 2006. 141 s. 6. Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv / za red. prof. S. O. Trybelia. Kyiv, 2001. 448 s.

Hunchak A. V., Leading Specialist (Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Chernivtsi),
Palamarchuk R. P., Deputy General Director, Hryshchenko O. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Scientific Secretary (State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Kyiv), **Hunchak M. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Director** (Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Chernivtsi), **Borschevska I. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

ECONOMIC EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF THE BIOLOGICAL METHOD OF SOYBEAN PROTECTION AGAINST FUNGAL DISEASES

The indicators of the economic efficiency of four systems of

biological protection of soybeans of the Xenia variety against fungal diseases in 2016–2020 were studied and the most effective was determined in order to adapt it to the conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine. It was established that the most effective over the years of research is a protection system № 2, which allowed to receive an average income of 9 425,2 hrn from 1 ha, with a profitability level of up to 380,8%. The payback threshold of these measures was 0,21 t/ha, which demonstrates the amount of yield premium that needs to be obtained to cover the costs of protective measures. The use of this protection system made it possible to protect soybeans against fungal diseases at a high level, which ultimately ensured a high yield of soybeans in the amount of 3,68 t/ha. Protection system № 3 showed high income indicators – 7 240,5 hrn/ha, with a profitability of 306,9%. The payback threshold for this system showed that an increase in yield of 0,20 t/ha is necessary to cover the costs of protective measures. The use of this protection system made it possible to obtain a soybean yield of 3,45 t/ha, which is 0,96 t/ha more than the yield indicator without the use of protective measures. As a result of the application of the complex of preparations of system № 1 was obtained of conditional income 5 354,0 hrn/ha and the profitability of protective measures was 238,4%. For the payback of this system, it is necessary to obtain an increase in yield in the amount of 0,20 t/ha. When applying these measures, the yield of soybeans was 3,25 t/ha. With the use of a complex of preparations system № 4 received the lowest indicators of economic efficiency among the investigated soybean protection systems: conditional net income in the amount of 4 354,5 hrn/ha and profitability of 193,9%. The payback threshold for the application of this system was 0,20 t/ha. When applying this system of biological protection, the yield of soybeans was obtained at the level of 3,15 t/ha.

***Keywords:* soybean; economic efficiency; profit; profitability; protective measures; fungal diseases; biological preparations.**

Єлісавенко Ю. А., к.с.-г.н., науковий співробітник, Нейко І. С., д.с.-г.н., старший науковий співробітник, Василевський О. Г., к.с.-г.н., старший науковий співробітник (ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДІЛГА, м. Вінниця yelis2009@ukr.net, ihor_neyko@ukr.net, vasog2017@ukr.net), **Прищеп А. М., д.с.-г.н., професор** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

СТАН ПРИРОДНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ ДП «МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКЕ ЛГ»

В статті показано проблеми досліджень стану природних дубових лісів ДП «Могилів-Подільське ЛГ», яке перебуває в функціональній структурі обласного управління лісового та мисливського господарства Вінницької області. В дослідному матеріалі статті проведено аналітичний огляд повидільної бази даних лісовпорядкування спеціалізованого підприємства. Результатом аналізу даних лісовпорядкування та візуального огляду в межах лісових масивів ДП «Могилів-Подільське ЛГ» є визначення таксаційних показників дубових лісових насаджень насінневого та вегетативного походження.

Встановлено, що природні дубові ліси в межах лісового фонду лісгосподарського підприємства представлені вегетативними та насінневими насадженнями за походженням. Аналітичні дані показують, що прослідковується тенденція до зменшення частки природних лісів дуба в межах підприємства. Результатом проведених досліджень є встановлення того, що в природних лісах дуба майже повністю відсутнє стійке природне відновлення головної лісотвірної породи. Також на основі візуальних обстежень виявлено, що в умовах свіжого груду в свіжій грабовій діброві зустрічається природне поновлення дуба.

Ключові слова: природні ліси; дуб звичайний; насінневі; вегетативні; природне поновлення.

Постановка проблеми. Інтенсивне лісовідновлення та лісорозведення в результаті інтенсивного господарського освоєння природних лісових ландшафтів Вінницького Придністров'я призвело

до зниження частки природних лісів в регіоні. Це й призвело до диз'юнкції лісових масивів та зниження їх продуктивності та інших якісних характеристик. Існуючі корінні дубові ліси Могилів-Подільського лісового господарства є важливими осередками збереження корінного біотичного та ландшафтного різноманіття в умовах переходу від Лісостепу до Степу.

Аналіз останніх публікацій. Дослідження природних дубових лісів на території рівнинної частини України присвячено ряд наукових праць науковців УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького [4; 6; 11]. В більшості наукових праць лабораторії лісівництва УкрНДІЛГА висвітлюються проблеми використання природного поновлення дуба в сучасній практиці лісовідновлення [2–4; 7; 8; 12]. В працях Ткача В. П., Діденка М. М., Румянцева М. Г. та ін. комплексно розглядаються питання впровадження процесу лісовідновних рубок в дубових деревостанах Лівобережної частини України [10–12]. В умовах Вінницької області питанню дослідження природних дубових лісів та процесу їх відновлення присвячені науково-дослідні праці наукових співробітників ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» Василевського О. Г., Єлісавенка Ю. А., Нейка І. С., та інших, які підсилюють виконання державних науково-дослідних тем УкрНДІЛГА [2; 3; 7; 8; 12].

Матеріали і методи. Дослідження проводили у природних дубових лісах ДП «Могилів-Подільське ЛГ», які мають різні таксаційні показники в умовах свіжих грабових дібров та судібров. Закладалися тимчасові пробні площі (ТПП) відповідно до прийнятих методик в лісівництві та лісовій таксації [1; 5] відповідно до СОУ 02.02-37-476:2006 «Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання» [9]. Розподілення дубових лісонасаджень за таксаційними показниками вивчали на основі звітних матеріалів бази лісовпорядних даних ВО «Укрдержліспроект» (станом на 01.01.2012) і обробляли на персональному комп'ютері за допомогою програмно-функціонального забезпечення «Microsoft Office».

Результати та їх обговорення. На основі аналітичних досліджень матеріалів повидільної бази лісовпорядних даних ВО «Укрдержліспроект» для ДП «Могилів-Подільське ЛГ» та оглядових обстежень ділянок лісів нами встановлено, що природні дубові ліси підприємства мають насінневе (природне) та вегетативне (порослеве) походження. Інформацію щодо походження природних дубових

лісостанів наведено на рис. 1.

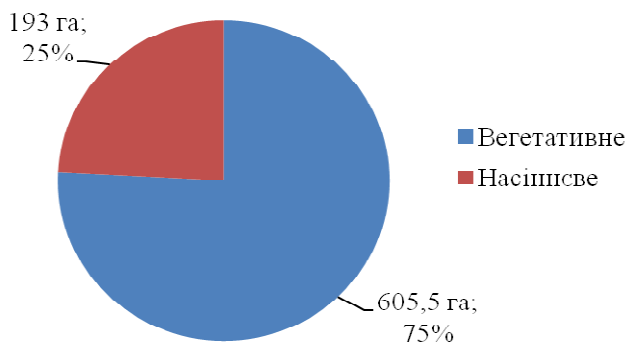


Рис. 1. Походження природних дубових лісів
ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

За показниками рис. 1, у межах підприємства переважають природні дубові насадження переважно вегетативного походження. Площа таких деревостанів складає 605,5 га (75%). Площа насаджень насінневого походження становить 193,0 га (25%). Інформацію щодо розподілення природних дубових лісів у розрізі типів лісу наведено на рис. 2.

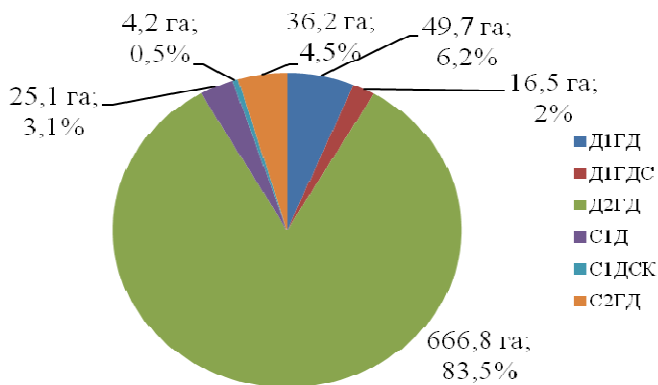


Рис. 2. Типи лісу дубових лісостанів
ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

За показниками рис. 2, природні дубові ліси підприємства зосереджені у 6-ти типах лісу. Найбільші площі деревостанів представлені свіжою грабовою дібровою (Д2ГД) – 666,8 га (83,5%). У сухій грабовій діброві (Д1ГД) зосереджено 49,7 га насаджень (6,2%). Деяко менші площі в часткою сумі понад 10% це насадження сухої грабової діброви (Д1ГД), свіжої грабової судіброви (С2ГД), сухої грабово-соснової судіброви, сухої судіброви дуба скельного (С1ДСК)

та сухої степової діброви (С1Д).

Розподілення природних дубових насаджень в умовах ДП «Могилів-Подільське ЛГ» за класами віку в межах лісових масивів підприємства наведено у табл. 1.

За показниками табл. 1, найбільші площі насаджень 8-го класу віку – 188,1 га і 10-го класу віку – 178,9 га. Найменші площі зайняті природними дубовими насадженнями 1-го класу віку – 6,0 га і 2-го класу віку – 6,6 га. Незважаючи на значні площі лісостанів 8-го, 9-го і 10-го класів віку, у цих насадженнях спостерігається мінімальна частка дуба – 4–5 одиниць (9 і 10-й класи віку). Найбільша частка дуба присутня у насадженнях 8-го та 13-го класів віку (8–9 одиниць). Дані щодо частки дуба в складі насаджень представлені в табл. 2.

За показниками табл. 1 і 2, найбільша участь дуба у складі деревостанів (9–10 одиниць) характерна для насаджень 13-го класів віку. Найнижча частка дуба у деревостанів віком від 11 до 30 років. У цих насадженнях участь дуба може знижуватися до 1–2 одиниць, що свідчить про ускладнення умов природного поновлення дуба.

Стигли та перестійні насадження дуба є високобонітетні і мають 2-й бонітет. Насадження молодшого віку мають нижчу продуктивність (3-й бонітет). Дані щодо розподілення насаджень за бонітетами наведено у табл. 3.

За показниками табл. 3, в насадженнях переважають 1–2-й клас бонітетів. Площа природних дубових лісів 1–2-го бонітету становить 583,2 га. Низькобонітетні насадження, які мають 3–4-й бонітети займають площу 208,0 га. Також на площі 7,3 га є насадження найгіршого 5-го бонітету, яке зростає на схилівій деградованій ділянці з виходом кам'яних порід з надзвичайно складними лісорослинними умовами.

Переважна повнота насаджень більшості насаджень підприємства – 0,7–0,8. Стигли та перестійні насадження відрізняються зниженням середньої повноти до 0,3–0,4. Найнижча повнота дубових лісостанів природного походження 11-го класу віку – 0,4 і вони також переважно зростають на силових ділянках зі складними лісорослинними умовами та виходом на ззовні кам'яних порід, що зазвичай ускладнює нормальний ріст та розвиток як корінних дерев, так і штучно створених лісових культур, а також унеможлиблює процес природного поновлення дуба.

Таблиця 1

Дубові насадження за класами віку в ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

Класи віку	Середній склад деревостанів	Площа, га	Середній бонітет	Середня повнота	Загальний запас, м ³	Середній запас, м ³ /га	Середній приріст, м ³ /га
11–20	7Г31ЛПД2ДЗ+КЛГ	6,0	2,5	0,8	120	20	1,3
21–30	8Г31КЛГ1ДЗ+БРС+ЧШ	6,6	3,0	0,8	594	90	3,6
31–40	6Д32КЛГ1Я31ЧШ	13,8	1,0	0,7	1932	140	4,0
41–50	3Д32КЛГ1Я31БРС1ЧШ	19,7	2,2	0,7	4467,96	226,8	5,0
51–60	6Д33ЛПД2ЧШ	45,8	2,2	0,7	10378,28	226,6	4,1
61–70	6Д33ЛПД1ЧШ	19,5	2,3	0,66	4227,6	216,8	3,3
71–80	7Д32ЛПД1ЧШ+КЛП	34,5	2,2	0,69	7776,3	225,4	3,0
81–90	8Д31ЛПД1ЧШ	146,9	2,2	0,68	33316,92	226,8	2,6
91–100	4Д33ЛПД2Я31ГЗ+БРС	188,1	2,2	0,68	42228,45	224,5	2,3
101–110	6Д33Г31ЛПД	178,9	2,2	0,68	40163,05	224,5	2,1
111–120	5Д33Я32ГЗ+КЛП	63,9	2,2	0,68	14345,55	224,5	1,9
121–130	4Д33Я32Г31ЛПД	21,8	2,4	0,66	4730,6	217,0	1,7
131–140	9Д31ГЗ+ЯЗ	53,0	2,2	0,61	11898,5	224,5	1,6
Всього/середнє		798,5	2,2	0,7	176179,2	193,5	2,8

Таблиця 2

Розподілення насаджень за часткою дуба у складі дубових деревостанів природного походження
в умовах ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

Частка дуба у складі (одиниць)	Середній вік насаджень	Площа, га	Середній бонітет	Середня повнота	Загальний запас	Середній запас на га	Середній приріст, м ³ /га
9–10	135	53,0	2,3	0,68	1264	230,9	2,5
7–8	105	181,4	2,2	0,68	7685	245,0	2,6
6–5	95	343,7	2,2	0,68	49081	236,3	2,6
4–3	91	207,8	2,2	0,66	65916	247,3	4,6
2–1	16	12,6	2,4	0,7	51023	214,7	4,1
Всього/середнє	88	798,5	2,26	0,68	174969	234,8	3,3

Таблиця 3

Розподілення дубових насаджень природного походження за бонітетами
в умовах ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

Бонітет	Середній склад деревостанів	Середній вік, років	Площа, га	Середня повнота	Середній запас на га м ³ /га	Середній приріст, м ³ /га
I–II	7Д31Г31ЛПД1ЧШ	95	583,2	0,69	226,6	2,3
III–IV	4Д33Я32Г31ЛПД	96	208	0,68	224,5	2,3
V	7Д33ДС+БРС	100	7,3	0,5	75	0,75

У табл. 4 наведено розподілення насаджень природного походження за повнотою в умовах підприємства.

За наведеними показниками табл. 4, низькоповнотні насадження переважно старшого віку. Середній вік таких деревостанів становить 120 років. Поряд із цим їх площа є незначною та складає всього 3,1 га. Площа високоповнотних дубових насаджень є також незначною і становить всього 53,3 га. Найбільша площа деревостанів представлена насадженнями із повнотою 0,7–0,8 (558,2 га). Ці деревостани переважно 94-річного віку. Значні площі дубових лісів представлені деревостанами повнотою 0,5-0,6–183,9 га, які переважно 93-річного віку.

Найбільшим загальним запасом характеризуються насадження 8-го, 9-го і 10-го класів віку, що зумовлено відповідно їхніми найбільшими площами та цілком високою продуктивністю. Найбільший середній запас деревостанів 4–8-го класів віку – 226,8 м³/га.

Найменший запас у насаджень 1-го класу віку (20 м³/га). Природні лісостани характеризуються значним зниженням середніх запасів, починаючи із 10-го класу віку. Середній приріст становить 1,6–2,1 м³/га. Найменший приріст у стиглих та перестійних насаджень – 1,6–1,9 м³/га. Найбільший приріст спостерігається у 3-му і 4-му класах віку – 4,0 і 5,0 м³/га.

Після проведених візуальних обстежень та досліджень у кварталах та виділах лісництв підприємства було виявлено, що у досліджених деревостанах ДП «Могилів-Подільське ЛГ» за переважанням участі дуба звичайного відмічена ділянка із наявним підростом головної корінної лісотвірної породи. Підріст дуба звичайного зосереджений у свіжій грабовій діброві.

Інформаційні дані щодо наявності природного поновлення дуба звичайного в лісових масивах лісництв в умовах ДП «Могилів-Подільське ЛГ» представлено в табл. 5.

Таблиця 4

Природні дубові насадження за повнотою в умовах ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

Повнота	Середній склад деревостанів	Середній вік, років	Площа, га	Середній бонітет	Загальний запас, м ³	Середній запас на га м ³ /га	Середній приріст, м ³ /га
0,3–0,4	5БРС2Д32ЧШ1ГЗ+АКБ+КЛГ	100	3,1	5	248	80	0,8
0,5–0,6	4ДЗЗЯ32Г31ЛПД	93	183,9	2,2	41285,55	224,5	2,4
0,7–0,8	6Д31ЛПД1Г31Я31ЧШ+БРС	94	558,2	2,2	126488,12	226,6	2,4
0,9–1,0	7Д32Г31Я3+БРС+ЧШ	93	53,3	2,2	11432,85	214,5	2,3

Таблиця 5

Таксаційна характеристика дубових деревостанів природного походження із наявним підростом дуба у насадженні

Кв/виділ	Площа, га	Склад насадження	Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Бонітет	Повнота	Запас на 1 га	ТЛУ	Підріст		
										склад	вік	густота, тис. шт./га
Моївське лісництво												
39/5	1,5	9Д31БРС+ЛПД	112	24	32	2	0,50	230	Д2ГД	4Д33КЛГ2БРС1ЛПД	4	2,0



За показниками табл. 5, природне поновлення дуба звичайного виявлене ділянці зрубу дуба звичайного у свіжій грабовій діброві (рисунок).



Рисунок. Ділянка з природного поновлення дуба на зрубі в умовах Моївського лісництва ДП «Могилів-Подільське ЛГ»

Густота природного поновлення становить 1–2 тис. шт/га. Це переважно підріст 4 років як за переважання, так і частки у 2–4 одиниці дуба.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У структурі природних дубових лісів ДП «Могилів-Подільське ЛГ» переважають лісостани переважно вегетативного походження. Площа таких деревостанів складає 605,5 га (75%). Площа насаджень насіннєвого походження становить 193,0 га (25%). Природні дубові ліси в умовах зосереджені у 6-х типах лісу. Найбільші площі деревостанів представлені свіжою грабовою дібровою – 666,8 га (83,5%). У сухій грабовій діброві зосереджено 49,7 га насаджень (6,2%). Частка інших типів лісу в загальній сумі складає 11,3% від загальної площі.

Переважають площі насаджень 8-го класу віку – 188,1 га і 10-го класу віку – 178,9 га. Найменші площі зайняті природними дубовими насадженнями 1-го класу віку – 6,0 га і 2-го класу віку – 6,6 га. Незважаючи на значні площі лісостанів 8-го-10-го класів віку, у цих насадженнях спостерігається мінімальна частка дуба – 4 і 5 одиниць. Найбільша частка дуба присутня у насадженнях 8-го і 13-го класів віку (8–9 одиниць). Найнижча частка дуба у деревостанів 11–21-

річного віку. У цих насадженнях участь дуба складається з 1–2 одиниць.

В насадженнях переважають 1–2-й клас бонітетів. Площа природних дубових лісів 1–2-го бонітету становить 583,2 га. Низькобонітетні насадження, які мають 3–4-й бонітети, займають площу 208,0 га і також наявні найгірші насадження 5-го бонітету на площі 7,3 га.

Домінуюча повнота насаджень – 0,7–0,8. Стиглі та перестійні насадження характеризуються нижчою середньою повнотою до 0,3–0,4. Найнижча повнота дубових лісостанів природного походження 13-го класу віку – 0,6. Найбільша площа деревостанів представлена насадженнями із повнотою 0,7–0,8 (558,2 га). Ці деревостани переважно 94-річного віку. Значні площі дубових лісів представлені деревостанами повнотою 0,5–0,6 – 183,9 га, які переважно 93-річного віку.

Найбільшим загальним запасом характеризуються насадження 8-го, 9-го і 10-го класів віку, що зумовлено їхніми найбільшими площами та цілком високою продуктивністю. Найбільший середній запас деревостанів 4–8-го класів віку – 226,8 м³/га. Найменший запас у насаджень 1-го класу віку (20 м³/га). Природні лісостани характеризуються значним зниженням середніх запасів починаючи із 10-го класу віку. Середній приріст становить 1,6–2,1 м³/га. Найменший приріст у стиглих та перестійних насаджень – 1,6–1,9 м³/га. Найбільший приріст спостерігається у 3-му і 4-му класах віку – 4,0 і 5,0 м³/га.

У досліджених деревостанах ДП «Могилів-Подільське ЛГ» за домінування дуба звичайного відмічені ділянки із наявним підростом головної корінної лісотвірної породи. Підріст дуба звичайного переважно зосереджений у свіжих грабових дібровах. Густина природного поновлення дуба складає 1–2 тис. шт/га. Це переважно 4-річний підріст як за домінування, так і частки у 1–2 одиниці дуба.

1. Анучин Н. П. Лесная таксация. М. : Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
2. Сучасний стан природних деревостанів дуба ДП «Вінницьке ЛГ» / О. Г. Василевський, Ю. А. Єлісавенко, І. С. Нейко, В. В. Монарх. *Вісник Вінницького НАУ*. Вінниця : ВНАУ, 2017. № 7. Т. 1. С. 129–139.
3. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних лісостанів дуба ДП «Крижопільське ЛГ» / О. Г. Василевський, І. С. Нейко, Ю. А. Єлісавенко, М. В. Матусяк. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця :

ВНАУ, 2018. № 10. С. 19–29. **4.** Діденко М. М. Стан дубового поновлення під наметом лісу в Лівобережному Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків : УкрНДІЛГА, 2018. Вип. 132. С. 25–34. **5.** Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. Киев : Урожай, 1987. 560 с. **6.** Іщук Г. П. Природне відновлення дуба і граба під наметом лісонасаджень та на зрубках на ДП «Корсунь-Шевченківське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. № 1. Т. 27. С. 15–18. **7.** Матусяк М. В., Нейко І. С., Єлісавенко Ю. А. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних дубових лісостанів ДП «Хмільницьке ЛГ». *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця : ВНАУ, 2019. № 12. С. 131–141. **8.** Нейко І. С., Єлісавенко Ю. А., Монарх В. В. Стан природних дубових лісів ДП «Бершадське ЛГ». *Вісник Вінницького НАУ*. Вінниця : ВНАУ, 2019. № 13. С. 205–216. **9.** СОУ 02.02-37-476:2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. [Чинний від 2007-05-01]. Стандарт організації України. К. : Мінагрополітики України, 2006. 32 с. **10.** Особливості формування і відтворення природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України / Румянцев М. Г., Солодовник В. А., Чигринець В. П. та ін. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків : УкрНДІЛГА, 2016. Вип. 128. С. 63–73. **11.** Ткач В. П. Сучасний стан природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків : УкрНДІЛГА, 2009. Вип. 116. С. 79–84. **12.** Vasylevskyi O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2), 37–46. URL: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.37-46](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.37-46). (дата звернення: 10.10.2022).

REFERENCES:

1. Anuchyn N. P. Lesnaia taksatsyia. M. : Lesn. prom-st, 1982. 552 s.
 2. Suchasnyi stan pryrodnykh derevostaniv duba DP «Vinnytske LH» / O. H. Vasylevskyi, Yu. A. Yelisavenko, I. S. Neiko, V. V. Monarkh. *Visnyk Vinnytskoho NAU*. Vinnytsia : VNAU, 2017. № 7. Т. 1. S. 129–139.
 3. Kharakterystyka struktury ta lisovidnovnykh protsesiv pryrodnykh lisostaniv duba DP «Kryzhopilske LH» / O. H. Vasylevskyi, I. S. Neiko, Yu. A. Yelisavenko, M. V. Matusiak. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. Vinnytsia : VNAU, 2018. № 10. S. 19–29. **4.** Didenko M. M. Stan dubovoho ponovlennia pid nametom lisu v Livoberezhnomu Lisostepu. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*. Kharkiv : UkrNDILHA, 2018. Vyp. 132. S. 25–34. **5.** Normativno-spravochnyie materialyi dlya taksatsii lesov Ukrainyi i Moldavii. Kiev : Urojaj, 1987. 560 s. **6.** Ishchuk H. P. Pryrodne vidnovlennia duba i hraba pid nametom lisonasadzhen ta na zrubakh na DP «Korsun-Shevchenkivske lisove
- 88

hospodarstvo». *Naukovi visnyk NLTU Ukrainy*. 2017. № 1. Т. 27. С. 15–18.

7. Matusiak M. V., Neiko I. S., Yelisavenko Yu. A. Kharakterystyka struktury ta lisovidnovnykh protsesiv pryrodnykh dubovykh lisostaniv DP «Khmilnytske LH». *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. Vinnytsia : VNAU, 2019. № 12. С. 131–141.

8. Neiko I. S., Yelisavenko Yu. A., Monarkh V. V. Stan pryrodnykh dubovykh lisiv DP «Bershadske LH». *Visnyk Vinnytskoho NAU*. Vinnytsia : VNAU, 2019. № 13. С. 205–216.

9. SOU 02.02-37-476:2006. Ploshchi probni lisovporiadni. Metod zakladannia. [Chynnyi vid 2007-05-01]. Standart orhanizatsii Ukrainy. K. : Minahropolityky Ukrainy, 2006. 32 s.

10. Osoblyvosti formuvannia i vidtvorennia pryrodnykh lisostaniv duba zvychainoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy / Rumiantsev M. H., Solodovnyk V. A., Chyhrynets V. P. ta in. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*. Kharkiv : UkrNDILHA, 2016. Vyp. 128. С. 63–73.

11. Tkach V. P. Suchasnyi stan pryrodnykh lisostaniv duba zvychainoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*. Kharkiv : UkrNDILHA, 2009. Vyp. 116. С. 79–84.

12. Vasylevskiy O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove gospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24(2), 37–46. URL: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.37-46](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.37-46). (data zvernennia: 10.10.2022).

Yelisavenko Yu. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Neiko I. S., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Vasylevskiy O. H., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Researcher (SE «Vinnytsia Forest Research Station»), Pryshchepa A. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

STATE OF NATURAL OAK FORESTS OF SE "MOHYLIV-PODILSKYI FORESTRY"

In the article the problem of research of a natural oak forests condition of SE "Mohyliv-Podilskyi forestry", which is in the functional structure of regional management of forestry and hunting of Vinnytsia region is shown. In the research material of the article an analytical review of the forest management database of a specialized enterprise was conducted. The result of the analysis of forest management data and visual inspection within the Mohyliv-Podilskyi forestry forest

areas is the determination of taxation indicators of oak forest plantations of seed and vegetative origin.

It has been established that natural oak forests within the forest fund of the enterprise grow on a total area of almost 800 hectares. They include vegetative plantations (more than 600 hectares) and seed plantations (almost 200 hectares) by origin. Natural oak forests in the conditions are concentrated in 6 forest types. The largest areas of stands are represented by fresh hornbeam oak – 666.8 hectares (83.5%). The share of other forest types in the total amount is 17.5% of the total area. The plantations are dominated by 1–2 class bonitets. The area of natural oak forests of rating 1–2 is 583.2 hectares. Low-quality plantations with 3–4 bonitet occupy an area of 208.0 ha, and there are also the worst plantations with 5 bonitet on an area of 7.3 ha.

Analytical data show that there is a tendency to decrease the share of natural oak forests within the enterprise. The result of the conducted researches is the finding that in the natural forests of oak there is almost completely no sustainable natural restoration of the main forest breed. Also, based on visual examinations, it was discovered that in the conditions of fresh and moist joints natural oak restoration occurs. The density of natural oak regeneration is 1–2 thousand units/ha. This is mainly a 4-year growth both for dominance and a share of 1–2 units of oak.

***Keywords:* natural forests; common oak; seed; vegetative; natural renewal.**

Зінчук М. І., к.с.-г.н., доцент, Мерленко І. М., к.с.-г.н., доцент, Шворак А. М., д.е.н., професор, Августинович М. Б., к.с.-г.н., старший викладач (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк),
Ковальчук Н. С., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

АПРОБАЦІЯ ЕКОЛОГО-СУБСТАНТИВНИХ КРИТЕРІЇВ НА ҐРУНТОВИХ ВІДМІНАХ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті розглянуто застосування показників КПНГ та КВАГ у науково-дослідній та виробничій діяльності. Проведено апробацію еколого-субстантивних критеріїв на ґрунтових відмінах Волинської області. На практиці – більшість сільськогосподарських угідь зазнала тих чи інших антропогенних впливів та змін. Ці критерії не поширюються на інтразональні, а також органогенні ґрунти (лучно-болотні, болотні, торфові, антропогенні, техногенні), оскільки діагностувати їх на параметричній основі (КПНГ, КВАГ) не можливо через значну мінливість в просторовому вимірі, тому вони діагностуються за класичними критеріями.

Встановлено позитивну кореляцію у 53% при визначенні типу та підтипу за показником коефіцієнта відносної акумуляції гумусу (КВАГ) та у 73% при ідентифікації агровиробничих груп ґрунтів.

Ключові слова: ґрунти; ґрунтові відміни; методи ідентифікації ґрунтових відмін; субстантивно-параметричні критерії; коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ).

Актуальність дослідження. Тенденції розвитку сільськогосподарських технологій, правових відносин у земельній та екологічній сферах потребують на сьогодні більш точних методів діагностики та ідентифікації ґрунтового покриву. На рівні з традиційним історико-генетичним методом ідентифікації ґрунтів, все більшого поширення набувають дистанційні цифрові методи, а також запропонований М.І. Полупаном зі співавторами (ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О. Н. Соколовського») метод визначення еколого-генетичного статусу ґрунтів України, згідно з еколого-субстантивною класифікацією, який на типовому та

підтиповому рівнях базується на субстантивно-параметричних критеріях (коефіцієнт профільного нагромадження гумусу – КПНГ та коефіцієнт відносної акумуляції гумусу – КВАГ) [3; 4].

Важливим етапом розвитку даного методу та його впровадження у сільськогосподарське виробництво стало видавництво у 2019 році підручника «Українське агрономічне ґрунтознавство» авторів М. І. Полупана та В. А. Величка у двох частинах [5]. Це відкриває шлях до його широкого застосування в Україні через систему підготовки фахівців ґрунтознавчих та агрономічних спеціальностей.

Фахівці Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» впродовж останнього десятиріччя, на рівні з класичними методами ґрунтових досліджень, застосовують показники КПНГ та КВАГ у науково-дослідній та виробничій діяльності, що узагальнено у відповідних публікаціях [1; 2].

Проте слід відзначити, що згаданий підхід у практичних ґрунтових дослідженнях знаходиться на стадії розвитку, оскільки параметричні критерії запропоновані для зональних непорушених типів та підтипів ґрунтів.

Матеріал та методи дослідження. Ґрунтові дослідження проводились на 19 земельних ділянках з кадастровими номерами та ландшафтною характеристикою, які наведено у табл. 1. Адміністративно ділянки розташовані на території Затурцівської об'єднаної територіальної громади Володимир-Волинського району Волинської області. Обстеження проведено фахівцями Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» за договірною тематикою у весняно-літній період 2021 року. На обстежуваних ділянках було закладено 19 повнопрофільних розрізів та 38 прикопок (усього 57), проведено польові описи та визначено польові назви ґрунтів, відібрано ґрунтові зразки з генетичних горизонтів на визначення фізико-хімічних та агрохімічних показників з метою лабораторного уточнення їх ідентифікації.

Таблиця 1

 Ландшафтна характеристика та просторова ідентифікація
деяких досліджуваних ділянок

Шифр	Характеристика ділянки
1	2
1.1	Поверхня ділянки окультурена, використовувалась під с/г культурами. Прилеглі території мають широкохвилястий рельєф, сама ж ділянка розміщена на незначному схилі 1–2° східної експозиції
1.2	Поверхня ділянки окультурена, використовувалась під с/г культурами. Прилеглі території мають широкохвилястий рельєф, сама ж ділянка розміщена на підвищеному рівнинному плато
1.3	Поверхня ділянки вкрита природною трав'янистою рослинністю, трапляються поодинокі чагарники, Прилегла територія має горбистий рельєф зі схилами 5–15° та густо вкрита яружно-балковою мережею. Ділянка розміщена на схилах яружно-балкового пониження, що перетинає її з південного-сходу на північний захід
1.4	Поверхня ділянки окультурена, використовувалась під с/г культурами. Прилеглі території мають широкохвилястий рельєф. Ділянка розміщена на підвищеному плато із схиловим мікрорельєфом. Перепад висот не більше 1 м. В північно-східній частині ділянки наявне пониження блюдцеподібної форми
1.5	Поверхня ділянки вкрита природною трав'янистою рослинністю, трапляються поодинокі чагарники. Прилегла територія має горбистий рельєф. Ділянка розміщена на вершині пагорбу та схилі північно-західної експозиції. Перепад висот в межах 1 м
1.6	Поверхня ділянки вкрита природною трав'янистою рослинністю. Використовується як сінокіс. Прилегла територія має горбисто-схиловий рельєф та делювіальні шлейфи. Досліджувана ділянка розташована в підніжжі схилів куди зноситься гумусований делювій

продовження табл. 1

1.8	Поверхня ділянки під оранкою. Територія має широкохвилястий рельєф. Ділянка розміщена на вершині та пологому схилі північно-західної експозиції: 2/3 ділянки на рівнинній та слабо похиленій частині рельєфу та 1/3 на похилі до 3 градусів. Перепад висот в межах 1 м
1.9	Поверхня ділянки під посівом озимих культур. Територія має широкохвилястий рельєф. Ділянка розміщена на підвищеному рівнинному плато, та пологому схилі південно-східної експозиції
1.10	Поверхня ділянки під польовою дорогою. Територія має широкохвилястий рельєф. Ділянка розміщена на схилі південно-західної експозиції на незначному похилі до 2 градусів. Північна частина – виположене підвищення
2.1	Поверхня ділянки під ріллею. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф із схилами до 2–3°. Ділянка представлена підвищеним плато з широкохвилястими формами рельєфу в межах 1 м, має слабкосхиловий рельєф
2.2	Поверхня ділянки під посівом озимої пшениці. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф із схилами до 3–5°. Ділянка має складний слабкосхиловий рельєф південно-західної та частково північної експозиції, з блюдцеподібним пониженням у південно-західній частині
2.3	Поверхня ділянки під посівом озимої пшениці. Прилегла територія має широко хвилястий, місцями горбистий рельєф із схилами до 3°. Ділянка має складний вирівняний мікрорельєф з незначним видовженим пониженням у північній частині із заходу на схід
2.4	Поверхня ділянки переліг. Територія має широкохвилястий рельєф. Ділянка розміщена на рівнинній території
2.5	Поверхня ділянки під оранкою. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф із схилами до 5°. Ділянка розміщена на схилі до 3° східної експозиції
2.6	Поверхня ділянки під посівом озимих зернових культур. Прилегла територія має горбистий рельєф зі схилами 5–10° та густо вкрита яружно-балковою мережею. Ділянка має схиловий рельєф, делювіальний шлейф та плоске пониження, куди зноситься гумусований делювій

продовження табл. 1

2.7	Поверхня ділянки під посівом озимої пшениці. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф зі схилами до 5°. Ділянка розміщена на схилі до 3–5° південної експозиції
2.8	Поверхня ділянки під посівом озимих зернових культур. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф зі схилами до 2–3°. Ділянка розміщена на підвищеному плато з широко хвилястими формами рельєфу в межах 1 м, має слабкосхиловий рельєф. Ділянка частково займає пониження блюдцеподібної форми в південно-західній частині ділянки
2.9	Поверхня ділянки окультурена, використовувалась під с/г культурами. Прилеглі території мають широкохвилястий рельєф, сама ж ділянка розміщена на пологому схилі південно-західної експозиції
2.10	Поверхня під посівом озимого ріпаку. Прилегла територія має широкохвилястий, місцями горбистий рельєф із схилами до 5°. Ділянка представлена підвищеним плато з незначним похилом південної експозиції 1–2°

Згідно з природно-сільськогосподарським районуванням, ділянки знаходяться в межах зони Лісостепу, Лісостепової Західної провінції, Рівненсько-Луцького округу Луцького природно-сільськогосподарського району.

Ґрунтовий покрив на обстежуваній території переважно використовується для вирощування сільськогосподарських культур та представлений переважно наступними агровиробничими групами: 8в – дерново-підзолисті глеюваті супіщані ґрунти на супіщаних відкладах; 21в – дерново-підзолисті слабозмиті супіщані ґрунти; 29г – ясно-сірі і сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти; 33г – ясно-сірі і сірі опідзолені глеюваті легкосуглинкові ґрунти; 37г – ясно-сірі і сірі опідзолені слабозмиті легкосуглинкові ґрунти; 39г – ясно-сірі і сірі сильнозмиті легкосуглинкові ґрунти; 40г – темно-сірі опідзолені та слабореградовані легкосуглинкові ґрунти; 49г – темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені і реградовані слабозмиті легкосуглинкові; 103в – чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елювії щільних

карбонатних порід супіщані; 208г – намиті опідзолені і дерново-підзолисті неоглеєсні і глеюваті легкосуглинкові ґрунти.

Назви ґрунтових відмін, визначені на основі польового методу дослідження та лабораторної діагностики в межах встановлених агрогруп, наведено у табл. 3.

Аналіз одержаних результатів. Під субстантивно-параметричними критеріями розуміється: гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) – співвідношення суми опадів і суми температур за травень-серпень (у даному випадку) помножене на 10; коефіцієнт профільного нагромадження гумусу (КПНГ) – критерій визначення типу ґрунту в зональному аспекті, який представляє співвідношення між вмістом гумусу і глини в ґрунтовому профілі; коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ) – критерій інтенсивності гумусонагромадження в зональних ґрунтах, що характеризує підтиповий рівень та ступінь гідроморфності, визначається співвідношенням у 0–30 см шарі між вмістом гумусу і 10% фізичної глини [3].

В роботі [2] нами було проведено теоретичне узагальнення субстантивно-параметричних критеріїв для основних ґрунтових відмін Волинської області за матеріалами роботи [3], яке наведено у табл. 2. Слід зазначити, що ці критерії не поширюються на інтразональні, а також органогенні ґрунти (лучно-болотні, болотні, торфові, антропогенні, техногенні), оскільки, за даними авторів, діагностувати їх на параметричній основі (КПНГ, КВАГ) не можливо через значну мінливість в просторовому вимірі. Тому вони діагностуються за класичними критеріями.

Що ж до зональних типів ґрунтових відмін, наведені діапазони критеріїв в подальшому будуть використані для оцінки КВАГ та відповідності підтипового (а відповідно і типового) рівня класифікації ґрунтів (табл. 2).

У дослідженні було враховано, що на зональному типовому рівні усі досліджувані ділянки знаходяться в однорідних біокліматичних умовах, на рівні типу були ідентифіковані в ході польових досліджень, тому показники ГТК та КПНГ були прийняті відповідно до даних розробників (табл. 2).

В частині фізико-хімічних показників для розрахунку КВАГ з метою апробації кількісних параметрів типово-підтипового рівня (підзональна таксономічна одиниця) застосовується значення вмісту

гумусу (за ДСТУ 4289:2004) та фізичної глини (за ДСТУ ISO/TR 11046:2001) у %.

Таблиця 2

Діагностичні параметричні критерії зональної типової належності ґрунтів у генетично еколого-субстантивній класифікації

Тип ґрунту	ГТК	КПНГ		КВАГ		Зона поширення
		базовий	діапазон для перехідних, (+/-)	базовий	діапазон для перехідних, (+/-)	
Дерново-підзолистий	1,1–1,3	0,030	0,010	0,82	0,27	Полісся
Дерновий опідзолений	1,3–1,5	0,053	0,015	1,48	0,52	
Дерновий глейовий	1,1–1,5	0,095	0,015	2,50	0,50	
Ясно-сірий	1,5–1,8	0,027	0,004	0,61	0,04	Лісостеп
Сірий лісовий		0,035	0,005	0,67	0,06	
Темно-сірий		0,045	0,005	0,77	0,07	
Чорнозем опідзолений		0,060	0,010	0,88	0,06	

Аналізуючи оцінку відповідності фактичних значень КВАГ теоретичним, слід констатувати, що разом із умовно-прийнятими, допустимим діапазнам відповідають 30 ґрунтових відмін з 57 досліджуваних (53%).

Варто зазначити, що методикою передбачено визначення вмісту вказаних показників в шарі товщиною 0–30 см, проте, згідно з принципами генетичного ґрунтознавства, на практиці зразки відбираються з генетичних горизонтів, що не завжди відповідають цьому діапазону. У вказаній таблиці також наведено потужність гумусованих горизонтів, з яких відбирались зразки та проводилось лабораторне аналізування. Тому в нашій інтерпретації апробації методу використовуватимемо дані стосовно верхнього гумусово-елювіального горизонту. В табл. 3 наведено статистичну оцінку впливу глибини гумусованого горизонту на кількісну характеристику відповідності теоретичному діапазону КВАГ. Відмічається чітка залежність відповідності фактичного значення теоретичному від глибини відібраного зразка.

Важливо також наголосити на тому, що класична методика генетично еколого-субстантивної класифікації призначена для

діагностування непорушених зональних типів ґрунтів. На практиці – увесь ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь в тій чи іншій мірі зазнав змін внаслідок їх використання.

Таблиця 3

Статистична оцінка відповідності діапазонів КВАГ залежно від глибини гумусованого горизонту

Діапазони глибини гумусованого горизонту фактичні, см	Орієнтовний % привнесеної похибки	Відповідають теоретичному діапазону КВАГ	Не відповідають діапазону теоретичному КВАГ
20 і менше	понад 33	0	4
21–25	30–17	8	9
26–30–35	13–0–17	21	9
36 і більше	понад 20	0	5

Тому вже на етапі початкового аналізу отриманих даних маємо розуміння про наявність похибок, викликаних вказаними факторами. Для визначення впливу деградаційних процесів було проаналізовано кількісні значення відповідності фактичних значень теоретичним залежно від прояву деструктивних процесів у порівнянні з модальними ґрунтовими відмінами. Результати наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вплив деградаційних процесів на відповідність фактичного значення КВАГ теоретичному (без врахування похибки на глибину гумусованого горизонту)

Наявність/відсутність деградаційних процесів	Вибірка	Відповідають теоретичному діапазону КВАГ	Не відповідають діапазону теоретичному КВАГ
модальні	22	15	7
змитість	16	5	11
реградованість	7	2	5
намитість	10	4	6

З табл. 4 випливає, що переважна більшість непорушених (модальних) ґрунтових відмін навіть у діапазоні товщини гумусованого шару в межах 21–30 см відповідають теоретичному діапазону. Водночас намитість, змитість та реградованість викликає

переважну невідповідність фактичних значень теоретичним. Намивання дрібнозему у понижених формах рельєфу утворює дуже широкий діапазон потужності гумусованих шарів (до 54 см), що логічно не узгоджується з методикою. Проте у нашому дослідженні у 4 випадках, де потужність гумусованого горизонту складала 28–33 см, встановлено відповідність значень КВАГ теоретичному.

Враховуючи, що переважно у практичній діяльності застосовуються не назви ґрунтових відмін, а їх агроґрунтове групування, нами було проведено аналіз результатів досліджень за агровиробничими групами ґрунтів.

Наведені результати свідчать, що з 15 проаналізованих агрогруп та їх відмін (з діапазоном вибірки від 1 до 9), в 11 випадках встановлено відповідність фактичних значень теоретичним (73%), що суттєво вище ніж при оцінці окремих типів і підтипів ґрунтів. При цьому середньоарифметична глибина гумусованих горизонтів для відповідних склала 25,4 см, а не відповідних 24,3 см.

Висновки. Таким чином, на підставі проведеного комплексу польових, лабораторних та аналітичних досліджень стосовно апробації методу ідентифікації ґрунтових відмін на типовому (зональному) та підтиповому (підзональному) рівнях на основі субстантивно-параметричних критеріїв, зокрема КВАГ, слід зробити наступні висновки:

- враховуючи застосування результатів класичного історико-генетичного методу для апробації, з ймовірними передбачуваними відхиленнями від умов застосування параметричних критеріїв КВАГ, отримані результати слід вважати позитивними, що дозволяє стверджувати про можливість використання цієї методики ідентифікації ґрунтового покриву у виробничій ґрунтознавчій практиці;
- метод потребує доопрацювання і загального розвитку, шляхом накопичення первісних даних, їх інтерпретації, ймовірно розробки додаткових методичних та нормативних параметрів, які дозволили б забезпечити принцип спадкоємності класичних методів ідентифікації ґрунтових відмін і пропонованого методу;
- встановлено значну залежність апробованого методу від глибини гумусованого горизонту, що потребує розроблення ширшого спектру діапазонів показників КВАГ у взаємозв'язку з потужністю гумусованого горизонту, а не його кількісною стандартизацією у 0–30 см.

1. Грунти Волинської області / за ред. Шевчука М. Й., Зінчука М. І., Зінчука П. Й. 2-ге вид., перероб. і доп. Луцьк : Вежа-Друк, 2016. С. 48–49. 2. Зінчук М. І., Шевчук М. Й., Зінчук П. Й. Сучасні класифікації ґрунтів та проблема їхньої регіональної гармонізації в Україні. *Вісник Львівського університету. Сер. Географічна*. 2014. С. 124–134. 3. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. К. : Колообіг, 2005. 304 с. 4. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ : Аграрна наука, 2005. 300 с. 5. Полупан М. І., Величко В. А. Українське агрономічне ґрунтознавство : підручник : у 2-х частинах / за ред. М. І. Полупана. *Класифікація ґрунтів. Ґрунтово-екологічне районування. Зональність як фактор географії ґрунтів за еколого-генетичним статусом ...* . Київ : Аграрна наука, 2019. Ч. 2. С. 65–373.

REFERENCES:

1. Grunty Volynskoi oblasti / za red. Shevchuka M. I., Zinchuka M. I., Zinchuka P. I. 2-he vyd., pererob. i dop. Lutsk : Vezha-Druk, 2016. S. 48–49. 2. Zinchuk M. I., Shevchuk M. I., Zinchuk P. I. Suchasni klasyfikatsii gruntiv ta problema yikhnoi rehionalnoi harmonizatsii v Ukraini. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*. 2014. S. 124–134. 3. Polupan M. I. Vyznachnyk ekoloho-henetychnoho statusu ta rodiuchosti gruntiv Ukrainy : navch. posib. / M. I. Polupan, V. B. Solovei, V. I. Kysil, V. A. Velychko. K. : Koloobih, 2005. 304 s. 4. Polupan M. I., Solovei V. B., Velychko V. A. Klasyfikatsiia gruntiv Ukrainy. Kyiv : Ahrarna nauka. 2005. 300 s. 5. Polupan M. I., Velychko V. A. Ukrainske ahronomichne gruntoznavstvo : pidruchnyk : u 2-kh chastynakh / za red. M. I. Polupana. *Klasyfikatsiia gruntiv. Hruntovo-ekolohichne raionuvannia. Zonalnist yak faktor heohrafii gruntiv za ekoloho-henetychnym statusom ...* . Kyiv : Ahrarna nauka, 2019. Ch. 2. S. 65–373.

Zinchuk N. I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Merlenko I. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Shvorak A. M., Doctor of Economics, Professor, Avhustynovych M. B., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.) (Lutsk National Technical University, Lutsk), Kovalchuk N. S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

TESTING OF ECOLOGICAL-SUBSTANTIVE CRITERIA ON SOIL DIFFERENCES IN THE VOLYN REGION

The paper considers the use of indicators of PHAC (coefficient of profile accumulation of humus) and RHAC (coefficient of relative accumulation of humus) in research and production activities. Approbation of ecological-substantive criteria was carried out on the soil slopes of the Volyn region. This approach in practical soil research is at the stage of development, since parametric criteria have been proposed for zonal undisturbed soil types and subtypes. In practice, most agricultural lands have undergone one or another anthropogenic influence and change. These criteria do not apply to intrazonal, as well as organogenic soils (meadow-bog, bog, peat, anthropogenic, technogenic), since it is impossible to diagnose them on a parametric basis (PHAC, RHAC) due to significant variability in the spatial dimension. Therefore, they are diagnosed according to classical criteria.

The predicted deviations of practical values from theoretical ones have been checked, this method requires production testing and adjustment. Identification of soil differences of 19 soil sections and 38 excavations in the northwestern forest-meadow zone by classical historical-genetic method and approbation of the application of substantive-parametric criteria by the method of determining the ecological-genetic status of Ukrainian soils were carried out.

A positive correlation was established in 53% when determining the type and subtype in terms of the coefficient of relative accumulation of humus (RHAC) and in 73% when identifying the agricultural production groups of soils.

The given results show that out of 15 analyzed agrogroups and their differences (with a sampling range from 1 to 9), in 11 cases,

compliance with the actual theoretical values was established, which is significantly higher than when evaluating individual types and subtypes of soils. At the same time, the arithmetic mean depth of humus horizons for the corresponding ones was 25.4 cm, and for the inappropriate ones, 24.3 cm.

Mostly in practice, not the names of soil differences are used, but their agrosoil grouping, therefore, an analysis of the results of studies on agroproduction groups of soils was carried out.

Approbation of this method for the study area gave generally positive results, however, it needs to be improved in order to harmonize and ensure the principle of continuity between the classical methods for identifying soil inclinations and the method for determining the ecological and genetic status of soils based on substantive-parametric criteria.

***Keywords:* soils; soil difference; methods for identifying soil differences; substantive-parametric criteria; relative humus accumulation coefficient (RHAC).**

Кирильчук А. М., к.с.-г.н., завідувач лабораторії,
ORCID: 0000-0003-3948-5810, Грищенко О. М., к.с.-г.н., учений
секретар, ORCID: 0000-0002-1241-7183, Венцурик А. В., виконувач
обов'язків завідувача відділу, ORCID:0000-0002-3103-433X (Державна
установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ),
Бєдункова О. О., д.б.н., професор (Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне)

ЗРОШУВАЛЬНА МЕЛІОРАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Надмірно стрімка зміна клімату через підвищення середньої температури впливає на збільшення інтенсивності посушливих умов. Нераціональне використання запасів води на постійне забруднення водних ресурсів лише погіршують ситуацію. В регіонах, які раніше на зазнавали посух, спостерігаються посушливі умови спричинені зростанням попиту на воду та збільшенням її дефіциту. Зміна режиму зволоження призведе до зміни водного стоку річок, водність найбільших річок країни може знизитись на 30%, а малих – зовсім припинитися. За запасами води, що формуються на території країни й є доступними для використання, Україна є однією з найменш забезпечених країн Європи. Основними джерелами надходження води в ґрунт є атмосферні опади, а також підґрунтові води за умови неглибокого їх залягання. Зрошення земель є одним із основних факторів інтенсифікації землеробства в районах з недостатнім та нестійким зволоженням. В умовах обмежених водних ресурсів важливим резервом поливної води є комунально-побутові та промислові стічні води. Побутові та промислові стічні води на 99% складаються з води та на 0,1% з органічних та неорганічних сполук, включаючи живильні макроелементи, такі як азот, фосфор та калій, а також живильні мікроелементи. Домішка промислових стоків може додавати токсичні з'єднання, але не в небезпечній кількості, тому беруть до уваги лише чутливість зрошуваних сільськогосподарських культур до бору. Наявність біля великих тваринницьких комплексів значних обсягів стічних вод та гнойових відходів створює серйозну екологічну проблему. Одним з ефективних шляхів її розв'язання є

використання цих стоків для зрошення, що забезпечує біологічне очищення. У стічних водах тваринницьких комплексів уміст загального азоту досягає 0,3%, фосфору – 0,08%, калію – 0,7%, проте в процесі підготовки стоків до зрошення вміст цих речовин зменшується.

Використання комунально-побутових і промислових стічних вод для зрошення виконує екологічну функцію, оскільки забезпечує доочищення стічної води у ґрунті та запобігає забрудненню довкілля, поверхневих водних об'єктів-приймачів цієї води та зменшить навантаження на ресурс природної води.

Ключові слова: зміна клімату; гідротермічний коефіцієнт; нестійке зволоження; зміна клімату; іригація; фертигація; зрошення.

Постановка проблеми. Зміна клімату вже впливає на наше життя і з кожним роком наслідки будуть тільки посилюватися. Дані наукових досліджень свідчать про переваги та збільшення інтенсивності посушливих умов в Україні. Влітку 2019 року вода найглибшого озера країни Світязь, що на Волині, відступила від берегів на десятки метрів. Навесні 2020 року, Укргідрометцентром за всю історію спостережень зафіксовано один з найнижчих рівнів води у річках України. До цього призвели дуже низький рівень опадів навесні та влітку 2019 року, безсніжна зима та відсутність дощів навесні 2020 року. За прогнозами дослідників, підвищення температури повітря навіть на 1,5°С упродовж 2020–2050 років, кожен другий сезон може бути посушливим [1; 2].

На думку науковців, зміна річних температур упродовж сторіччя призведе до змін у режимі річних опадів, підвищення температури повітря влітку та збільшення посух на півдні та сході України [3]. Нераціональне використання цінних запасів води та постійне забруднення водних ресурсів лише погіршать ситуацію. Водночас підвищення поінформованості та рівня знань про характер очікуваних змін надає можливість адаптуватися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні двадцять років кожен рік в Україні був теплішим, ніж середні статистичні показники за довготривалий період. Підвищення температури збільшує випаровування та спричиняє перерозподіл вологи. Як наслідок, у одних регіонах випаровується надмірна кількість вологи

та посилюється посуха, в інших ця волога конденсується там частішають зливи та шторми, що викликає затоплення [2]. З 2010 року були зафіксовані певні наслідки, пов'язані зі зміною клімату, – сильні посухи, великі повені, руйнівні пожежі [4].

У порівнянні з середніми багаторічними даними (1961–1990 рр.), впродовж останніх десятиліть відбувся перерозподіл кількості опадів по регіонах України та по сезонах. Відбуваються зміни в інтенсивності та характері опадів, наприклад, коли за декілька годин може випасти половина чи місячна норма опадів, а в інший період – дощів не буде зовсім [2].

Зменшення снігового покриву та танення снігу навесні внаслідок тепліших зим сприяють зменшенню екстремальних повеней [5], проте за останні двадцять років Україна зазнала кількох руйнівних дощових паводків (у 1998, 2001 та 2008 роках) [6]. У регіонах, які раніше не зазнавали посух, спостерігаються посушливі умови спричинені зростанням попиту на воду та збільшенням її дефіциту [7].

Зростання температури та зміна режиму зволоження призведуть до зміни водного стоку річок та до водозабезпечення окремих регіонів відповідно. До кінця сторіччя водність найбільших річок країни може знизитись на 30%, а водний стік малих річок зовсім припинитися [2].

Мета і завдання дослідження. зрошення земель є одним із основних факторів інтенсифікації землеробства в районах з недостатнім та нестійким зволоженням. Недоцільно витрачати кошти на поліпшення сортів, насіння, добрива, пестициди, сільськогосподарські кадри, на розширення систем зберігання та транспортування продукції, якщо її може звести нанівець відсутність дощу в необхідний час.

Метою роботи був науковий пошук практичних дій для вирішення проблеми регулювання водозабезпечення в зонах з недостатнім та нестійким зволоженням.

Виклад основного матеріалу дослідження. Водні ресурси України складаються зі стоку річок та прісних підземних вод. Ресурси місцевого річкового стоку, тобто стоку, що формується в річковій мережі на території країни, в середній за водністю рік становлять 52,4 млрд м³, а в дуже маловодний рік 95-відсоткової забезпеченості – 29,7 млрд м³. Приплив із сусідніх територій річкового стоку в такі

роки становить відповідно 157,4 і 121,7 млрд м³, з яких 122,7 і 95,5 млрд м³ надходять Кілійським рукавом р. Дунай. Сумарні водні ресурси річкового стоку в середній за водністю рік становлять 209,8 млрд м³, а в дуже маловодний рік – 151,4 млрд м³ [8].

На території України нараховується понад 73000 річок і струмків різної довжини і близько 20000 озер.

Доступні для широкого використання водні ресурси формуються, в основному, в басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного та Західного Бугу, а також малих річок Приазов'я та Причорномор'я.

Озера на території України займають 0,3% території країни. Великі озера розташовані у пониззях Дунаю та на узбережжі Чорного моря (Сасик, Ялпуг, Катлабуг, Кагул, Китай); у басейні Західного Бугу – Світязь, з гірських озер найбільше – Синевир. За наближеними оцінками, об'єм води у прісних озерах досягає 2,3 млрд м³ [9].

Прісні озера використовуються для місцевого водопостачання, зрошення, розведення риби, водоплавної птиці та цінних хутрових звірів, а також як акумулятори прісної води [8].

Найбільшу кількість водних ресурсів (58%) зосереджено в річках басейну Дунаю в прикордонних районах України. Найменш забезпечені водними ресурсами Донбас, Криворіжжя, Крим та інші південні регіони України, де зосереджені найбільші споживачі води.

Проблема забезпечення водними ресурсами в Україні є особливо гострою, оскільки за запасами води, що формуються на території країни й є доступними для використання, вона є однією з найменш забезпечених країн Європи. Мінімальний рівень водозабезпеченості, визначений ООН, становить 1,7 тис. м³ на рік на 1 людину. В Україні цей показник становить лише 1,0 тис. м³, у середньому по Європі водні ресурси на душу населення становлять 5,18 тис. м³ у рік [10].

За міжнародною класифікацією, лише Закарпатська область належить до середньозабезпечених місцевим стоком регіону (6,3 тис. м³ на 1 людину). Низька забезпеченість у Чернігівській, Житомирській, Волинській та Івано-Франківській областях (3,3–2,0 тис. м³), в інших областях – дуже низька й надзвичайно низька (1,98–0,12 тис. м³ на 1 людину).

Без води життя на Землі не можливе. Одна з основних функцій ґрунту – забезпечення рослин водою. Рослинам вода необхідна для

фотосинтезу, росту та розвитку. Для появи перших ознак життєдіяльності насіння необхідно збільшення вмісту води до 20–25% від його маси, а для повного набухання та проростання – 120% від його маси. Для проростання насіння кількість води для різних культур неоднакова, наприклад для проса та кукурудзи потрібно 25–35%, пшениці – 48–59%, гороху, буряків цукрових – 110–121% від маси насіння. Проте кількість води, що йде на утворення органічної речовини, невелика та складає менше 1% від кількості вологи, яку споживає рослина, тобто після сівби необхідно багато опадів і незначна кількість після сходів.

Основними джерелами надходження води в ґрунт є атмосферні опади, а також підґрунтові води за умови неглибокого їх залягання. Значно менше значення відіграє вода, що утворюється під час конденсації водяної пари, яка надходить з атмосфери та глибоких шарів ґрунту [11].

В Україні значна частина території розташована в зонах нестійкого та недостатнього зволоження. В 50–60-і роки минулого сторіччя було виконано великий обсяг робіт з будівництва зрошувальних систем. Завдяки цьому, на початку 90-х років, площа зрошуваних земель займала 2,6 млн га, що становило 8% площі ріллі. У цей період майже на 80% площі зрошуваних земель фактична врожайність відповідала проєктному її рівню, а виробництво продукції рослинництва становило до 30% валового її виробництва в Україні, зрошувані землі через високий рівень їх використання виконували роль страхового фонду в продовольчому забезпеченні держави, особливо в посушливі роки [10].

З 1991–1992 рр. на фоні загальної економічної кризи відбувається некероване скорочення площ зрошуваних земель з випереджаючим скороченням площ фактичного поливу відносно наявної площі зрошення. За даними інвентаризації, в Україні на 01.01.2007 р. площа зрошуваних земель становила 2,17 млн га, тобто скоротилась лише на 18%, але фактично під поливом упродовж останніх років було не більше 600–700 тис. га, тобто лише 25–30% наявної їх площі, або майже в 4 рази менше ніж у кінці 80-х на початку 90-х років ХХ ст.

В умовах обмежених водних ресурсів важливим резервом поливної води є комунально-побутові та промислові стічні води [10]. В промислово розвинених країнах помітно зросли масштаби

використання стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур. Це відбувається в силу ряду причин:

- зростаючий брак альтернативних джерел води для зрошення, що посилюється збільшенням потреб міст у питній воді; все більше визнання особами, що планують водні ресурси, значення та цінності утилізації стічних вод;

- висока вартість штучних добрив та усвідомлення цінності, що у стічних водах містяться поживні речовини, які значно підвищують урожайність;

- накопичення досвіду, який показав, що вживання необхідних заходів обережності зводить до мінімуму ризик для здоров'я людей і шкоди для ґрунту, а також значно підвищує урожайність сільськогосподарських культур;

- висока вартість сучасних очисних споруд, які значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур;

- прийнятність зрошення стічними водами у соціально-культурному плані.

У нормі побутові та промислові стічні води на 99% складаються з води та на 0,1% зі зважених, колоїдних та розчинених твердих частинок – органічних та неорганічних сполук, включаючи живильні макроелементи, як-от азот, фосфор та калій, а також живильні мікроелементи [12].

Домішка промислових стоків може додавати токсичні з'єднання, але не в небезпечній кількості, тому потрібно брати до уваги лише чутливість зрошуваних сільськогосподарських культур до бору.

Використання цих вод для зрошення водночас виконує екологічну функцію, оскільки забезпечує доочищення стічної води у ґрунті та запобігає забрудненню доквілля, поверхневих водних об'єктів-приймачів цієї води.

Ступінь забруднення вод каналізаційної мережі залежить від характеру виробництва, виду перероблюваної сировини та технологічного процесу. Стічні води містять велику кількість яєць гельмінтів, патогенних бактерій, мікроорганізмів, органічних сполук, шкідливих у санітарному відношенні, але водночас вони несуть і велику кількість азоту, калію, фосфору та інших поживних речовин, які можна використовувати як добрива.

За ступенем придатності для зрошення стічні води залежно від хімічного складу, ґрунтових, кліматичних і гідрогеологічних умов

ділять на групи:

господарсько-побутові з підприємств суконного й килимового виробництва і важкої промисловості: мінералізація 0,5–2 г/дм³, реакція води слабокисла або слаболужна, склад хлоридно-сульфатний або бікарбонатно-сульфатний, вміст органічних речовин БСК₅ (біологічна потреба в кислі для окислення вуглецю й водню органічних речовин стічних вод за 5 діб) не більше 200 мг/дм³, співвідношення натрію до кальцію сприятливе, не більше 1:2, відсутня сода. Використовують для зрошення сільськогосподарських культур у всіх ґрунтово-кліматичних зонах без очищення;

з підприємств харчової промисловості крохмальних, цукрових, дріжджових, консервних заводів і м'ясокомбінатів: мінералізація 2–3 г/дм³, реакція води слабокисла, склад бікарбонатно-сульфатний, співвідношення натрію й кальцію сприятливе, сода відсутня, осад 5–50 г/дм³. Використовують для зрошення сільськогосподарських культур на дерново-підзолистих, сірих лісових (опідзолених), каштанових і чорноземних ґрунтах після видалення осаду й розбавлення річними водами;

з підприємств бавовняно-паперового й відбільно-фарбувального виробництва: мінералізація до 2 г/дм³, реакція води лужна, склад карбонатно-сульфатний, вміст соди 200–300 мг/дм³, незначна кількість органічних речовин. Доцільно використовувати для зрошення дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтів і осушених торфовищ після попереднього максимального видалення соди;

з підприємств хімічної й калійно-фармацевтичної промисловості, із заводів синтетичного волокна й каучуку: мінералізація 3–5 г/дм³, реакція води кисла або лужна, склад сульфатно-хлоридний. Для зрошення придатні тільки після нейтралізації, розбавлення до мінералізації 1–2 г/дм³ і зниження вмісту натрію й органічних речовин.

Промислові стічні води попередню обробку проходять всередині цехів підприємств, де з води видаляють зважені частки різних токсичних речовин, які можуть негативно вплинути на процеси очистки. Стічні води очищують на очисних станціях аерації. Розрізняють механічну й біологічну очистку [13; 14].

За механічної очистки воду пропускають через решітки, уловлювачі піску, жиру та первинні відстійники. За такої очистки видаляється до 60% нерозчинних часток, БСК₅ знижується на 20%.

Якщо перед входом у відстійник стічні води попередньо піддають аерації, то ефективність механічної очистки підвищується на 75%, а БСК₅ знижується на 40–45%. Механічно освітлені стічні води, за необхідності, піддають біологічній очистці штучними (хімічними й фізико-хімічними) та природними (через ґрунт і воду на полях фільтрації, полях зрошення та в біологічних ставках) методами [15; 16].

У табл. 1 наведено хімічний склад біологічно очищених стічних вод різних міст України.

Під час вибору ділянок під зрошення стічними водами слід враховувати, що найкращі властивості детоксикації й знешкодження шкідливих речовин та сполук мають піщані, супіщані, легко- і середньосуглинкові ґрунти. Глибина ґрунтових вод повинна бути не менше 3 м від поверхні для вільної аерації інфільтрованих вод, а водоупорна основа верхнього водоносного горизонту має надійно захищати від перетікання води у нижчі артезіанські горизонти.

Таблиця 1

Хімічний склад біологічно очищених стічних вод міст України, мг/дм³

Показник	Київ	Харків	Донецьк	Луганськ	Одеса	Маріуполь
pH	8,2	8,0	8,2	7,8	7,5	7,9
Мінералізація	698	631	977	1184	1324	1373
HCO ₃ ⁻	322	127	180	185	329	195
Cl ⁻	83	118	218	386	294	390
SO ₄ ²⁻	80	144	262	179	302	309
Ca ²⁺	64	60	100	132	94	150
Mg ²⁺	26	12	20	55	51	84
Na ⁺	80	138	142	215	193	205
K ⁺	14	17	17	11	29	11
P ₂ O ₅	4,3	1,2	6,7	4,3	6,7	2,7
N (заг.)	23	17	31	17	25	16

Просочуючись у ґрунт за поливу, стічні води очищуються від бактерій і звільняються від більшості хімічних сполук. Поля зрошення розміщують не ближче 200 м від населених пунктів, колодязів та інших джерел води. Скидання води за межі зрошуваних масивів заборонено (рис. 1).

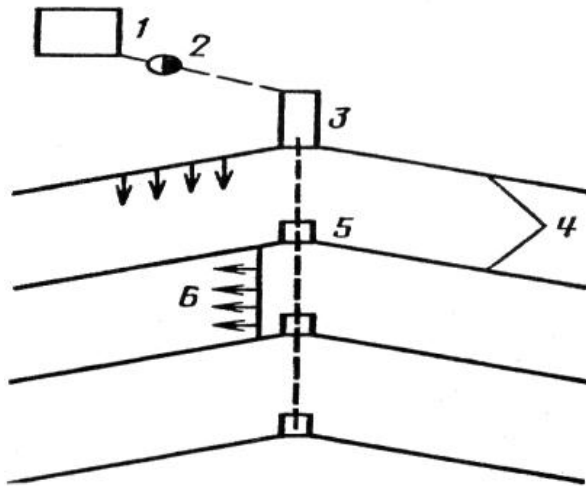


Рис. 1. Схема зрошувальної мережі за поливу стічними водами: 1 – населений пункт; 2 – насосна станція; 3 – відстійник; 4 – зрошувальний канал; 5 – колодязь-водоспусках; 6 – напрямок поливу

Зрошення стічними водами застосовують переважно для вирощування кормових та інших сільськогосподарських культур на корм, а також технічних культур. Орієнтовні зрошувальні норми за поливу стічними водами, за даними Інституту гідротехніки й меліорації, мають бути не вищими за наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Орієнтовні зрошувальні норми за поливу стічними водами

Культура	Норма, м ³ /га		Культура	Норма, м ³ /га	
	Лісостеп	Степ		Лісостеп	Степ
Пшениця озима	500–1000	700–1300	Кукурудза на силос	1800–2000	2000–2800
Люцерна	1500–3000	2800–3500	Трави однорічні	800–1000	-
Буряки кормові	1500–2000	2100–3000	Трави багаторічні	2400–3000	-

За загальною мінералізацією та можливістю використання на зрошення стічні води ділять на категорії:

1) води з мінералізацією до 1,3 г/дм³ і сприятливим співвідношенням катіонів, вмісті металів нижчому за ГДК та задовільними санітарно-гігієнічними та токсикологічними показниками. Використовується для поливу без обмеження;

2) води з мінералізацією 1,3–2,0 г/дм³, вмістом хлоридів – понад 300 мг/дм³, співвідношенням натрію до кальцію більше 2, вмістом

металів, який відповідає воді другого класу придатності, задовільних санітарно-гігієнічних та токсикологічних показників. Вимагає поліпшення хімічного складу шляхом насичення кальцієвими солями, нейтралізації лужності й соди – може бути використана для зрошення періодично;

3) води з мінералізацією більше $2,0 \text{ г/дм}^3$ співвідношенням натрію до кальцію вищим за 3, з високою концентрацією мікроелементів і важких металів, фенолів, нафтопродуктів та детергентів. Для тривалого зрошення непридатні, можуть використовуватись для разових поливів невеликих ділянок технічних культур з доброю дренажістю. Вимагає доочищення, розведення прісними водами, гіпсування й нейтралізації соди та лужності.

За санітарно-гігієнічними та мікробіологічними критеріями, стічна вода придатна для зрошення, якщо колі-індекс та індекс-фагів не перевищує 1000 одиниць у літрі, а загальне число мікробів від висіву 1 мм^3 за температури 37°C за 24 години не перевищує 100 одиниць. Біологічно очищені стічні води не повинні нести в собі патогенних бактерій, вірусів, життєздатних яєць гельмінтів [17; 18].

Наявність біля великих тваринницьких комплексів значних обсягів стічних вод та гнойових відходів створює серйозну екологічну проблему. Одним з ефективних шляхів її розв'язання є використання цих стоків для зрошення, що забезпечує біологічне очищення [14].

У практиці за використання для зрошення стічних вод тваринницьких комплексів найбільш широко застосовується наступна схема (рис. 2).

Освітлені стоки з відстійників-гноєнакопичувачів поступають у земляні водойми-резервуари, а звідти у відкриту або закриту зрошувальну мережу. За поливу дощуванням стоки тваринницьких комплексів розбавляють чистою водою в зимових умовах 1:1, для літніх – 1:3 або 1:4.

У стічних водах тваринницьких комплексів уміст загального азоту досягає 0,3%, фосфору – 0,08, калію – 0,7%, проте в процесі підготовки стоків до зрошення вміст цих речовин зменшується. Хімічний склад відходів тваринницьких комплексів наведено в табл. 3.

Стічні води придатні для зрошення за активної реакції рН 6,0–8,5. При цьому на дерново-підзолистих ґрунтах рН стоків

допускається в межах 6,5–8,5, на чорноземних – 6,0–8,0, на каштанових – 6,0–7,5.

Мінералізація стічних вод не повинна перевищувати 1,5 г/дм³ для чорноземних і каштанових ґрунтів; 2 г/дм³ – для дерново-підзолистих. Уміст загального азоту в поливній вод для лісостепової зони має бути меншим 120 мг/дм³, для степової – 100 мг/дм³. Концентрація гідрокарбонатів не може перевищувати 500–700 мг/дм³, хлоридів – 300, сульфатів – 250 мг/дм³.

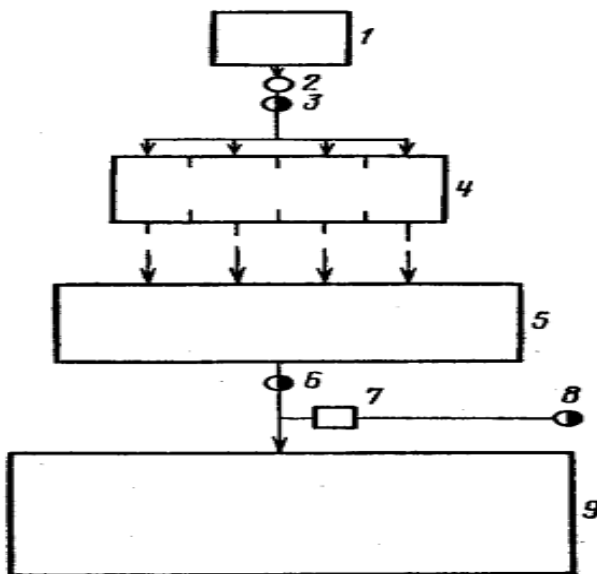


Рис. 2. Схема зрошення тваринницькими стоками: 1 – ферма; 2 – рідка гноївка; 3, 6, 7 – насосні станції подачі неосвітлених (3), освітлених стоків (6), чистої води (7); 4 – відстійник-накопичувач; 5 – резервуар освітлених стоків; 8 – змішувач стоків і чистої води; 9 – поля зрошення

Таблиця 3

Хімічний склад відходів тваринницьких комплексів, мг/дм³

Показник	Рідкий гній		Механічно очищені стоки		Біологічно очищені стоки свиней
	ВРХ	свині	ВРХ	свині	
рН, одиниць	6,9–7,2	6,5–8,2	8,4–8,6	6,7–7,2	7,8–8,2
Мінерал. залишок	2200–4260	2540–3500	1250–4350	1660–3610	1310–2200
Сума солей	2440–7560	2120–5560	1680–4840	3010–5720	1470–2580
N заг.	930–1500	910–1200	320–980	225–625	65–560
NO ₃ ⁻	0–95	0–80	2–4,5	сліди	сліди–2,8

продовження табл. 3

NH_4^+	720–1100	640–900	320–830	220–580	55–310
HCO_3^-	480–4420	2800–4210	600–2410	2257–3240	820–1895
Cl^-	110–640	55–625	50–620	210–415	230–375
SO_4^{2-}	115–440	90–410	45–115	70–360	66–334
Ca^{2+}	330–620	240–550	50–430	60–250	70–220
Mg^{2+}	65–420	60–220	35–215	80–130	60–120
Na^+	100–450	140–600	70–520	100–450	180–380
K^+	300–730	170–1200	145–620	80–370	50–300
P_2O_5	200–600	60–400	120–330	28–190	25–150

Санітарно-гігієнічні та мікробіологічні критерії для стічних вод тваринницьких комплексів такі ж, як і для стічних вод [14].

Вибір способу проведення зрошення залежить від комплексу природних умов – клімату, ґрунтів, рельєфу тощо. Територія Полісся, Лісостепу і Степу України характеризується складними кліматичними умовами. Клімат змінюється від достатньо зволоженого в Поліссі і західному Лісостепу до жаркого і посушливого в південному Степу. Упродовж теплого періоду року опади в Україні випадають нерівномірно. В Лісостепу і Степу щорічно (в дев'яти роках з десяти) бувають періоди без дощу – 21–30 днів. На північному заході цих зон через кожні два роки періоди без дощу становлять 25–30, а в приморській смузі південного Степу – до 40–45 днів [11].

Норми зрошення стічними водами розраховуються так само, як і норми зрошення свіжою водою, при цьому потрібно належним чином враховувати сумарне випаровування (евапотранспірацію), вилуговування ґрунту, а також необхідність боротьби з її засоленням та накопиченням у ній надмірних кількостей натрію.

При виділенні зон різного зволоження О. М. Костяков запропонував користуватись коефіцієнтом водного балансу. Частини території розділені на три зони: надлишкового зволоження – $K > 1$; нестійкого зволоження – $K = 1$ і недостатнього зволоження $K < 1$.

Для виділення кліматичних і сільськогосподарських зон Г. Т. Селянінов запропонував використовувати гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Якщо $\text{ГТК} > 1,5$, необхідно широко застосовувати дренаж для усунення надлишків вологи; $\text{ГТК} = 1,0\text{--}1,5$ – меліорації не потрібно проводити; $\text{ГТК} = 0,8\text{--}1,0$ – накопичення ґрунтової вологи можна здійснювати агротехнічними прийомами; $\text{ГТК} < 0,8$ – землеробство можливе лише на основі зрошення.

В основу характеристики території, залежно від зволоження, Д. І. Шашко поклав співвідношення опадів і сумарного дефіциту вологості повітря. Залежно від значень показника зволоження розрізняють такі зони забезпеченості рослин вологою: $K > 0,6$ – надлишкова; $K = 0,45 - 0,6$ – волога; $K = 0,25 - 0,45$ – слабопосушлива; $K = 0,15 - 0,25$ – посушлива; $K < 0,15$ – суха [10].

Водний режим ґрунту і використання води рослинами регулюють комплексом заходів: обробітком ґрунту, зрошенням або осушенням, чергуванням культур і парів, снігозатриманням, застосуванням органічних і мінеральних добрив, полезахисними лісонасадженнями, захистом земель від ерозії, боротьбою з бур'янами, вирощуванням посухостійких сортів, хімічною меліорацією ґрунтів.

Якість урожаю на зрошуваних землях залежить від правильно підібраних режимів поливу, добрив, сорту. За правильного ведення зрошуваного землеробства (дозовані поливи, які не викликають ерозію, систематичний після- та передзрошувальний обробіток ґрунту, введення сівозмін з великим клином багаторічних трав) негативні явища можуть бути зведені до мінімуму.

Висновки. Кліматичні зміни збільшують частоту повеней та посух, що робить вразливим сільське господарство. Врахування впливу зміни клімату на сільське господарство та продовольчу безпеку вимагає проведення адаптаційних дій на різних рівнях. Дефіцит води вимагає ефективного управління водними ресурсами. В умовах обмежених водних ресурсів важливим резервом поливної води є комунально-побутові та промислові стічні води.

Залучання таких технологій, як використання стічних вод для зрошення сільськогосподарських земель зменшить навантаження на ресурс природної води, виконає екологічну функцію, оскільки забезпечить доочищення цих вод від шкідливих речовин забруднюючих довкілля.

1. Нестача води – головний ризик від зміни клімату для України. URL: https://ecoaction.org.ua/nestacha-vody-ryzyk-ukrainy.html?gclid=Cj0KCQiA99ybBhD9ARIsALvZavXhFSJ4zqcE D-RP4qn3T6a-ju3s6uKkAfr7Prm5Qfb0JNtEi4BMAjIbEALw_wcB. (дата звернення: 10.10.2022). **2.** Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>. (дата звернення: 10.10.2022). **3.** Зміна клімату та Україна. Дослідження.

06.01.2022. URL: <https://uabio.org/news/uabio-news/12094/>. (дата звернення: 10.10.2022). **4.** World Bank. Climate Change Knowledge Portal: Ukraine. 2021. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ukraine>. (дата звернення: 10.10.2022). **5.** Changing climate both increases and decreases European river floods / Blöschl G. et al. *Nature*. 2019. 573. P. 108–111. **6.** Kovalets I. V., Kivva S. L., Udovenko O. I. Usage of the WRF/DHSVM model chain for simulation of extreme floods in mountainous areas: a pilot study for the Uzh River Basin in the Ukrainian Carpathians. *Nat. Hazards*. 2015. 75, 2049–2063. **7.** Climate Change and Security in Eastern Europe: Republic of Belarus, Republic of Moldova, Ukraine. Regional Assessment / Nikolayeva L. et al. 2016. URL: <https://www.osce.org/files/f/documents/8/1/355496.pdf>. (дата звернення: 10.10.2022). **8.** Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2014 році. 2014. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/86.pdf>. (дата звернення: 10.10.2022). **9.** Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / Томільцева А. І. та ін. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с. **10.** Лозовіцький П. С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів : навч. посіб. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 273 с. **11.** Конспекти лекцій з навчальної дисципліни «Меліорація земель». URL: <http://lib.udau.edu.ua/jspui/bitstream> (дата звернення: 10.10.2022). **12.** Гиль Л. С. Фертигация – орошение с использованием растворимых удобрений в системах капельного полива. Киев : Этнос, 2005. 93 с. **13.** ДСТУ 7369:2013. Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошення та удобрення. [Чинний від 01.01.2014]. Київ, 2014. 10 с. **14.** ВНД 33-5.5-02-97. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. [Чинний від 01.04.1998]. Харків, 1998. 15 с. **15.** ДСТУ 7591:2014. Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії. [Чинний від 01.07.2015]. Київ, 2015. 19 с. **16.** ДСТУ 7937:2015. Зрошення. Внесення добрив з поливною водою в системах мікрозрошення. Загальні вимоги. [Чинний від 01.09.2016]. Київ, 2016. 11 с. **17.** ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 10 с. **18.** ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2013. 17 с.

REFERENCES:

1. Nestacha vody – holovnyi ryzyk vid zminy klimatu dlia Ukrainy. URL: https://ecoaction.org.ua/nestacha-vody-ryzyk-ukrainy.html?gclid=Cj0KCQiA99ybBhD9ARIsALvZavXhFSJ4zqcED-RP4qn3T6aju3s6uKkAfrf7Prm5Qfb0JNtEi4BMAjIBEALw_wcB. (data zvernennia:

10.10.2022). **2.** Zmina klimatu v Ukraini ta sviti: prychny, naslidky ta rishennia dlia protydii. URL: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>. (data zvernennia: 10.10.2022). **3.** Zmina klimatu ta Ukraina. Doslidzhennia. 06.01.2022. URL: <https://uabio.org/news/uabio-news/12094/>. (data zvernennia: 10.10.2022). **4.** World Bank. Climate Change Knowledge Portal: Ukraine. 2021. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ukraine>. (data zvernennia: 10.10.2022). **5.** Changing climate both increases and decreases European river floods / Blöschl G. et al. *Nature*. 2019. 573. R. 108–111. **6.** Kovalets I. V., Kivva S. L., Udovenko O. I. Usage of the WRF/DHSVM model chain for simulation of extreme floods in mountainous areas: a pilot study for the Uzh River Basin in the Ukrainian Carpathians. *Nat. Hazards*. 2015. 75, 2049–2063. **7.** Climate Change and Security in Eastern Europe: Republic of Belarus, Republic of Moldova, Ukraine. Regional Assessment / Nikolayeva L. et al. 2016. URL: <https://www.osce.org/files/f/documents/8/1/355496.pdf>. (data zvernennia: 10.10.2022). **8.** Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrainy u 2014 rotsi. 2014. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/86.pdf>. (data zvernennia: 10.10.2022). **9.** Ekolohichni osnovy upravlinnia vodnymy resursamy : navch. posib. / Tomiltseva A. I. ta in. Kyiv : Instytut ekolohichnoho upravlinnia ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia, 2017. 200 s. **10.** Lozovitskyi P. S. Vodni ta khimichni melioratsii gruntiv : navch. posib. Kyiv : Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy universytet», 2010. 273 s. **11.** Konspekty lektsii z navchalnoi dystsypliny «Melioratsiia zemel». URL: <http://lib.udau.edu.ua/jspui/bitstream> (data zvernennia: 10.10.2022). **12.** Gil L. S. Fertigatsiya – oroshenie s ispolzovaniem rastvorimyyh udobreniy v sistemah kapelnogo poliva. Kiev : Etnos, 2005. 93 s. **13.** DSTU 7369:2013. Stichni vody. Vymohy do stichnykh vod i yikhnikh osadiv dlia zroshuvannia ta udobriuvannia. [Chynnyi vid 01.01.2014]. Kyiv, 2014. 10 s. **14.** VND 33-5.5-02-97. Yakist vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii. [Chynnyi vid 01.04.1998]. Kharkiv, 1998. 15 s. **15.** DSTU 7591:2014. Zroshennia. Yakist vody dlia system kraplynnoho zroshennia. Ahronomichni, ekolohichni ta tekhnichni kryterii. [Chynnyi vid 01.07.2015]. Kyiv, 2015. 19 s. **16.** DSTU 7937:2015. Zroshennia. Vnesennia dobryv z polyvnoiu vodoiu v systemakh mikroshennia. Zahalni vymohy. [Chynnyi vid 01.09.2016]. Kyiv, 2016. 11 s. **17.** DSTU 2730:2015. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii. [Chynnyi vid 2016-07-01]. Kyiv, 2016. 10 s. **18.** DSTU 7286:2012. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii. [Chynnyi vid 2016-07-01]. Kyiv, 2013. 17 s.

Kyrylchuk A. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Head of the Laboratory, Hryshchenko O. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Scientific Secretary, Ventsuryk A. V., Acting Head of the Department, (State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Kyiv), Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

IRRIGATION LAND AMELIORATION UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

Excessively rapid climate change due to an increase in average temperature has the effect of increasing the intensity of dry conditions. Irrational use of water reserves for permanent pollution of water resources only worsens the situation. In regions that previously experienced droughts, drought conditions are observed due to the increase in demand for water and an increase in its scarcity.

A change in the regime of moistening will lead to a change in the water flow of rivers, the water content of the country's largest rivers may decrease by 30%, and the water content of small rivers may stop altogether. In terms of water reserves that are formed on the territory of the country and are available for use, Ukraine is one of the least well-off countries in Europe. The main sources of water entering the soil are atmospheric precipitation, as well as groundwater, provided that it is shallow. Land irrigation is one of the main factors of agricultural intensification in areas with insufficient and unstable irrigation.

In conditions of limited water resources, an important reserve of irrigation water is municipal and industrial wastewater. Domestic and industrial wastewater is 99% water and 0.1% organic and inorganic compounds, including macronutrients such as nitrogen, phosphorus, and potassium, as well as micronutrients. The admixture of industrial effluents may add toxic compounds, but not in dangerous amounts, so only the sensitivity of irrigated crops to boron is taken into account. The presence of large amounts of wastewater and manure waste near large livestock complexes creates a serious environmental problem. One of the effective ways to solve it is to use these effluents for irrigation, which provides biological purification. In wastewater from animal husbandry complexes, the content of total nitrogen reaches

0.3%, phosphorus – 0.08%, potassium – 0.7%, but in the process of preparing the effluents for irrigation, the content of these substances decreases.

The use of municipal and industrial wastewater for irrigation performs an ecological function, as it provides additional purification of wastewater in the soil and prevents environmental pollution; surface water bodies – receivers of this water and will reduce the load on the natural water resource.

***Keywords:* climate change; hydrothermal coefficient; unstable moisture; climate change; irrigation; fertigation; irrigation.**

Кирильчук А. М., к.с.-г.н., завідувач лабораторії, ORCID: 0000-0003-3948-5810 (Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ), **Ориник Б. І., в.о. директора, ORCID: 0000-0003-2878-5754**, **Бровко О. З., завідувач лабораторії, ORCID: 0000-0001-9457-0896** (Тернопільська філія ДУ «Держґрунтохорона», м. Тернопіль), **Гакало О. І., к.с.-г.н., викладач** (Національний університет водного господарства та природокористування, Технічний коледж НУВГП, м. Рівне)

ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЗМІНУ ВМІСТУ ГУМУСУ В ҐРУНТАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті розглянуто результати роботи з ґрунтового моніторингу та узагальнено результати агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь Тернопільської області за 2011–2020 роки досліджень (X та XI тури), сучасний стан забезпеченості ґрунтового покриву гумусом. За результатами еколого-агрохімічного моніторингу за XI тур досліджень (2016–2020 роки) в Тернопільській області найбільшу частку – 67,36% обстежених площ, займають ґрунти з підвищеним вмістом гумусу, 26,41% – середнім, 1,32% – низьким і лише 4,91% – високим і дуже високим вмістом гумусу. Під урожай 2020 року аграріями області внесено мінеральних добрив 110573,67 тонн поживних речовин, у тому числі N – 77447,55 тонн п.р., P – 15628,71 тонн п.р., K – 17497,41 тонн п.р. На один гектар посівної площі вносилося 205 кг мінеральних добрив, у тому числі N – 144, P – 29 та K – 32 кг поживних речовин. Співвідношення частки азотних добрив до фосфорних і калійних постійно зберігається на значеннях 1,0:0,2:0,2–0,23 з домінуванням у загальній кількості азотних мінеральних добрив масової частки аміачної селітри як висококонцентрованого, швидкодіючого добрива з двома формами азоту. Для збалансування надходження в рослину та збереження запасів у ґрунті фосфору та калію, необхідно збільшити внесення фосфору у 3–4 рази і калію – у 5–6 разів. Впродовж 2011–2020 років щорічно по області вносилося від 0,4 до 0,6 т/га органічних добрив у вигляді гноівки великої рогатої худоби, компостів та осаду

стічних вод. Недостатнє внесення органіки в ґрунт збіднює його на певні мікроорганізми, сповільнює утворення та спрощує структуру гумусу, знижує буферну та поглинальну здатності ґрунту, гірше регулює водно-повітряний і тепловий режими ґрунту. Враховуючи те, що кожна тонна органіки в умовах Тернопільської області в середньому дає 40 кг гумусу, для покриття його дефіциту і підтримання запасів на вихідному рівні по області потрібно вносити на один гектар 10–12 тонн органічних добрив. У системі удобрення оптимальним співвідношенням між органічними і мінеральними добривами вважається співвідношення 1:8–1:15, тобто на 1 тону органіки – 8–15 кг д.р. мінеральних добрив.

Ключові слова: агрохімічна паспортизація; гумус; мінеральні добрива; органічні добрива; баланс; оптимальне співвідношення.

Постановка проблеми. Головним завданням агропромислового комплексу України є забезпечення населення продуктами харчування, тваринництва – кормами, переробної промисловості – сировиною [1].

Сільське господарство України нині характеризується нестабільністю виробництва, виснаженням землі, погіршенням матеріально-технічної бази, зменшенням обсягів капіталовкладень. Узятий курс на ринкові перетворення за короткі строки не поліпшив стан справ у галузі.

Для зміни ситуації необхідні радикальні, неординарні заходи, в яких головним має бути комплексний підхід до сільськогосподарського виробництва з системно-організаційних позицій на основі науково-технічного прогресу з урахуванням політичних, соціальних, економічних, енергетичних, матеріально-технічних і екологічних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За родючістю земельні ресурси України значно диференціюються. В умовах важкого економічного стану більшості сільгосп підприємств вимоги рослин задовольняються практично за рахунок тільки природної родючості ґрунтів. Її параметри стосовно провідних сільськогосподарських культур визначаються генетичними особливостями ґрунтів, їх гранулометричним складом, ступенем зволоження та попередниками і мають значні відмінності в зонально-регіональному плані.

Вміст органічної речовини в ґрунті та її найціннішої складової частини (гумусу) є важливим показником його родючості.

В основі системи землеробства є збереження родючості ґрунтів шляхом запобігання втратам гумусу. Концентрація енергії на землі, яка залишиться в обробітку, відбудеться шляхом застосування переважно побічної продукції рослинництва, гною, сидератних добрив, сівби зернобобових та багаторічних трав, мінеральних добрив, хімічної меліорації ґрунтів та захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників [2].

Гумусовий стан ґрунтів – це сукупність різних форм, запасів, властивостей органічної речовини і відсоток їхнього утворення, трансформації та міграції в ґрунтовому профілі. Одним із показників гумусового стану ґрунтів є вміст органічної речовини в їхньому поверхневому горизонті. Запаси органічної речовини свідчать про інтенсивність процесів гумусоутворення, а розміри запасів гумусу вказують на загальні резерви елементів живлення ґрунту.

Органічна речовина є джерелом багатьох елементів живлення, насамперед азоту. Рослини використовують 50% азоту з ґрунтових запасів. Фізико-хімічні властивості ґрунтів, а саме: ємність вбирання, буферність – перебувають у тісному кореляційному зв'язку з вмістом органічної речовини.

Великі втрати гумусу відбуваються під впливом процесів ерозії ґрунтів. Так, вміст його в слабоеродованих чорноземах зменшується на 5–10%, середньоеродованих – на 25–30%, в сильноеродованих – на 35–40% порівняно з їх повнопрофільними аналогами [3]. Наприклад, втрата лише 1 см верхнього шару ґрунту призводить до зменшення вмісту гумусу на 2–4 т/га.

Кількість гумусу, що втрачається внаслідок його мінералізації, залежить від багатьох агротехнічних факторів, серед яких основними є сівозміна, удобрення та обробіток ґрунту.

На дефіцит балансу гумусу в землеробстві впливає скорочення площ багаторічних трав. Для порівняння, на одному гектарі сільськогосподарської площі під культурами суцільної сівби мінералізується 1,0 тонна гумусу, просапними – 2,0 тонни, а після багаторічних трав – лише 0,3 тонни.

Стабілізації вмісту гумусу можна досягти виключно за рахунок ретельного дотримання всього комплексу агротехнічних заходів, які збільшують надходження в ґрунт органічних речовин у вигляді

кореневих і поживних решток та органічних добрив.

Для компенсації гумусу в ґрунті важливим є також раціональне поєднання органічних добрив із мінеральними туками; внесення бактеріальних біопрепаратів; вирощування сидератів (ефективність сидерації гірчицею прирівнюється до гною); сівба у сівозмінах бобових і бобово-злакових травосумішей; залишення нетоварної частини врожаю на добрива; використання на добрива різних відходів органічного походження [4]. Тобто виробництво органічного добрива методом біологічної ферментації із суміші відходів тваринного походження (пташиний послід, гній ВРХ та свиней) та інших органічних матеріалів природного та рослинного походження (торф, тирса, солома та інші органічні компоненти) [5].

Систематичне застосування високих доз мінеральних добрив, сучасних технологій обробки ґрунту стало причиною утворення в поверхневому шарі ґрунту високої концентрації поживних речовин, значного підвищення вмісту іонів водню та істотного зниження вмісту кальцію і магнію у вбирному ґрунтовому комплексі чорноземів. За таких умов змінюється типовий для чорноземів гуматний тип гуміфікації – він стає гуматно-сульфатним, за якого формується акумулятивно неповнорозвинений гумусний профіль з ознаками деструктивного процесу гумусоутворення.

Внаслідок втрати зі складу гумусу чорноземів гуматів кальцію відбувається зниження вмісту у верхньому шарі ґрунту агрономічно цінної структури, її водотривкості, зростає здатність ґрунту до запливання. Головним джерелом увібраного кальцію, який запобігає втратам найціннішої частки ґрунту – гумусу, є внесення вапна для родючості ґрунту.

Кальцій, внесений із меліорантом, сприяє утворенню ґрунтових колоїдів, поліпшенню структури ґрунту, підвищує його водостійкість. Після вапнування поліпшується його водний і повітряний режими та обробіток ґрунтів важкого гранулометричного складу після дощу, на поверхні рідше утворюється кірка, посилюється життєдіяльність мікроорганізмів і мобілізація ними азоту, фосфору та інших елементів живлення з органічних речовин ґрунту.

Раціональне землекористування в сільському господарстві потребує також перегляду основного обробки ґрунту. Нова безплужна система обробки ґрунту полягає у глибокому розпушуванні ґрунту спеціальними плоскорізами без перегортання

пласта. Стерня і поживні рештки залишаються на поверхні. За такого способу обробітку витрачається менше пального, в 3–4 рази зменшується інтенсивність площинної ерозії на схилах, поліпшується капілярність ґрунту, збільшується вміст гумусу і не пересихає орний шар [6].

Нульовий обробіток, коли механічне втручання здійснюється раз на кілька років, можливий лише за високої культури поля, коли можна сіяти або садити спеціальними навісними агрегатами у лунки, які робляться свердлами. Такі агрегати крокують по полю, опускаючи свердла для утворення лунок, закладання добрив і насіння у лунки, їхнього закриття. Таке органічне землеробство є альтернативою ультрахімізованому методу господарювання [7].

Наразі питання про повторне великомасштабне дослідження ґрунтів України є актуальним. За його результатами для кожного землевласника повинні розроблятися матеріали для використання в практичних цілях:

- агропотенціал природної та ефективної родючості ґрунтів у розрізі провідних сільськогосподарських культур;
- рекомендації з раціонального використання природного потенціалу ґрунтів і підвищення їх ефективної родючості в умовах мінливої ринкової кон'юнктури;
- сертифікати якості ґрунтів за властивостями і вмістом токсичних забруднювачів та їх інтерпретація за ступенем сприятливості для сільськогосподарських культур і обґрунтування досягнення оптимального рівня;
- розробка проєктів меліорації чи реорганізації землевпорядкування, якщо землі потребують меліорації або зазнають деградації внаслідок недоліків існуючого землевпорядкування.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було вивчення сучасного стану ґрунтового покриву області, визначення показників родючості ґрунтів, порівняльна характеристика основних показників ґрунту з попереднім туром, дослідження якості сільськогосподарської продукції та об'єктів довкілля, якісна оцінка агрохімікатів, органічних добрив, ефективність застосування засобів хімізації в землеробстві, впровадження наукових розробок аграрної науки у виробництво. Виконання завдання суцільного агроекологічного моніторингу родючості ґрунтів земель сільськогосподарського призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження здійснювали в Тернопільській філії ДУ «Держґрунтохорона» впродовж 2011–2020 років у межах виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт (Державний реєстраційний номер 0116U000338). При проведенні досліджень у роботі використовували дані агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення Тернопільської області, керівні нормативні документи: «Суцільний ґрунтово-агрохімічний моніторинг сільськогосподарських угідь України» [8]; «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок» [9]; «Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення» [10].

Відбір, підготовка та аналітичні дослідження зразків ґрунту регламентувались вимогами відповідних ГОСТів, ДСТУ, ТУ та іншими нормативними документами.

Земельний фонд Тернопільської області станом на 1 січня 2021 року становить 1382,4 тис. га, з них 1046,2 тис. га (76%) – це сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарського освоєння земель.

За схемою агроґрунтового районування (1969) Тернопільська область належить до провінції Західного Лісостепу Лісостепової зони. Особливістю структури ґрунтового покриву Західного Лісостепу є те, що в ній не простежуються смуги поступового переходу від дерново-підзолистих ґрунтів зони мішаних лісів до сірих опідзолених, а від них – до чорноземів типових.

Ґрунтовий покрив області порівняно складний. За даними ґрунтового дослідження, найбільшу площу займають сірі опідзолені ґрунти – 494,5 тис. га, та чорноземи – 426,3 тис. га.

Сірі опідзолені ґрунти:

ясно-сірі й сірі лісові – 310,9 тис. га;

темно-сірі опідзолені – 184,6 тис. га.

Чорноземні ґрунти:

чорноземи типові глибокі малогумусні та типові лукові – 56,3 тис. га;

чорноземи опідзолені та реградовані – 355,9 тис. га;

чорноземно- та дерново-карбонатні – 14,5 тис. га.

Лучні ґрунти – 43,4 тис. га.

Лучно-болотні й болотні ґрунти – 16,8 тис. га.

Лучно-чорноземні ґрунти – 13,6 тис. га

Торфово-болотні ґрунти та торфовища – 10,5 тис. га.

У структурі сільськогосподарських угідь області, що перебувають в активному сільськогосподарському використанні частка ріллі становить 81,86% (856,42 тис. га), пасовища – 13,77% (144,03 тис. га), сінокоси – 2,54% (26,52 тис. га), багаторічні насадження – 1,5% (15,74 тис. га) та перелоги – 0,33% (3,44 тис. га).

Про стан родючості ґрунтів області можна судити за наявністю в ґрунті органічної речовини – вмісту гумусу. Гумус – складний динамічний комплекс органічних високомолекулярних сполук кислотної природи, які утворилися внаслідок процесів розкладу та гуміфікації органічних решток і вступили в тісний взаємозв'язок з мінеральними компонентами ґрунту. Гумус є джерелом елементів живлення, він впливає на доступність для рослин елементів живлення мінеральних добрив, мобілізацію елементів живлення із важкодоступних форм, на фізико-хімічні і колоїдні властивості ґрунтів, на їх токсикологічний, агрегатний, водний і тепловий режими, на підвищення біологічної активності ґрунтів, на екологізацію систем землеробства [11]. У загальній масі органічної речовини ґрунту він складає 80–90%.

Вміст гумусу в ґрунтах України визначається зональністю та їх гранулометричним складом, ефективністю запобігання водній ерозії та дефляції. Найменшою гумусованістю характеризуються дерново-підзолисті ґрунти Полісся (0,7–2,0%), в ґрунтах Лісостепу вміст гумусу поступово зростає від світло-сірих лісових (1,0–2,5%) до чорноземів типових (4,0–6,0%).

Різноманітність умов ґрунтоутворення в зонах відображується і на розподілі гумусу по ґрунтовому профілю. Більше всього гумусу знаходиться в орному шарі, де його кількість коливається від 2 до 5–6%, на глибині 120–140 см вміст гумусу знижується до 0–1,3%.

За результатами еколого-агрохімічного моніторингу за XI тур досліджень (2016–2020 рр.) в Тернопільській області найбільшу частку – 67,36% обстежених площ, займають ґрунти з підвищеним вмістом гумусу, 26,41% – середнім, 1,32% – низьким і лише 4,91% – високим і дуже високим вмістом гумусу. Площі з дуже низьким вмістом відсутні (рис. 1).

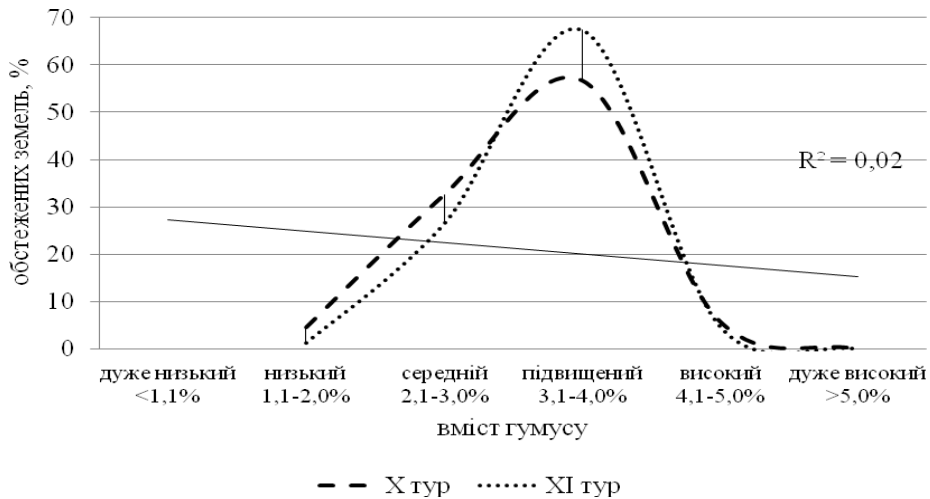


Рис. 1. Характеристика обстежених сільськогосподарських угідь за вмістом гумусу

За загального зменшення площі проведення агрохімічної паспортизації, порівняно з попереднім туром досліджень, на 180,4 тис. га, виявлене зменшення площ з низьким, середнім і високим вмістом гумусу (на 3,3%, 6,2%, 1,03% відповідно). Зникли ґрунти з дуже низьким вмістом гумусу. На 10,52% зросла площа, на якій зафіксовано підвищений вміст гумусу, та на 0,01% збільшилась кількість ґрунтів з дуже високим вмістом гумусу.

Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах Тернопільської області становив 3,25%, що на 0,12% більше ніж за попередній тур обстеження (2011–2015 роки), за рахунок збільшення площ з його підвищеним забезпеченням.

У розрізі районів цей показник коливається від 2,63% (Борщівський район, де переважають ясно-сірі і сірі ґрунти) до 3,78% (Підволочиський район, де в більшості залягають чорноземні ґрунти).

Середня забезпеченість гумусом 2,1–3,0%, яка варіює від 58,82% обстежених площ у Бережанському до 80,65% у Кременецькому районах, спостерігається у чотирьох районах (Борщівський, Монастириський, Кременецький, Бережанський), ґрунти інших районів мають підвищений рівень забезпеченості – 3,1–4,0%.

Згідно досліджень за період останнього обстеження простежується зниження гумусу у Підволочиському (на 0,06%),

Зборівському та Козівському районах (на 0,02%).

На території області найбільш поширеними є дві групи наявності гумусу в ґрунтах. Це групи з середнім та підвищеним вмістом. Підвищений вміст гумусу спостерігається в більш потенційно родючих ґрунтах – темно-сірих опідзолених та чорноземних.

Господарська діяльність людини значно впливає на вміст гумусу в ґрунтах. Збільшення аерації за обробітку ґрунту призводить до втрат гумусу, а внесення органічних добрив і наявність рослинних решток у ґрунті – до його накопичення. За високої агротехніки вирощування сільськогосподарських культур мінеральні добрива сприяють накопиченню корневих решток і збільшенню вмісту гумусу в ґрунті. Проте систематичне внесення одних мінеральних добрив активізує мінералізаційні процеси і призводить до втрати гумусу.

Генетичні можливості всіх рослин передбачають збільшення врожайності від додаткового живлення, яке може бути тільки за рахунок зовнішнього впливу від застосування добрив та інших факторів, що стимулюють рослину збільшувати свою продуктивність. Застосування добрив є одним з найдавніших і найдієвіших способів підвищення продуктивності рослин та зростання родючості ґрунту. В останні 20 років внесення добрив та інших засобів стимулювання росту рослин різко скоротилося, що призвело до зниження природної родючості ґрунтів і урожайності сільськогосподарських культур.

Між вмістом у ґрунті гумусу та врожайністю сільськогосподарських культур спостерігається пряма залежність, проте вона має певні особливості. По-перше, величина врожаю прямо залежить від вмісту гумусу в ґрунті до певної величини останнього. По-друге, продуктивність агроценозу може бути одержана за різного вмісту гумусу в ґрунтах різних ґрунтово-кліматичних зон. Це пояснюється властивостями самого гумусу та супутніми факторами: зволоженням, кількістю і рухомістю поживних речовин, фізикою ґрунту, метеорологічними умовами тощо.

Наразі приріст урожаю одержують за рахунок внесення мінеральних добрив. Так, під урожай 2020 року аграріями області внесено мінеральних добрив 110573,67 тонн поживних речовин, у тому числі N – 77447,55 тонн п.р., P – 15628,71 тонн п.р., K – 17497,41 тонн п.р., тобто на один гектар посівної площі вносилося 205 кг мінеральних добрив, у т.ч. N – 144, P – 29 та K – 32 кг

поживних речовин. Це забезпечило валовий збір основних сільськогосподарських культур 35002 тис. ц, урожайність з одного гектара в середньому становила 65 ц. За останні 10 років встановлена тенденція до підвищення внесення мінеральних добрив ($R^2=0,85$). Так, порівняно з 2011 роком, у 2020 мінеральних добрив внесено більше майже на 74% (87 кг/га) (рис. 2).

Співвідношення частки азотних добрив до фосфорних і калійних постійно зберігається на значеннях близьких як 1,0:0,2:0,2–0,23 з домінуванням у загальній кількості азотних мінеральних добрив масової частки аміачної селітри, як висококонцентрованого, швидкодіючого добрива з двома формами азоту. Для збалансування надходження в рослину та збереження запасів у ґрунті фосфору та калію, необхідно збільшити внесення фосфору у 3–4 рази і калію – у 5–6 разів. Позитивним моментом зростання внесення добрив, зокрема азотних, навіть за не зовсім сприятливого для рослин співвідношення між елементами живлення є те, що компенсується частина азоту, який був використаний мікроорганізмами з ґрунту при розкладі рослинних решток та сидератів без додаткового внесення азоту.



Рис. 2. Внесення мінеральних і органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур

У розрізі районів найбільше мінеральних добрив на гектар посівної площі вносили в господарствах Бучацького – 306, Тернопільського – 244, Чортківського – 242, Заліщицького – 226, Козівського – 223 кг поживних речовин; найменшу кількість вносили в господарствах Підгаєцького та Шумського районів, відповідно 117 та 140 кг поживних речовин на гектар.

Дослідження з вивчення дії мінеральних добрив показують як позитивні, так і негативні наслідки їх впливу на ґрунт, його біоту та родючість. Наразі хлібороби багатьох країн з інтенсивним веденням сільського господарства по-новому оцінюють значення органічних добрив для керування родючістю ґрунту. Проте ні в кого не виникає сумніву в доцільності їх поєднання з мінеральними добривами [2].

Впродовж 2011–2020 років щорічно по області вносилося від 0,4 до 0,6 т/га органічних добрив у вигляді гноївки великої рогатої худоби, компостів та осаду стічних вод. Недостатнє внесення органіки в ґрунт збіднює його на цілий ряд мікроорганізмів, сповільнює утворення та спрощує структуру гумусу, знижує буферну та поглинальну здатності ґрунту, гірше регулює водно-повітряний і тепловий режими ґрунту.

По районах області органічні добрива вносили в господарствах Лановецького, Козівського, Тербовлянського, Тернопільського, Бережанського, Збаразького та Шумського районів відповідно 1,79; 0,93; 0,79; 0,76; 0,71; 0,45 та 0,29 т/га. В решті районів органіка не вносились.

Оптимальним вважається співвідношення 1:8–1:15, тобто на 1 тонну органіки – 8–15 кг д.р. мінеральних добрив. У системі удобрення важливо визначити оптимальне співвідношення між органічними і мінеральними добривами. Співвідношення між внесенням органічних і мінеральних добрив по області за 2020 урожайний рік становить 1:328, тобто на 1 тонну внесеної органіки припадає 328 кг д.р. мінеральних добрив. Унесення високих доз мінеральних добрив, 300–400 кг д.р. на один гектар, активізує мінералізаційні процеси в ґрунті та призводить до втрат запасів органічної речовини [12].

Середньорічне внесення органічних добрив по області не перевищує 0,6 т/га, що є критичною кількістю. Тому гумус щорічно втрачається за рахунок його вимивання, ерозії та мінералізації, спричиненої застосуванням азотних добрив без гною у підвищених

нормах, що призводить до нагромадження нітратів, збільшення втрат азоту в атмосферу, зменшення біологічної фіксації азоту.

Розрахунки показують, що для бездефіцитного балансу гумусу в Україні потрібно щороку одержувати та вносити не менш як 320–340 млн тонн органічних добрив. Враховуючи те, що кожна тонна органіки в умовах Тернопільської області в середньому дає 40 кг гумусу, для покриття його дефіциту і підтримання запасів на вихідному рівні по області потрібно вносити на один гектар 10–12 тонн органічних добрив. Наразі в області вноситься на гектар ріллі лише 0,5–0,6 тонн органічних добрив. Для підвищення вмісту гумусу в ґрунті на 1% необхідно вносити не менше 100 тонн органічних речовин на один гектар ріллі впродовж 5 років.

Висновки. Порівняно з X туром обстеження в XI виявлене збільшення сільськогосподарських ґрунтів Тернопільської області з підвищеним (3,1–4,0%) вмістом гумусу на 10,5%, з дуже високим (>5,0%) вмістом гумусу площа ґрунтів збільшилась лише на 0,01%.

Середньозважений вміст гумусу по області збільшився на 0,12%, та в абсолютному визначенні становив 3,25%, що відповідає ґрунтам з підвищеним рівнем забезпеченості гумусом.

Новітні системи удобрення повинні базуватись на оптимальних співвідношеннях органічних і мінеральних добрив. Наразі дефіцит органічних добрив у вигляді гною великої рогатої худоби спонукає до пошуку альтернативних шляхів поповнення ґрунту органічною речовиною та поживними речовинами. Як вихід максимальне залучення до біологічного колообігу побічної продукції рослинництва.

1. Про охорону земель : Закон України. Київ, 2003. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>. (дата звернення: 10.08.2022).
2. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві : наукова монографія / за ред. М. К. Шикили. Київ : ПФ «Оранта», 1998. 680 с.
3. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 1990. 224 с.
4. Сидерати в сучасному землеробстві: науково-виробниче видання : монографія / Шувар І. А., Бердніков О. М., Центило Л. В., Сендецький В. М. та ін. ; за заг. ред. І. А. Шувара. Івано-Франківськ, 2015. 156 с.
5. Созінов О. О., Козлов М. В., Лапа М. А., Тараріко Ю. О. та ін. Агроекологічні основи раціонального використання добрив. *Агроекологія*. Київ : Аграрна наука, 2001. 121 с.
6. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник : у 2-х

частинах. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. Ч. 1. 270 с. **7.** Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / за ред. академіка УААН Б. С. Носка. Київ : Аграрна наука, 1999. 109 с. **8.** Збірник законодавчих і нормативно-правових аспектів у галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів, наукової діяльності. Київ : Радуга, 2007. 520 с. **9.** Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. академіків О. О. Созінова, В. С. Простора. Київ, 1994. 162 с. **10.** Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка. Київ, 2013. 103 с. **11.** Моніторинг, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки ґрунтів Тернопільської області : монографія / Брошчак І. С., Гевко Р. Б., Никеруї С. С., Вітровий А. О. та ін. Тернопіль, 2013. 160 с. **12.** Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів : монографія / Патики В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін. ; за ред. Патики В. П. Київ : Основа, 2005. 201 с.

REFERENCES:

1. Pro okhoronu zemel : Zakon Ukrainy. Kyiv, 2003. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>. (data zvernennia: 10.08.2022).
2. Vidtvorennia rodiuchosti gruntiv u gruntozakhysnomu zemlerobstvi : naukova monohrafiia / za red. M. K. Shykuly. Kyiv : PF «Oranta», 1998. 680 s.
3. Nosko B. S. Fosfatnyi rezhym gruntiv i efektyvnist dobryv. Kyiv : Urozhai, 1990. 224 s.
4. Syderaty v suchasnomu zemlerobstvi: naukovovyrobnyche vydannia : monohrafiia / Shuvar I. A., Berdnikov O. M., Tsentylo L. V., Sendetskyi V. M. ta in. ; za zah. red. I. A. Shuvara. Ivano-Frankivsk, 2015. 156 s.
5. Sozinov O. O., Kozlov M. V., Lapa M. A., Tarariko Yu. O. ta in. Ahroekolohichni osnovy ratsionalnoho vykorystannia dobryv. *Ahroekolohiia*. Kyiv : Ahrarna nauka, 2001. 121 s.
6. Pozniak S. P. Gruntoznavstvo i heohrafiia gruntiv : pidruchnyk : u 2-kh chastynakh. Lviv : LNU imeni Ivana Franka, 2010. Ch. 1. 270 s.
7. Shliakhy pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv u suchasnykh umovakh silskohospodarskoho vyrobnytstva / za red. akademika UAAN B. S. Noska. Kyiv : Ahrarna nauka, 1999. 109 s.
8. Zbirnyk zakonodavchykh i normatyvno-pravovykh aspektiv u haluzi okhorony zemel ta vidtvorennia rodiuchosti gruntiv, naukovoi diialnosti. Kyiv : Raduha, 2007. 520 s.
9. Metodyka sutsilnoho gruntovo-ahrokhimichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhid Ukrainy / za red. akademikiv O. O. Sozinova, V. S. Prostora. Kyiv, 1994. 162 s.
10. Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia / za red. I. P. Yatsuka, S. A. Baliuka. Kyiv, 2013. 103 s.
11. Monitorynh, shliakhy pokrashchennia rodiuchosti ta ekolohichnoi bezpeky gruntiv Ternopilskoi oblasti : monohrafiia / Broshchak I. S.,

Hevko R. B., Nykerui S. S., Vitrovyi A.O. ta in. Ternopil, 2013. 160 s.
12. Ahroekolohichna otsinka mineralnykh dobryv ta pestytsydiv : monohrafiia / Patyka V. P., Makarenko N. A., Mokliachuk L. I. ta in. ; za red. Patyky V. P. Kyiv : Osnova, 2005. 201 s.

Kyrylchuk A. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Head of the Laboratory (State institution "Institute of Soil Protection of Ukraine", Kyiv), **Orynyk B. I., Acting Director, Brovko O. Z., Head of the Laboratory** (Ternopil branch of State University of Environmental Protection, Ternopil), **Hakalo O. I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Lecturer** (Technical College of The National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

EFFECT OF ECONOMIC ACTIVITIES ON CHANGING THE CONTENT OF HUMUS IN THE SOILS OF THE TERNOPIL REGION

The article examines the results of soil monitoring and summarized results of agrochemical certification of agricultural lands of the Ternopil region for the 2011–2020 years of research (X and XI rounds), the current state of soil cover with humus. According to the results of ecological and agrochemical monitoring for the 11th round of research (2016–2020) in the Ternopil region, the largest share – 67.36 % of the surveyed areas – is occupied by soils with an increased content of humus, 26.41% – medium, 1.32% – low and only 4.91% – high and very high humus content.

For the harvest of 2020, farmers of the region applied mineral fertilizers of 110573.67 tons of nutrients, including N – 77447.55 tons of nutrients, P – 15628.71 tons of nutrients, K – 17497.41 tons of nutrients. 205 kg of mineral fertilizers, including N – 144, P – 29 and K – 32 kg of nutrients, were applied to one hectare of the sown area. The ratio of the proportion of nitrogenous fertilizers to phosphoric and potassium is constantly maintained at 1.0:0.2:0.2–0.23, with the dominance of the mass fraction of ammonium nitrate as a highly concentrated, fast-acting fertilizer with two forms of nitrogen in the total amount of nitrogenous mineral fertilizers. In order to balance the supply to the plant and preserve the reserves of phosphorus and potassium in the soil, it is necessary to increase the application of phosphorus by 3–4 times and potassium by 5–6 times.

During 2011–2020, 0.4 to 0.6 t/ha of organic fertilizers were applied annually in the region in the form of cattle manure, composts and sewage sludge. Insufficient introduction of organic matter into the soil impoverishes it for a number of microorganisms, slows down the formation and simplifies the structure of humus, reduces the buffering and absorbing capacity of the soil, and regulates the water, air and thermal regimes of the soil worse. Considering the fact that each ton of organic matter in the conditions of the Ternopil region gives an average of 40 kg of humus, in order to cover its deficit and maintain stocks at the initial level in the region, 10–12 tons of organic fertilizers should be applied per hectare.

In the fertilization system, the ratio of 1:8–1:15 is considered the optimal ratio between organic and mineral fertilizers, i.e., 8–15 kg per 1 ton of organic matter. mineral fertilizers.

***Keywords:* agrochemical certification; humus; mineral fertilizers; organic fertilizers; balance; optimal ratio.**

Кирильчук А. М., к.с.-г.н., завідувач лабораторії, ORCID: 0000-0003-3948-5810, Шило Л. Г., заступник завідувача відділу, Запасний В. С., завідувач відділу, ORCID: 0000-0001-8547-8852 (Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ), **Стецюк Л. М., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

За даними матеріалів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, в Київській області, з 654,71 тис. га обстежених за 2016–2020 рр. земель, налічується 316,9 тис. га, що потребують вапнування та 90,9 тис. га – гіпсування. Впродовж 2016–2020 років вапнування кислих ґрунтів було проведено на площі 35,1 тис. га, в тому числі за 2020 – 12,4 тис. га. Вапнякових меліорантів було внесено в кількості 134,1 тис. тонн, у тому числі в 2020 році 35,3 тис. тонн. Гіпсові меліоранти вносились лише в 2016 році на площі 1,5 тис. га, в кількості 0,4 тис. тонн. Загалом по області впродовж п'ятнадцяти років спостережень (2006–2020 рр.) виявлене збільшення кислих ґрунтів на 4,2% (13,2 тис. га) та лужних на 0,8% (21,7 тис. га). Дані за десять років (2011–2020 рр.) свідчать про поступове зменшення кислих ґрунтів на 0,3% (29,2 тис. га) та збільшення лужних на 3,5% (11,6 тис. га). В останні два десятиліття до мінімуму скоротилося проведення робіт з докорінного поліпшення ґрунтів, а окремі роботи взагалі не проводяться вже кілька років поспіль. З 2011 року проєктна документація на проведення робіт з хімічної меліорації ґрунтів Київської області в ДУ «Держґрунтохорона» не замовлялась.

З метою запобігання збільшення площ кислих і лужних ґрунтів, необхідно відновити роботи з хімічної меліорації ґрунтів та змінити підхід до фінансування цих заходів. Створити у складі державного бюджету спеціальний Державний фонд економічного стимулювання підвищення родючості ґрунтів, кошти якого будуть спрямовуватися виключно на вирішення проблем охорони і відтворення якісного і високопродуктивного стану ґрунтів.

Джерелами наповнення Державного фонду економічного стимулювання підвищення родючості ґрунтів можуть бути кошти, що надходять як штрафні санкції за недотримання проєктів землеустрою та встановлених сівозмін, а також компенсування втрат поживних речовин і гумусу з ґрунтів через допущення від'ємного балансу цих елементів унаслідок безгосподарського, споживацького використання земельних ресурсів. Адже проведення заходів з докорінного поліпшення земель є не тільки необхідною передумовою створення екологічно збалансованих екосистем, а й обумовлюючи значне підвищення продуктивності ґрунтів, забезпечує високу економічну ефективність вкладених ресурсів.

Ключові слова: родючість ґрунту; вапнування; гіпсування; меліоративний стан; агрохімічна паспортизація; статистика.

Постановка проблеми. Земля – найбільше загальнонаціональне багатство. Проте впродовж багатьох років розвиток землеробства відбувався екстенсивним шляхом, супроводжуючись негативними явищами, що призвели до значної деградації ґрунтів і зниження їх родючості.

Кожен ґрунт має певну реакцію свого розчину, від якої залежать мікробіологічні процеси, розвиток рослин і напрямок ґрунтоутворення.

З реакцією ґрунтового розчину тісно пов'язана життєдіяльність ґрунтової мікрофлори (у кислому середовищі переважає грибна, в нейтральному або слабо кислому – бактеріальна), процеси перетворення компонентів мінеральної та органічної частини ґрунтів, розчинність речовин, утворення осадів, міграція та акумуляція речовин у ґрунтовому профілі.

Більшість рослин вимагає для свого розвитку нейтральної або слаболужної реакції, тому чітке знання кислотності та лужності ґрунтів надзвичайно необхідне в процесі сільськогосподарського виробництва.

За умов ігнорування хімічної меліорації щорічно недобирається від 0,6 до 1,8 млн тонн зернових одиниць продукції рослинництва. Хімічна меліорація кислих і близьких до нейтральної реакції ґрунтів є основним фактором підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним об'єктом сільськогосподарського виробництва є рослини організми, а головним засобом виробництва – земля. Характеристика землі рівнозначна поняттю ґрунт, природному тілу, що має якісну ознаку – родючість [6].

Людство постійно намагалось, використовуючи ґрунти, підвищувати їх родючість. Використавши насамперед високородючі землі, поступово почали використовувати малородючі, тоді й з'явилася потреба штучно поліпшувати їх родючість. Проте, через брак достатніх теоретичних знань у галузі ґрунтознавства іноді вжиті заходи замість підвищення родючості ґрунту спричиняли до її зниження. Через це, використовуючи землю як основний засіб сільськогосподарського виробництва, необхідно розробляти заходи щодо підвищення її родючості, побудовані на знаннях закономірностей, які забезпечать позитивні зміни [12].

Велике різноманіття прояву фактору ґрунтоутворення, поряд з багатьма співвідношеннями умов, призводить до наявності великої кількості різних ґрунтових відмін. На півночі території Київської області поширені дерново-підзолисті, у долинах річок – дерново-глеєві, лучні й болотні ґрунти. У центральній частині під лісами – опідзолені чорноземи, темно-сірі і світло-сірі лісові ґрунти; у південних районах – глибокі малогумусні чорноземи. На Лівобережжі зустрічаються лучно-чорноземні, лучні солонцюваті, солончакові і болотні солончакові ґрунти. Серед малопродуктивних земель, що використовуються в сільському господарстві, особливу роль відіграють ґрунти кислого та засоленого ряду [6].

Утворення та накопичення солей в ґрунтах є результатом багатьох геохімічних процесів, що відбуваються у верхніх шарах земної кори. При вивітрюванні гірських порід попередні зв'язки між хімічними елементами порушуються і виникають нові – утворюються сполуки у вигляді вторинних глинистих мінералів або різних окислів та інших простих сполук. Серед них можуть бути і звичайні солі. Засолені ґрунти з'являються там, де кількість опадів значно менша ніж випаровування води з поверхні. Засолення відбувається також внаслідок застоювання засолених вод у западинах, улоговинах та на малодренуваних рівнинах [6]. На формування кислих ґрунтів мають вплив кліматичні умови (промивний характер водного режиму), рослинність (хвойні ліси, трав'яниста рослинність, листяні ліси) також

впливає на формування ґрунтів з різною реакцією [12]. Зміну реакції ґрунту викликає сільськогосподарська діяльність людини: виніс елементів живлення з урожаєм, довготривалий обробіток, внесення мінеральних добрив.

Основним методом підвищення продуктивності кислих ґрунтів є зниження їх кислотності шляхом вапнування, що є одним із найтриваліших за дією заходів хімічного впливу на ґрунт і його родючість. Внесене в ґрунт вапнякове добриво нейтралізує надмірну кислотність, поліпшує фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту, забезпечує рослини кальцієм і магнієм, активізує мікробіологічні процеси, підвищує ефективність добрив та продуктивність сівозмін у цілому. Вапнування ґрунтів не тільки зумовлює збільшення азотфіксуючої здатності мікрофлори, а й підвищує нітрифікаційну здатність ґрунту, зменшує газоподібні втрати азоту [10].

Вапнування поліпшує фосфатне живлення рослин за рахунок перетворення фосфатів заліза та алюмінію на більш рухомі сполуки, збільшує поглинальну здатність кореневої системи, зменшення антагонізму між фосфором і алюмінієм. За сумісного застосування вапна і фосфоритного борошна, преципітату, фосфатшлаку умови фосфатного живлення рослин погіршуються. Тому вапно і названі вище фосфорні добрива потрібно вносити окремо.

Вапнування сприяє більшому виносу калію з ґрунту, мобілізації запасу молібдену, причому рухомість молібдену і мангану за вапнування зменшується.

Проте наразі вапнування як захід відтворення родючості ґрунтів не проводиться, внаслідок чого знижується ефективність дії мінеральних добрив, особливо за вирощування культур які вимагають нейтральної реакції ґрунтового розчину (пшениця, ячмінь, кукурудза, бобові, капуста, буряки тощо) [16].

Солонцюваті ґрунти за ступенем і характером осолонцювання досить різняться, що має вплив і на агрономічні властивості. Слабосолонцюваті ґрунти є відносно родючими, проте суттєво відрізняються від несолонцюватих аналогів маючи негативні технологічні властивості у зв'язку з несприятливою структурою ґрунту та наявністю лужної реакції. Середньосолонцюваті ґрунти виявляють ці негативні властивості сильніше. Сильносолонцюваті – легко запливають, утворюють ґрунтову кірку, в'язкі та пластичні у вологому і тверді та щільні у сухому стані [14].

Висока лужність зумовлює накопичення токсичних солей ґрунту, зниження біологічної активності ґрунту, підвищення вбирної здатності аніонів, зменшення розчинності аніонів фосфорної кислоти, порушення біохімічних реакцій в клітинах і тканинах рослин [14].

Проведення хімічної меліорації солонцевих ґрунтів сприяє насиченню ґрунтово-вбирного комплексу іонами обмінного кальцію, а також поступовому надходженню іонів натрію в водний розчин, з наступною їх інфільтрацією вниз по ґрунтовому профілю. Це веде до поліпшення водно-фізичних властивостей орного шару ґрунту, а також покращення ґрунтової структури. Хімічна меліорація лужних ґрунтів відбувається шляхом внесення гіпсу, нітратів кальцію або матеріалів, які містять гіпс, сірчаної кислоти, сульфату заліза, піритових огарків або сірки [12].

За допомогою хімічної меліорації ґрунтів комплекс заходів спрямований на докорінне поліпшення властивостей ґрунту з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Це заміна небажаних у складі ґрунтового вбирного комплексу катіонів (водню, алюмінію, заліза, мангану в кислих ґрунтах і натрію – в лужних на кальцій). Надмірну кислотність ґрунту усувають вапнуванням, а надмірну лужність – гіпсуванням [6].

Сучасна концепція меліорації кислих та солонцевих ґрунтів, у стратегічному напрямі, передбачає проведення агро меліоративних заходів, спрямованих на поліпшення агро екологічного стану ґрунтів, усунення негативних наслідків природних і антропогенних навантажень та підвищення продуктивності землеробства. Проте, через економічну скруту, що склалася в державі, хімічна меліорація ґрунтів, починаючи з 1991 року, майже не проводиться, а якщо й проводиться, то в невеликій кількості. В зв'язку з цим площі кислих та солонцевих ґрунтів у Україні щорічно зростають, що несе за собою значні втрати продукції рослинництва [11].

Нехтування необхідністю проведення хімічної меліорації ґрунтів призводить до суттєвого недобору врожаїв, а в процесі тривалого сільськогосподарського використання – до інтенсивних процесів декальцинації, алюмінізації, солонцюватості, підвищення рухомості важких металів і радіонуклідів та їх накопичення в рослинній продукції. Тому, хоча заходи щодо хімічної меліорації ґрунтів і потребують значних матеріальних та фінансових затрат вони є необхідними, і без них господарювання на належному рівні просто

неможливе.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи був моніторинг та узагальнення результатів агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь Київської області за 2006–2020 роки дослідження (IX, X та XI тури), рівня кислотності та солонцюватості ґрунтів та шляхи поліпшення родючості ґрунту.

Дослідження здійснювали в лабораторіях охорони та підвищення родючості ґрунтів і проєктної документації та моніторингу та агрохімічної паспортизації ґрунтів ДУ «Держґрунтоохорона» впродовж 2006–2020 років (IX–XI тури обстеження) у межах виконання проєктно-технологічних та науково-дослідних робіт (Державний реєстраційний номер 0116U000338), за даними матеріалів суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення в Київській області; за даними статистичної звітності (форма 9-сг) 2016–2020 років. Польове агрохімічне обстеження земель сільськогосподарського призначення, відбір зразків та лабораторне дослідження зразків ґрунту про їх еколого-агрохімічний стан, виконувались згідно з НТД, ДСТУ, ISO, ГОСТів, чинних в Україні, та методиками [1–5; 8; 9].

Ефективне використання в землеробстві України ґрунтових ресурсів неможливе без об'єктивної інформаційно-аналітичної бази даних щодо реального агрохімічного стану земель сільськогосподарського призначення.

Агрохімічне обстеження сільськогосподарських угідь – це перша і найважливіша ланка суцільного агрохімічного моніторингу, основним завданням якої є плановий відбір ґрунтових зразків з метою визначення показників родючості ґрунтів та рівнів забруднення їх важкими металами, радіонуклідами та залишковими кількостями пестицидів, з наступним виготовленням агрохімічних картограм, еколого-агрохімічних паспортів полів або земельних ділянок та розробкою на їх основі науково-обґрунтованих рекомендацій з ефективного, екологічно-безпечного застосування агрохімікатів.

Проведення суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення є формою державного контролю за зміною показників родючості ґрунту та їх забрудненням.

До 1990 року питання збереження ґрунтів, відтворення та підвищення їх родючості були пріоритетними і мали державну

підтримку [13]. В цей період виконувався практично увесь комплекс робіт, спрямованих на збереження ґрунтів і обсяг цих робіт щорічно нарощувався. В останні два десятиліття ситуація суттєво змінилася. До мінімуму скоротилося проведення робіт з докорінного поліпшення ґрунтів, а окремі роботи взагалі не проводяться вже кілька років поспіль.

З 2011 року проєктна документація на проведення робіт з хімічної меліорації ґрунтів Київської області в ДУ «Держґрунтохорона» не замовлялась.

За даними Головного управління статистики, по районах Київської області дані щодо хімічної меліорації не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності інформації.

Як наслідок, спостерігається стійка тенденція погіршення якісного стану ґрунтів. Зменшуються запаси гумусу, безповоротно виносяться поживні речовини, йде підкислення, засолювання, деструктуризація ґрунтів. У таблиці наведено результати розрахунків балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві сільськогосподарських підприємств Київської області за 2010–2020 роки.

Таблиця

Баланс гумусу та поживних речовин у землеробстві
сільськогосподарських підприємств Київської області

Показники	Роки досліджень		
	2010	2015	2020
Баланс гумусу, т/га	- 0,18	- 0,41	- 0,35
Баланс поживних речовин (NPK), кг/га	- 127,8	- 87,5	- 64,9
в т.ч. калію, кг/га	- 79,5	- 35,1	- 55,8

За таких умов створюється загроза подальшої інтенсивної деградації ґрунтового покриву – основного засобу аграрного виробництва.

Виходячи з матеріалів суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, в Київській області, з 654,71 тис. га обстежених за 2016–2020 рр. (XI тур) земель, налічується 316,9 тис. га, що потребують вапнування, в тому числі: дуже сильно- та сильнокислі ($\text{pH} \leq 4,5$) – 11,6 тис. га (1,8%),

середньокислі (рН 4,6–5,0) – 45,2 тис. га (6,9%), слабокислі (рН 5,1–5,5) – 106,6 тис. га (16,3%), близькі до нейтральних (рН 5,6–6,0) – 153,5 тис. га (23,4%).

З 654,71 тис. га обстежених земель – 90,9 тис. га потребують гіпсування, в тому числі: слаболужні (рН 7,1–7,5) – 64,4 тис. га (9,8%), середньолужні (рН 7,6–8,0) – 24,6 тис. га (3,8%), сильнолужні та дуже сильнолужні (рН >8,1) – 1,9 тис. га (0,3%).

Згідно з даними Головного управління статистики в Київській області вапнування кислих ґрунтів за 2016–2020 роки було проведено на площі 35,1 тис. га, в тому числі за 2020 на площі 12,4 тис. га. Вапнякових меліорантів було внесено в кількості 134,1 тис. тонн, у тому числі в 2020 році 35,3 тис. тонн (рис. 1). Гіпсові меліоранти вносились лише в 2016 році на площі 1,5 тис. га, в кількості 0,4 тис. тонн.

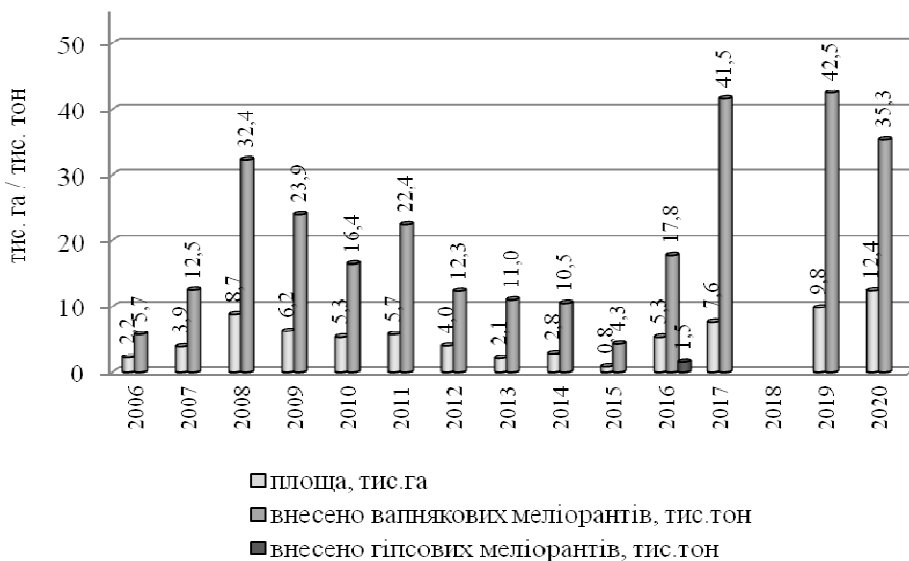


Рис. 1. Динаміка проведення робіт з хімічної меліорації ґрунтів Київської області в період 2006–2020 рр.

Статистичні дані за 2018 рік відсутні. В 2006–2010 рр. (ІХ тур обстеження) вапнування кислих ґрунтів було проведено на площі 26,3 тис. га, що порівняно з Х туром обстеження (2011–2015 рр.) зменшилось майже на 41,4% (10,9 тис. га). Вапнякові меліоранти за ІХ тур обстеження було внесено в кількості 90,9 тис. тонн, що порівняно з Х туром обстеження більше на 33,4% (30,4 тис. тонн).

Загалом по області впродовж п'ятнадцяти років спостережень IX (2006–2010 рр.) та XI (2016–2020 рр.) тури виявлене збільшення кислих ґрунтів на 4,2% (13,2 тис. га) та лужних на 0,8% (21,7 тис. га) (рис. 2). Проте спостереження за десять років (X (2011–2015 рр.) та XI (2016–2020 рр.) тури), свідчать про поступове зменшення кислих ґрунтів на 0,3% (29,2 тис. га) та збільшення лужних на 3,5% (11,6 тис. га).

Порівняно з X туром обстеження в XI виявлене збільшення дуже сильнокислих та сильнокислих і середньокислих ґрунтів у зоні Лісостепу на 0,8 та 1,0%, а в зоні Полісся на 3,4 та 4,0% відповідно. Збільшилось засолення ґрунтів Лісостепової та Поліської зон. Так, порівняно з X туром обстеження в XI збільшилась кількість слабо-, середньо- та сильнолужних ґрунтів у зоні Лісостепу на 1,3%, 1,6% та 0,2% відповідно; у зоні Полісся слабо- та середньо-лужних ґрунтів кількість збільшилась на 4,3 та 0,9% відповідно.

Найбільша кількість 75–79% кислих ґрунтів виявлена в Поліському та Іванківському районах, порівняно з X туром обстеження їхня частка збільшилась у середньому на 21,7%.

У Бориспільському та Макарівському районах кількість кислих ґрунтів збільшилась порівняно з попереднім туром у середньому на 10,6% та в абсолютному визначенні становила 53,5–56,9%.

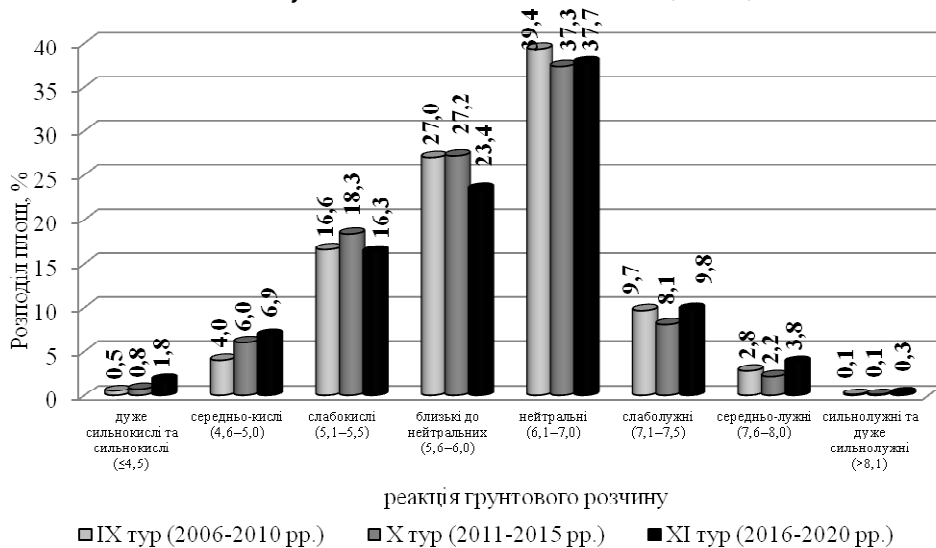


Рис. 2. Динаміка реакції ґрунтового розчину по Київській області за IX, X та XI тури обстеження

У Баришівському, Богуславському, Володарському, Обухівському, Переяслав-Хмельницькому, Тетіївському, Фастівському, Бородянському, Броварському та Вишгородському районах порівняно з попереднім туром виявлена чітка тенденція до зменшення кислих ґрунтів і збільшення лужних. Так, зменшення кислих ґрунтів у вищеназваних районах варіювало від 0,2 до 30%, а збільшення лужних від 0,7 до 10,1%.

За результатами останнього туру обстеження ґрунти Вишгородського, Іванківського, Макарівського та Поліського районів із середньозваженим показником $pH_{\text{кст}}$ 5,2–5,4 за рівнем кислотності віднесені до слабокислих.

Аналіз динаміки представлених даних Головного управління статистики щодо проведення вапнування кислих ґрунтів в області показує, що впродовж останніх років роботи зі зниження кислотності та збагачення ґрунтів кальцієм хоча і в невеликих обсягах, проте проводяться. Гіпсування лужних ґрунтів взагалі не проводиться, внаслідок чого в Баришівському, Васильківському, Кагарлицькому, Переяслав-Хмельницькому, Ставищенському та Броварському районах, порівняно з попереднім туром обстеження, площі солонцевих ґрунтів збільшились у середньому на 9,3% та в загальному визначенні варіювали від 22,1% у Броварському районі (3,4 тис. га) до 26,6% у Баришівському та Васильківському (8,6 та 10,5 тис. га відповідно).

Реакція ґрунтового розчину має великий вплив на життя рослин, ґрунтових мікроорганізмів, швидкість та напрям хімічних і біохімічних процесів, що відбуваються в ньому.

Основними хімічними меліорантами за вапнування кислих ґрунтів є вапняки, доломіти, мергелі, а за гіпсування – гіпс, фосфогіпс. Використання цих хімічних меліорантів ефективний, проте затратний захід. Значно здешевити його можна, застосовуючи дефекат, що містить 60–80% CaCO_3 , 6–10% органічної речовини, 0,3–0,5% азоту, 0,4–0,7% фосфорної кислоти і 0,1–0,2% окису калію. Дефекат є найкращим місцевим вапняковим добривом, поклади якого накопичились на діючих і недіючих цукрових заводах. Значно здешевити дефекат можна, якщо його вносити на полях біля кожного цукрового заводу в радіусі 30 км, перевезення на великі відстані ефективність його різко знижує.

Суттєво впливає на зміну кислотності чорноземних ґрунтів основний обробіток ґрунту. Довготривале (понад 40 років) застосування різних систем обробітку ґрунту на чорноземах типових показало, що за поверхневого обробітку реакція ґрунтового середовища в шарі ґрунту 0–30 см була на рівні $\text{pH}_{\text{сол}}=6,87\text{--}6,97$ одиниць, за оранки та безполицевого обробітку $\text{pH}_{\text{сол}}=5,54\text{--}5,66$ одиниць [15].

У системі агроприймів докорінного поліпшення властивостей ґрунту велике значення має фітомеліорація. Насамперед сюди належить використання органічної речовини як біомеліоранту: солома, гній, сидерати, поукісні, післяжнивні, підсівні культури та їхнє поєднання.

Побічна продукція, якщо вона залишається на полі, як органічне добриво є цінним біогенним меліорантом. Так, в побічній продукції Са накопичується більше ніж в основній: у зернових культур – 3–5, кукурудзи – 16, соняшнику – 8, гороху та сої в 9–20 разів [15].

Дуже важливо в систему чергування культур на кислих і лужних ґрунтах, особливо де материнською породою є лес, багатий на карбонати, включати як фітомеліоранти люцерну, конюшину, люпин, буркун тощо. Вони здатні «піднімати» кальцій з нижніх горизонтів у верхні, таким чином поліпшуючи вапняковий потенціал кореневого шару ґрунту. За сівби культур-фітомеліорантів на фоні достатнього забезпечення їх поживними речовинами, для сходів і подальшого розвитку необхідно внести лише невелику стартову дозу вапна (0,5–1,0 т/га).

За рахунок кальцію в ґрунті зв'язуються радіонукліди та блокується їх просування в рослини; підвищується стійкість рослин проти хвороб, змінюється склад і зменшується кількість бур'янів. Під впливом меліорації підвищується схожість сільськогосподарських культур, вміст білків і жирів у зерні, цукру в коренеплодах, вміст каротину та аскорбінової кислоти у травах і коренеплодах. Меліоранти поліпшують якість урожаю, особливо коли разом з цим агроприємом вносять водорозчинні макро- та мікродобрива, насичені магнієм, бором та іншими елементами.

Висновки. З метою запобігання збільшення площ кислих і лужних ґрунтів, необхідно відновити роботи з хімічної меліорації ґрунтів та змінити підхід до фінансування цих заходів. Створити у складі державного бюджету спеціальний Державний фонд

економічного стимулювання підвищення родючості ґрунтів, кошти якого будуть спрямовуватися виключно на вирішення проблем охорони і відтворення якісного і високопродуктивного стану ґрунтів. Джерелами наповнення Державного фонду економічного стимулювання підвищення родючості ґрунтів можуть бути кошти, що надходять як штрафні санкції за недотримання проєктів землеустрою та встановлених сівозмін, а також компенсування втрат поживних речовин і гумусу з ґрунтів через допущення від'ємного балансу цих елементів унаслідок безгосподарського, споживацького використання земельних ресурсів. Адаже проведення заходів з докорінного поліпшення земель є не тільки необхідною передумовою створення екологічно збалансованих екосистем, а й обумовлюючи значне підвищення продуктивності ґрунтів, забезпечує високу економічну ефективність вкладених ресурсів.

1. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2020 року у Київській області. *Статистичний бюлетень*. Київ. 32 с.
2. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2019 року у Київській області. *Статистичний бюлетень*. Київ. 32 с.
3. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2018 року у Київській області. *Статистичний бюлетень*. Київ. 32 с.
4. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2017 року у Київській області. *Статистичний бюлетень*. Київ. 32 с.
5. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2016 року у Київській області. *Статистичний бюлетень*. Київ. 32 с.
6. Грабовський М. П. Содові солонці Лісостепу України, їх меліорація та сільськогосподарське використання. Київ : Фітосоціоцентр, 2003. 192 с.
7. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.
8. Керівний нормативний документ. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок / за ред. О. О. Созінова. Київ, 1996. 37 с.
9. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка, Київ, 2013. 104 с.
10. Методичні вказівки з охорони ґрунтів / В. О. Греков та ін. Київ, 2011. 108 с.
11. Методичні рекомендації по виконанню робіт із хімічної меліорації (вапнування) кислотних ґрунтів Київської області. Київ : ТРУД-Гри ПОЛ, 2010.
12. Мойш Н. І. Ґрунтознавство : курс лекцій. Ужгород : Гражда, 2011. 368 с.
13. Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для фінансування заходів із захисту, відтворення та підвищення родючості ґрунтів : Постанова Кабінету Міністрів України від 02.03.2011. № 180. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/180-2011-%D0%BF#Text> (дата

звернення: 10.08.2022). **14.** Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Гирля Л. М., Макарова Г. А. Стан та перспективи гіпсування ґрунтів півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2009. Вип. 3. С. 124–130. **15.** Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва : монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глущенко. Полтава : Полтав. держ.с.-г. дослід. станція ім. М.І. Вавилова, 2015. 90 с. **16.** Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.

REFERENCES:

1. Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2020 roku u Kyivskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv. 32 s. **2.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2019 roku u Kyivskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv. 32 s. **3.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2018 roku u Kyivskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv. 32 s. **4.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2017 roku u Kyivskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv. 32 s. **5.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2016 roku u Kyivskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv. 32 s. **6.** Hrabovskyi M. P. Sodovi solontsi Lisostepu Ukrainy, yikh melioratsiia ta silskohospodarske vykorystannia. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2003. 192 s. **7.** Hospodarenko H. M. Ahrokhimiiia : pidruchnyk. Kyiv : Ahrarna osvita, 2013. 406 s. **8.** Kerivnyi normatyvnyi dokument. Ekolohe-ahrokhimichna pasportyzatsiia poliv ta zemelnykh dilianok / za red. O. O. Sozinova. Kyiv, 1996. 37 s. **9.** Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia / za red. I. P. Yatsuka, S. A. Baliuka, Kyiv, 2013. 104 s. **10.** Metodychni vkazivky z okhorony gruntiv / V. O. Hrekov ta in. Kyiv, 2011. 108 s. **11.** Metodychni rekomendatsii po vykonanni robot iz khimichnoi melioratsii (vapnuvannia) kyslotnykh gruntiv Kyivskoi oblasti. Kyiv : TRUD-Hry POL, 2010. **12.** Moish N. I. Gruntoznavstvo : kurs lektsii. Uzhhorod : Hrazhda, 2011. 368 s. **13.** Pro zatverdzhennia Poriadku vykorystannia koshtiv, peredbachenykh u derzhavnomu biudzheti dlia finansuvannia zakhodiv iz zakhystu, vidtvorennia ta pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02.03.2011. № 180. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/180-2011-%D0%BF#Text> (data zvernennia: 10.08.2022). **14.** Hamaiunova V. V., Khonenko L. H., Hyrlia L. M., Makarova H. A. Stan ta perspektyvy hipsuvannia hruntiv pivdnia Ukrainy. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2009. Vyp. 3. S. 124–130. **15.** Stan ta shliakhy pidvyshchennia rodiuchosti gruntiv Poltavskoi oblasti u suchasnykh umovakh silskohospodarskoho vyrobnytstva : monohrafiia / za red. A. V. Kokhana, L. D. Hlushchenka. Poltava : Poltav. derzh.s.-h. doslid. stantsiia im.

M. I. Vavylova, 2015. 90 s. **16**. Tkachenko M. A., Kondratiuk I. M., Borys N. Ye. Khimichna melioratsiia kyslykh gruntiv : monohrafiia. Vinnytsia : TOV «TVORY», 2019. 318 s.

Kyrylchuk A. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Head of the Laboratory, Shylo L. H., Deputy Head of the Department, Zapasnyi V. S., Head of the Department (State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Kyiv, Ukraine), **Stetsiuk L. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

CHEMICAL AMELIORATION OF SOILS OF THE KYIV REGION

The results of research in the laboratory for the protection and improvement of soil fertility and project documentation and monitoring and agrochemical passport system of soils in 2016–2020 are presented. SE «Institute for Soil Protection of Ukraine». From data of materials of the agrochemical passport system of earth of the agricultural setting, in the Kyiv area, from the 654,71 thousand hectares of the earth inspected for 2016–2020, counted 316,9 thousand hectares that need liming and 90,9 thousand hectares is gypsuming. During 2016–2020, liming of sour soils was conducted on an area 35,1 thousand hectares, including for 2020 – 12,4 thousand hectares. Limestone ameliorants are added in quantity 134,1 thousand tons, including in 2020 35,3 thousand tons. Brought in the gypsum of ameliorants only in 2016 on an area 1,5 thousand hectares, in an amount 0,4 thousand tons. On the whole for areas during fifteen years of supervisions (2006–2020) the educed increase of sour soils on 4,2% (13,2 thousand hectares) and alkaline on 0,8% (21,7 thousands hectares). Given for years (2011–2020) testify to gradual reduction of sour soils on 0,3% (29,2 thousand hectares) and increase of alkaline soils on 3,5% (11,6 thousand hectares). In the last two decades to the minimum realization of works are from native soil-amendment, and separate works in general are not conducted already a few years in succession. Since 2011, chemical land reclamation of the Kyiv region has been carried out without the participation of SE «Institute for Soil Protection of Ukraine». In order to prevent the increase in areas of acidic and alkaline soils, it is necessary to renew works from chemical

land reclamation of soils and change going near financing of these measures. In composition the state budget to create the special State fund of economic stimulation of fertility-improving of soils, money of that will head exceptionally for the decision of problems of guard and recreation of the quality and high-performance state of soils. Sources of filling of the State fund of economic stimulation of fertility-improving of soils there can be money that come as penalty approvals for a failure to observe of projects of organization of the use of land and set crop rotations, and also compensation of losses of nutritives and humus from soils through assumption of negative balance of these elements because of without economic, consumer use of the landed resources. In fact realization of measures on the native improvement of earth is not only necessary pre-condition of creation of the ecologically balanced ecosystems but also stipulating the considerable increase of the productivity of soils, provides high economic efficiency of the inlaid resources.

Keywords: soil fertility; liming; gypsuming; ameliorative state; agrochemical certification; statistics.

Кирильчук А. М., к.с.-г.н., завідувач лабораторії, ORCID: 0000-0003-3948-5810 (Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ), **Шукайло С. П., заступник директора** (Херсонська філія «Інституту охорони ґрунтів України», м. Херсон), **Турчина К. П., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

СУЧАСНИЙ СТАН МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розробка і впровадження заходів зі збереження і поліпшення родючості ґрунтів вимагає наявності всебічної достовірної інформації про їх еколого-агрохімічний стан. У статті розглянуто результати роботи з ґрунтового моніторингу та узагальнено результати агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь Херсонської області за 2011–2020 роки досліджень (X та XI тури), рівня кислотності та солонцюватості ґрунтів. Виходячи з матеріалів суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, в Херсонській області, з 645,42 тис. га обстежених за 2016–2020 рр. (XI тур) земель, налічується 54,98 тис. га, що потребують вапнування. Узагальнені результати досліджень за XI тур агрохімічної паспортизації свідчать, що площа несолонцюватих ґрунтів в області складає 65,5 тис. га (10,1%), що порівняно з попереднім туром більше на 1,5%. Кількість солонцюватих ґрунтів у області виявлена на рівні майже 90% (579,9 тис. га), в тому числі слабосолонцюватих та середньосолонцюватих ґрунтів – 545,6 тис. га (84,5%), сильносолонцюваті займають – 29,7 тис. га (4,6%), солонці – 4,7 тис. га (0,7%). Гіпсова меліорація за 2011–2020 роки в Херсонській області була проведена на площі 47,4 тис. га, в тому числі за 2020 на площі 2,3 тис. га. Гіпсових меліорантів було внесено в кількості 166,6 тис. тонн, у тому числі в 2020 році 8,5 тис. тонн. Загальна площа меліорованих земель у складає 47,4 тис. га, обсяг внесених меліорантів становить 166,6 тис. тонн, що в середньому складає 3,3 т/га.

Хімічна меліорація солонцюватих ґрунтів є основним заходом

зменшення ступеню деградації, проте такі роботи досить енергоємні та потребують значних капіталовкладень, тому на цей час проводяться вкрай рідко лише в поодиноких господарствах. Розробка і впровадження заходів зі збереження і поліпшення родючості ґрунтів вимагає наявності всебічної достовірної інформації про їх еколого-агрохімічний стан. Її значення особливо зростає в сучасних умовах, характерною ознакою яких є мізерні обсяги застосування хімічних меліорантів. Основним джерелом інформації про стан родючості ґрунтів і зміну їх агрохімічних властивостей в процесі сільськогосподарського виробництва є результати щорічного агрохімічного моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: агрохімічна паспортизація; ґрунтовий розчин; лужні ґрунти; солонцеві ґрунти; гіпсові меліоранти.

Постановка проблеми. З огляду на сучасний стан і розвиток суспільства, земля, яка є одним із основних багатств людства, як і біосфера в цілому, перетворилась з системи, що контролюється природними факторами, в систему, яка формується під сильним тиском антропогенних чинників [1], одним з яких є сільськогосподарське виробництво.

За систематичного використання земель у сільському господарстві, необхідність постійного контролю змін їх якісних параметрів є тим аспектом загальної системи землеробства, без якого неможливе прийняття зважених, цілеспрямованих та ефективних заходів, спрямованих на збереження та відновлення потенційної родючості ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Складовою оцінки якості земель є система показників, вибір яких зумовлений необхідністю характеристики основних функцій ґрунтів, ґрунтоутворювальних, ґрунторуйнівних процесів, основних режимів і параметрів для рослин.

Основними факторами та несприятливими ґрунтовими процесами, що зумовлюють зниження ґрунтової родючості, є:

- водна і вітрова ерозія;
- дегуміфікація;
- агрофізична деградація ґрунтів;
- трансформація лужних і кислих ґрунтів;

- процеси засолення й осолонцювання зрошуваних ґрунтів;
- негативні явища в ґрунтоутворення на осушених землях;
- процеси техногенного забруднення ґрунтів.

Незважаючи на сучасне екстенсивне ведення землеробства, деградаційні процеси ґрунтового покриву України продовжують зростати у зв'язку з невизначеністю в співвідношенні між сільськогосподарськими угіддями, незбалансованістю біогеохімічних речовин і енергії в агроландшафтах, недосконалістю протиерозійних систем охорони ґрунтів та відсутністю агроґрунтового моніторингу [2].

Висока якість ґрунту, з точки зору сільськогосподарського виробництва, означає забезпечення високої продуктивності виробництва без істотної його деградації та забруднення навколишнього середовища.

Оцінювання якісних показників земель має теоретичне та практичне значення. Характеристика якісних показників використовується в системі моніторингу земель для прогнозу та своєчасного запобігання деградаційним процесам, охорони та раціонального використання земель. Облік кількості та якості земель, бонітування ґрунтів є складовими Державного земельного кадастру, відомості з якого використовуються для регулювання земельних відносин, визначення розміру плати за землю та цінності земель у складі природних ресурсів.

Вимоги раціонального землекористування набувають все більшої актуальності і стають необхідними на всіх рівнях і підсистемах сучасного агровиробництва. Наразі комплексна еколого-технологічна оцінка ґрунту в системі: ґрунт – рослина – технологія – економіка, є базовою основою ведення екологічно збалансованого землеробства, проведення виваженої аграрної політики, розробки перспективних державних програм щодо підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та його економічного потенціалу [3]. Вирішення питань охорони ґрунтів має базуватись на всебічних показниках їх об'єктивного стану, які визначають якість земель, регламентують рівень програмованої врожайності сільськогосподарських культур, відображають динаміку їх змін. Збір якісних характеристик ґрунту забезпечує проведення постійно діючого еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів.

У процесі здійснення моніторингових досліджень проводиться робота щодо збирання, опрацювання, передачі та збереження,

аналізу інформації про стан земель у базу даних, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального використання агроеліорантів, засобів захисту та запровадження високоефективних елементів новітніх технологій, що, зі свого боку, забезпечує реалізацію заходів щодо збереження та охорони родючості ґрунтів.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи був моніторинг та узагальнення результатів агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь Херсонської області за 2011–2020 роки дослідження (X та XI тури), рівня кислотності та солонцюватості ґрунтів та шляхи поліпшення родючості ґрунту.

Дослідження здійснювали в ДУ «Держґрунтохорона» впродовж 2011–2020 років (X–XI тури обстеження) у межах виконання проєктно-технологічних та науково-дослідних робіт (Державний реєстраційний номер 0116U000338) за даними матеріалів суцільної агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, в Херсонській області; за даними статистичної звітності (форма 9-сг) 2011–2020 років. Польове агрохімічне обстеження земель сільськогосподарського призначення, відбір зразків та лабораторне дослідження зразків ґрунту про їх еколого-агрохімічний стан виконувались згідно з НТД, ДСТУ, ISO, ГОСТів, чинних в Україні та методиками [4–10].

Територіально Херсонська область знаходиться в межах двох ґрунтово-кліматичних зон: Степової південної помірно сухої зони та Сухостепової зони.

Ґрунтовий покрив Степової зони представлений чорноземами південними, серед яких зустрічаються лучно-чорноземні та подові ґрунти, Сухостепової зони – темно-каштановими, каштановими солонцюватими, лучно-каштановими ґрунтами та солонцями каштановими.

За ґрунтовими та природно-кліматичними ресурсами область умовно поділяється на сім основних природно-сільськогосподарських районів:

Бериславський – об'єднує Бериславський, Великоолександрівський, Високопільський, Нововоронцовський та частину Білозерського адміністративних районів; ґрунтовий покрив району складається в основному з чорнозему південного, що характеризується гумусованим профілем потужністю 53–54 см, вміст

гумусу 1,95–3,11%, важко- та середньосуглинковим механічним складом з переважанням крупнопилюватої фракції – це визначає схильність ґрунтів до процесів дефляції та ерозії; фізичні та хімічні властивості ґрунтів характеризуються як задовільні;

Нижньосірогозький – об'єднує Великолепетиський, Верхньорогачицький, Горностаївський, Нижньосірогозький, частину господарств Каховського та Іванівського адміністративних районів; переважаючі ґрунти (>80%) – високопродуктивні чорноземи південні солонцюваті, які знаходяться під впливом дефляції, тому вміст гумусу знаходиться в межах 1,41–2,68%; фізичні властивості ґрунту мають оптимальні параметри для росту і розвитку сільськогосподарських культур; ґрунти потребують проведення протидефляційних заходів;

Білозерський – включає господарства Білозерського району і райони міста Херсон; ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами в комплексі з солонцями, що займають біля 70% ріллі; ґрунти характеризуються розвиненим гумусованим профілем потужністю 52–58 см, невеликою кількістю гумусу (1,44–1,97%), середньо- і важкосуглинковим механічним складом, дефляційно небезпечні; хіміко-фізичні властивості ґрунтів – задовільні;

Олешківський – об'єднує господарства Голопристанського, Олешківського, Каховського районів та м. Нова Каховка; ґрунтовий покрив району складають дерново-піщані ґрунти, темно-каштанові легкого механічного складу, чорноземи осолоділі переважно супіщаного механічного складу; характеризуються слабкою гумусованістю (0,54–1,33%), потужним ґрунтовим профілем, низькою поглинальною здатністю, слабкою оструктуреністю, високою водопроникністю, малою вологоємністю, а також низькою забезпеченістю поживними речовинами; ґрунти значною мірою знаходяться під впливом дефляції і потребують проведення відповідних заходів збереження;

Скадовський – охоплює територію Скадовського району, частину господарств Голопристанського, Олешківського, Каховського районів; ґрунтовий покрив представлений здебільшого темно-каштановими ґрунтами та їх комплексами з солонцями; ґрунти характеризуються легким механічним складом, слабкою гумусованістю (1,2–1,3%), добре розвиненим гумусовим профілем зі слабкою структурою, що характеризується значною водопроникністю

на слабосолонцюватих ґрунтах і дуже низькою – на сильносолонцюватих ґрунтах та солонцях, що викликає технологічні ускладнення при поливах;

Чаплинський – до його складу входять Чаплинський, Каланчацький і декілька господарств Новотроїцького району; ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами і їх комплексами з солонцями, які характеризуються гумусованим профілем потужністю 40–48 см, значною солонцюватістю, невеликим вмістом гумусу (1,92–2,42%), слабкою структурністю орного шару; ґрунти подів займають 7,4% ріллі; фізичні властивості ґрунтів – задовільні;

Генічеський – охоплює територію Генічеського, Новотроїцького та частину господарств Іванівського району; ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами і їх комплексами з солонцями, які характеризуються гумусованим профілем потужністю 40–48 см, значною солонцюватістю, слабкою структурністю орного шару; вміст гумусу в ґрунтах 2,55–2,71%. Землі, які зрошуються впродовж багатьох років мінералізованими артезіанськими водами, вторинно осолонцювані, засолені і потребують меліоративного поліпшення.

Склад, концентрація і реакція ґрунтового розчину має важливе значення в житті рослин. Ґрунтовий розчин постійно перебуває у взаємодії з твердою і газоподібною фазами ґрунту та корінням рослин. Реакція ґрунтового розчину обумовлюється багатьма факторами, основними з яких є характер материнської породи, кліматичні умови, рослинність, біохімічні процеси в ґрунті, склад поглинутих катіонів та аніонів, вміст легкорозчинних солей, а також господарська діяльність людини.

У практиці господарювання на землі дуже важливо мати уяву про характер реакції ґрунтового розчину. Для нормального розвитку окремі сільськогосподарські культури потребують певних інтервалів рН. Від реакції ґрунтового розчину залежить розвиток рослин і ґрунтових мікроорганізмів, швидкість та направленість хімічних і біохімічних процесів в ґрунтах. За зміни реакції ґрунту поживні речовини з доступних форм переходять у важкодоступні сполуки для рослин і навіть можуть утворювати агресивне середовище, що є шкодочинним для рослинних організмів.

Виходячи з матеріалів суцільної агрохімічної паспортизації

земель сільськогосподарського призначення, в Херсонській області, з 645,42 тис. га обстежених за 2016–2020 рр. (XI тур) земель, налічується 54,98 тис. га, що потребують вапнування (рис. 1), в тому числі: середньокислі (рН 4,6–5,0) – 0,32 тис. га (0,05%), слабокислі (рН 5,1–5,5) – 13,24 тис. га (2,05%), близькі до нейтральних (рН 5,6–6,0) – 41,42 тис. га (6,42%).

З 654,71 тис. га обстежених земель – 238,48 тис. га потребують гіпсування, в тому числі: слаболужні (рН 7,1–7,5) – 196,7 тис. га (30,48%), середньоолужні (рН 7,6–8,0) – 41,78 тис. га (6,48%).

За результатами досліджень X та XI турів (2011–2015 та 2016–2020 рр.) агрохімічної паспортизації земель встановлено, що за рахунок зменшення кількості слабокислих, близьких до нейтральних, нейтральних, сильно- та дуже сильноолужних ґрунтів на 1,55; 18,28; 1,41 та 0,01% відбулось збільшення на 0,04; 15,18 та 6,09%, відповідно, середньокислих, слаболужних та середньоолужних ґрунтів.

Середньозважений показник реакції ґрунтового розчину по області за результатами XI туру агрохімічної паспортизації збільшився на 0,39 водневих одиниці рН в порівнянні з попереднім туром, і в абсолютному визначенні становив 6,86 одиниць і за ступенем кислотності віднесені до нейтральних ґрунтів.

Тенденція змін отриманих даних достовірна лише за порівняння відсоткового співвідношення обсягів площ обстеження між турами.

Коливання середньозваженого показника реакції ґрунтового розчину в більшості районів області незначні (від –0,1 у Новотроїцькому районі до +0,9 у Високопільському) та знаходиться на межі або в межах градації показника. В окремих районах області, таких як Нижньосірогозький, Білозерський, Скадовський, Каланчацький, Великоолександрівський, Горностаївський та Іванівський, з'явилися площі середньоолужних ґрунтів, що вказує на зміни хімізму ґрунтових процесів, які є наслідком порушення загальних основ ґрунтозберігаючого землеробства.

Специфічною особливістю зони Степу, яка входить до розряду проблемних питань у землеробстві регіону, є наявність солонцевих ґрунтів. Солонцюватість є одним із факторів зниження продуктивності ґрунтів області.

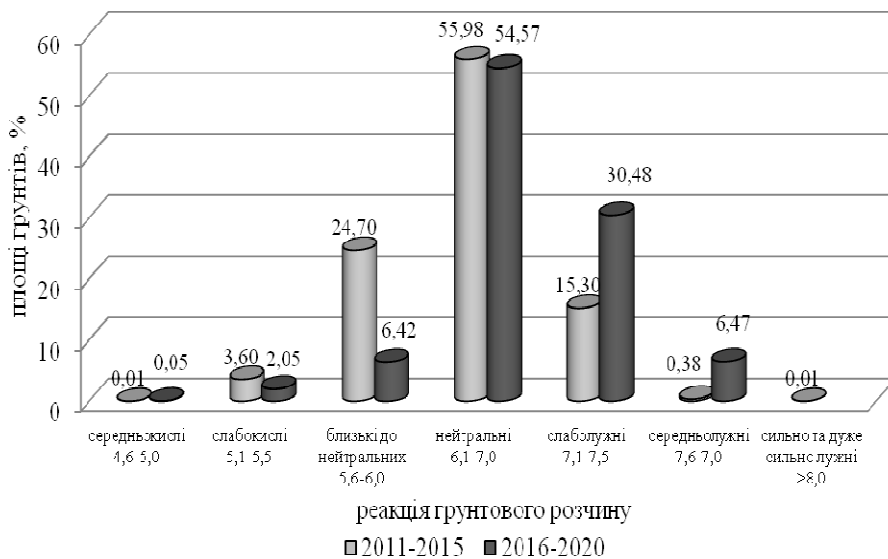


Рис. 1. Динаміка розподілу ґрунтів Херсонської області за реакцією ґрунтового розчину рН_{сол}, 2011–2020 роки спостережень

Наслідком осолонцювання є пептизація мулу, порушення структури й ущільнення ґрунтів, руйнування органо-мінеральної частини, підвищення лужності, погіршення водних, повітряних і поживних властивостей ґрунтів.

Під впливом увібраного Na^+ солонцюваті ґрунти мають негативну в агрономічному відношенні стовпчасту та брилисту структуру, високу в'язкість, липкість, низьку шпаруватість, низьку водопроникність у вологому стані, а в сухому стані – дуже велику твердість. Все це зумовлює їх високий опір до обробітку. На таких ґрунтах у посушливі роки рослини страждають від нестачі вологи, а за значного зволоження – від нестачі повітря. Загальна продуктивність сільськогосподарських культур за таких умов знижується на 10–25%.

Виділяють два основні випадки формування солонцюватих ґрунтів за відносно низьких концентрацій солей натрію:

1. Верхні горизонти ґрунту капілярно зв'язані з мінералізованими підґрунтовими водами (лучно та лучно-степові солонці).

2. Якщо мінералізовані ґрунтові води знаходяться глибше 6 м, джерелами солей натрію за осолонцювання можуть бути

вивітрювання мінералів, розклад органо-мінеральних сполук, або надходження водорозчинних солей з поверхневими водами (степові солонці).

В результаті зрошення утворюються вторинно-осолонцювані ґрунти. Процеси вторинного засолення й осолонцювання можуть розвиватися, головним чином, за наявності таких причин:

- накопичення солей за поливів водою низької якості;
- накопичення солей в результаті підняття рівня підґрунтових вод, які несуть з собою солі, або проходять через сольові горизонти.

Узагальнення результатів досліджень за XI тур агрохімічної паспортизації свідчить, що площа несолонцюватих ґрунтів в області складає 65,5 тис. га (10,1%), що порівняно з попереднім туром більше на 1,5% (рис. 2).

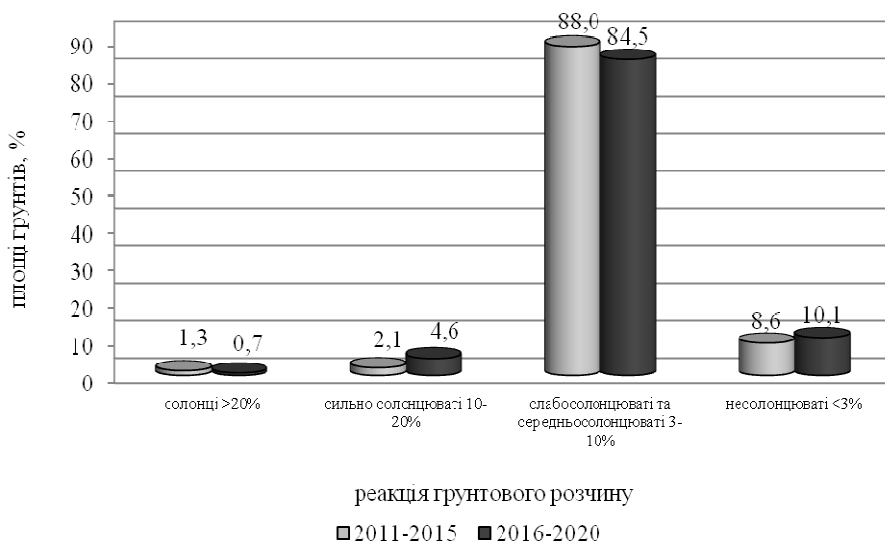


Рис. 2. Динаміка розподілу площ ґрунтів Херсонської області за ступенем солонцюватості, 2011–2020 роки спостережень

Кількість солонцюватих ґрунтів у області виявлена на рівні майже 90% (579,9 тис. га), в тому числі слабосолонцюватих та середньосолонцюватих ґрунтів – 545,6 тис. га (84,5%), сильносолонцюваті займають – 29,7 тис. га (4,6%), солонці – 4,7 тис. га (0,7%).

В порівнянні з попереднім туром агрохімічної паспортизації земель площі слабосолонцюватих та середньосолонцюватих, а також солонці зменшились (у відсотковому відношенні до загальної площі

обстеження) на 3,5 та 0,6% відповідно, натомість площі сильно солонцюватих ґрунтів збільшилися на 2,5%.

Наявність ґрунтів різного ступеню солонцюватості відзначено в переважній більшості обстежених районів області, за виключенням Голопристанського району області та Суворовського району м. Херсон.

При цьому, за результатами XI туру агрохімічної паспортизації земель у порівнянні з попереднім туром досліджень, середньозважений показник вмісту увібраного Na^+ в ґрунтах області зріс лише на 0,3 одиниці, та в абсолютному визначенні становив 5,7% Na від МКО і за ступенем солонцюватості віднесені до середньосолонцюватих ґрунтів.

Коливання середньозваженого показника ступеню солонцюватості ґрунтів по районах виявлено на рівні від 1,3% Na від МКО у Корабельному районі до 8,2% Na від МКО у Каланчацькому, та за ступенем солонцюватості віднесені до несолонцюватих та середньосолонцюватих відповідно.

Ґрунти, в яких більше 10% увібраного Na від МКО і висока засоленість, мають незадовільні агроеліоративні властивості. Такі ґрунти вимагають регулювання складу увібраних катіонів за допомогою хімічної меліорації (гіпсування).

Згідно з даними Головного управління статистики в Херсонській області, гіпсова меліорація за 2011–2020 роки була проведена на площі 47,4 тис. га, в тому числі за 2020 на площі 2,3 тис. га. Гіпсових меліорантів було внесено в кількості 166,6 тис. тонн, у тому числі в 2020 році 8,5 тис. тонн (рис. 3). Статистичні дані свідчать про незначну тенденцію ($R^2=0,3$) в динаміці внесення гіпсових меліорантів на сільськогосподарських угіддях Херсонської області, проте обсяг внесених меліорантів залишається на низькому рівні. Враховуючи наявну статистичну звітність щодо проведення хімічної меліорації в районах області в середньому за 2011–2020 роки, що її обсяги досить незначні та вкрай недостатні. Загальна площа меліорованих земель у складає 47,4 тис. га, обсяг внесених меліорантів становить 166,6 тис. тонн, що в середньому складає 3,3 т/га.

Проте, цей показник можна вважати досить відносним, оскільки повноцінна статистична інформація по районах області відсутня – дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності інформації. Відтак надати детальну аналітику з даного питання немає

практичної можливості.

Ґрунти Херсонської області відзначаються насамперед природною солонцюватістю, обумовленою їх генезисом та еволюцією. Пануючі східні, південно-східні та південно-західні вітри щорічно приносять з берегової лінії морів, Сивашу та Дніпровського лиману до 250–350 кг/га солей, що випадають з опадами на поверхню ґрунту. Сольові відкладення на 60–70% складаються з хлоридів і сульфатів магнію та натрію. Агресивна дія солей на ґрунтовий покрив призводить до його деградації [11]. Як наслідок, спостерігається стійка тенденція погіршення якісного стану ґрунтів, йде підкислення, засолювання, деструктуризація ґрунтів.

Для підвищення ефективності гіпсування його застосовують у комплексі з органічними та мінеральними добривами. Внесення органічної речовини посилює біологічну активність солонців, збільшує виділення вуглекислоти, яка сприяє кращому розчиненню ґрунтових карбонатів, а отже, більш швидкому заміщенню обмінного натрію кальцієм [12; 13].

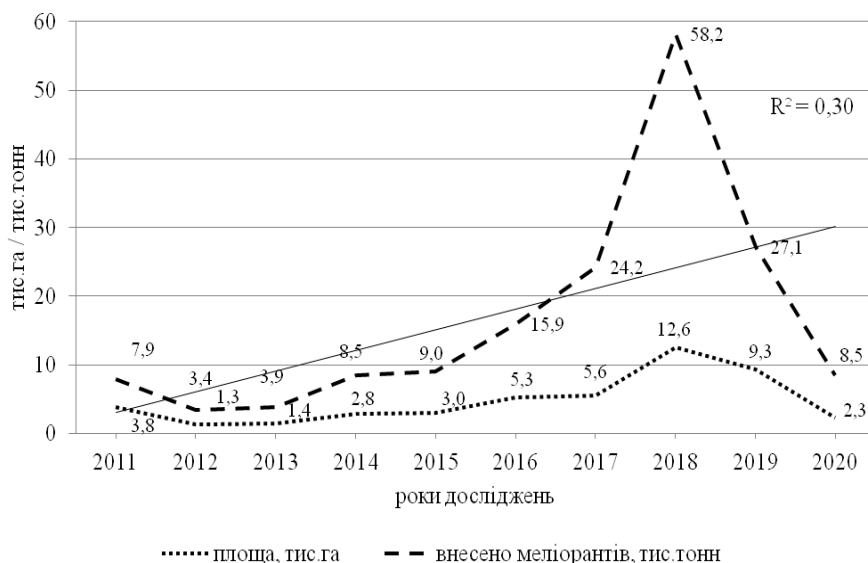


Рис. 3. Динаміка внесення гіпсових меліорантів на сільськогосподарських угіддях Херсонської області, 2011–2020 роки спостережень

Наразі хімічна меліорація солонцюватих ґрунтів є основним заходом зменшення ступеню деградації, проте такі роботи досить енергоємні та потребують значних капіталовкладень, тому на цей час проводяться вкрай рідко лише в поодиноких господарствах.

Висока вартість меліоративних робіт і їх постійно зростаюча потреба ще раз підтверджує те, що без певних державних програм дотації та підтримки сільгоспвиробника державою здійснювати їх в повному об'ємі немає практичної можливості.

Висновки. Розробка і впровадження заходів зі збереження і поліпшення родючості ґрунтів вимагає наявності всебічної достовірної інформації про їх еколого-агрохімічний стан. Її значення особливо зростає в сучасних умовах, характерною ознакою яких є мізерні обсяги застосування хімічних меліорантів.

Основним джерелом інформації про стан родючості ґрунтів і зміну їх агрохімічних властивостей в процесі сільськогосподарського виробництва є результати щорічного агрохімічного моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.

Застосування органічних та мінеральних добрив, впровадження елементів біологізації землеробства, проведення робіт з хімічної меліорації на основі системних наукових обґрунтувань, які враховують всі аспекти якісного стану ґрунтів, є тими важелями їх реабілітації, без яких нині вже неможливе збереження ґрунтового покриву в цілому та високопродуктивне сільськогосподарське виробництво, зокрема.

З метою запобігання збільшення площ кислих і лужних ґрунтів, необхідно відновити роботи з хімічної меліорації ґрунтів та змінити підхід до фінансування цих заходів. Створити у складі державного бюджету спеціальний Державний фонд економічного стимулювання підвищення родючості ґрунтів, кошти якого будуть спрямовуватися виключно на вирішення проблем охорони і відтворення якісного і високопродуктивного стану ґрунтів.

Отже, проведення заходів з докорінного поліпшення земель є не тільки необхідною передумовою створення екологічно збалансованих екосистем, а й обумовлюючи значне підвищення продуктивності ґрунтів, забезпечує високу економічну ефективність вкладених ресурсів.

1. Збірник законодавчих і нормативно – правових аспектів у галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів, наукової діяльності. Київ : Радуга, 2007. 520 с.
2. Моніторинг ґрунтів, шляхи покращення родючості та екологічної безпеки земель Тернопільської області : монографія / Брошак І. С. та ін. Тернопіль : Видавн.-поліграф.центр «Економічна думка», 2013. 160 с.
3. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу

сільськогосподарських угідь України / за ред. академіків О. О. Созінова, В. С. Простора. Київ, 1994. 162 с. **4.** Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2020 року у Херсонській області. *Статистичний бюлетень*. Київ, 2021. 32 с. **5.** Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2019 року у Херсонській області. *Статистичний бюлетень*. Київ, 2020. 32 с. **6.** Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2018 року у Херсонській області. *Статистичний бюлетень*. Київ, 2019. 32 с. **7.** Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2017 року у Херсонській області. *Статистичний бюлетень*. Київ, 2018. 32 с. **8.** Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2016 року у Херсонській області. *Статистичний бюлетень*. Київ, 2017. 32 с. **9.** Керівний нормативний документ. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок / за ред. О. О. Созінова. Київ, 1996. 37 с. **10.** Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка. Київ, 2013. 104 с. **11.** Агрохімія / под ред. Б. А. Ягодина. Москва : Агропромиздат, 1989. 654 с. **12.** Ігнатенко О. Ф., Капшик М. В., Петренко П. Р., Вітвицький С. В. Ґрунтознавство з основами геології. Київ : Оранта, 2005. 648 с. **13.** Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель : методично-нормативне забезпечення / за ред. академіків УААН В. П. Патики, О. Г. Тараріко. Київ, 2002. 296 с.

REFERENCES:

1. Zbirnyk zakonodavchyykh i normatyvno – pravovykh aspektiv u haluzi okhorony zemel ta vidtvorennia rodiuchosti gruntiv, naukovi diialnosti. Kyiv : Raduha, 2007. 520 s. **2.** Monitorynh gruntiv, shliakhy pokrashchennia rodiuchosti ta ekolohichnoi bezpeky zemel Ternopilskoi oblasti : monohrafiia / Broshchak I. S. ta in. Ternopil : Vydavn.-polihraf.tsentr «Ekonomichna dumka», 2013. 160 s. **3.** Metodyka sutsilnoho gruntovo-ahrokhimichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhid Ukrainy / za red. akademikiv O. O. Sozinova, V. S. Prostora. Kyiv, 1994. 162 s. **4.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2020 roku u Khersonskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv, 2021. 32 s. **5.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2019 roku u Khersonskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv, 2020. 32 s. **6.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2018 roku u Khersonskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv, 2019. 32 s. **7.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2017 roku u Khersonskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv, 2018. 32 s. **8.** Vykorystannia dobryv i pestytsydiv

162

pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2016 roku u Khersonskii oblasti. *Statystychnyi biuleten*. Kyiv, 2017. 32 s. **9.** Kerivnyi normatyvnyi dokument. Ekoloho-agrokhimichna pasportyzatsiia poliv ta zemelnykh dilianok / za red. O. O. Sozinova. Kyiv, 1996. 37 s. **10.** Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia / za red. I. P. Yatsuka, S. A. Baliuka. Kyiv, 2013. 104 s. **11.** Agrohimiya / pod red. B. A. YAgodina. Moskva : Agropromizdat, 1989. 654 s. **12.** Ihnatenko O. F., Kapshtyk M. V., Petrenko P. R., Vitvytskyi S. V. Gruntoznavstvo z osnovamy heolohii. Kyiv : Oranta, 2005. 648 s. **13.** Ahroekolohichniy monitorynh ta pasportyzatsiia silskohospodarskykh zemel : metodychno-normatyvne zabezpechennia / za red. akademikiv UAAN V. P. Patyky, O. H. Tarariko. Kyiv, 2002. 296 s.

Kyrylchuk A. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Head of the Laboratory (State institution «Institute of Soil Protection of Ukraine», Kyiv), **Shukailo S. P., Head's Assistant** (Kherson Branch of the «Institute of Soil Protection of Ukraine», Kherson), **Turchyna K. P., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

CURRENT STATE OF THE RECREATED SOILS OF THE STEPPE ZONE OF THE KHERSON REGION

The development and implementation of measures to preserve and improve soil fertility requires comprehensive and reliable information about their ecological and agrochemical state. The article examines the results of soil monitoring and summarized results of agrochemical certification of agricultural lands of the Kherson region for 2011–2020 years of research (X and XI rounds), the level of acidity and salinity of soils.

Based on the materials of continuous agrochemical certification of agricultural lands, in the Kherson region, out of 645.42 thousand hectares surveyed for 2016–2020 (XI round), there are 54.98 thousand hectares that need liming.

The generalized results of research for the XI round of agrochemical certification show that the area of non-saline soils in the region is 65.5 thousand hectares (10.1%), which is 1.5% more than in the previous round. The amount of saline soils in the region was found

at the level of almost 90% (579.9 thousand ha), including slightly saline and moderately saline soils – 545.6 thousand hectares (84.5%), highly saline soils occupy – 29.7 thousand hectares (4.6%), salt marshes – 4.7 thousand ha (0.7%).

Gypsum reclamation for 2011–2020 in the Kherson region was carried out on an area of 47.4 thousand hectares, including in 2020 on an area of 2.3 thousand hectares. Gypsum ameliorants were introduced in the amount of 166.6 thousand tons, including 8.5 thousand tons in 2020.

The total area of reclaimed lands is 47.4 thousand hectares, the volume of applied meliorants is 166.6 thousand tons, which is an average of 3.3 tons/ha.

Chemical reclamation of saline soils is the main measure to reduce the degree of degradation, however, such works are quite energy-intensive and require significant capital investments, so at present they are carried out extremely rarely only in individual farms. The development and implementation of measures to preserve and improve soil fertility requires the availability of comprehensive and reliable information about their ecological and agrochemical state. Its importance is especially growing in modern conditions, a characteristic feature of which is the small amount of use of chemical meliorants. The main source of information about the state of soil fertility and changes in their agrochemical properties during agricultural production are the results of annual agrochemical monitoring of soils on agricultural lands.

***Keywords:* agrochemical certification; soil solution; alkaline soils; saline soils; gypsum ameliorants.**

Малюта Ю. С., директор (ТОВ «Агропродсервіс Інвест», смт Козлів),
Броцак І. С., директор, **Ориник Б. І.**, заступник директора, *ORCID:*
0000-0003-2878-5754, **Бровко О. З.**, завідувач лабораторії, *ORCID:*
0000-0001-9457-0896 (Тернопільська філія ДУ «Держґрунтохорона»,
м. Тернопіль), **Михальчук М. А.**, ст. викладач (Національний
університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВИКОРИСТАННЯ БАРДИ ЯК ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА

Перед наукою та сільськогосподарським виробництвом України постали завдання, які передбачають здійснення комплексних заходів для забезпечення розширеного відтворення родючості ґрунтів, захисту їх від водної і вітрової ерозії, збільшення продуктивності культур, функціонування сталого землеробства. Паралельно однією з найбільш актуальних проблем, які стоять перед Україною, є утилізація і переробка відходів, оскільки небезпечні речовини потрапляють у атмосферу, просочуються у ґрунт, забруднюючи ґрунтові води. У статті проведено комплексну оцінку перспектив застосування відходів спиртової промисловості для удобрення сільськогосподарських культур. Досліджено агрохімічні особливості зернової спиртової барди як органічного добрива. Отримані дані хімічного складу зернової спиртової барди засвідчили можливість застосування її як органічного добрива за умови контролю кислотності ґрунтів. Крім того, барда має властивості деструктора рослинних решток, що сприяє швидшому їх розкладу. Тому барду вносять на ґрунти, вкриті рослинними рештками, з урахуванням кислотності ґрунтів. Норма внесення барди на легко- та середньосуглинкових ґрунтах – до 100 т/га, на важкосуглинкових та глинистих ґрунтах – до 60 т/га; на темно-сірих опідзолених і чорноземних ґрунтах нейтральної або слаболужної реакції ґрунтового розчину – до 50 т/га; на пасовищах, сіножатях та інших багаторічних угіддях у кореневмісному шарі – до 100–120 т/га. На важкосуглинкових та глинистих ґрунтах вносять менше барди, оскільки без подальшого глибокого рихлення або оранки внесення може призвести до переущільнення ґрунту внаслідок високої польової вологості ґрунту. Як органічне

добри́во доці́льно використо́вувати барду́ на високобу́ферних ґрунта́х легко́го або се́реднього ме́ханічного скла́ду при до́датковому́ внесе́нні міне́ральних до́брив у до́зі $N_{60}P_{60}K_{90}$ на ге́ктар з по́дальшим за́роблення́м у ґру́нт за до́помогою́ гли́бокого́ диско́вого обро́бітку́ або ора́нки. Внесе́ння зерно́вої спі́ртової́ барди́ на кисли́х ґру́нтах не реко́мендує́ться. Запропо́нована́ нами́ техноло́гія вико́ристання́ відхо́дів пере́робки спі́ртового́ ви́робництва́ дозволить утилізувати відходи спиртової промисловості, що покращить екологію, розширити асортимент органічних добрив, внесення яких буде сприяти підвищенню родючості ґрунту і позитивно вплине на його мікробіологічну активність.

Ключові слова: розвиток; спиртова промисловість; виробництво; відходи; ефективність.

Постановка проблеми. З кожним роком проблема зниження родючості земель в Україні стає дедалі актуальнішою. Паралельно в сучасному агропромисловому виробництві є проблема переведення переробки сільськогосподарської сировини на безвідходний цикл, що нерозривно пов'язане із охороною навколишнього середовища [1].

У багатьох країнах світу отримали розповсюдження технології перероблення та використання органічної сировини (відходи органічного походження). Особливо це стало актуальним у зв'язку із стрімким подорожчанням цін на мінеральні добрива [2].

Однією із потужних галузей АПК, що формує значні обсяги відходів, переробка, зберігання та утилізація яких створює серйозну екологічну проблему, є спиртове виробництво.

На сьогоднішній день в Україні функціонує понад 80 ліцензованих спиртозаводів спроможних переробити 900 тис. т зерна на рік і отримати 32 млн дал зернового спирту. В окремі роки Україна посідала 3-є місце в світі (після Бразилії та Росії) за обсягами виробництва спирту.

Спирт використовують більш як у 150 галузях промисловості: виробництво алкогольної продукції, медицина, хімічна промисловість, як паливо (біоетанол) та ін.

Сировинною базою для виробництва спирту є меляса, дефективний цукор, зерно, картопля. Зазвичай, спиртові заводи

розміщуються у невеликих населених пунктах. У Тернопільській області розташовано більше десятка спиртових заводів.

Спиртові заводи розташовані переважно в невеликих селищах, де немає каналізаційної мережі та очисних споруд. Викидні гази і стічні води викидаються здебільшого без очищення. Недостатньо очищені води потрапляють також у поверхневі водойми, забруднюючи їх. Тому, щоб запобігти забрудненню довкілля, потрібно будувати сучасні високоефективні очисні споруди, які б забезпечили достатнє очищення стічних вод [3].

Барда – залишок після відгонки спирту із браги; відхід виробництва етилового спирту. Рідина (суспензія) світло-коричневого кольору із запахом зерна або іншої сировини. Вміст сухих речовин у барді становить 3–8%. Барда швидко псується. Вихід зернової барди залежить від виду сировини, технології переробки та від вмісту спирту в бражці. За вмісту спирту в бражці 8–8,2% на 1 дал спирту отримують 13,5–13,8 дал барди.

Зернову барду можна використовувати на корм для тварин. Проте влітку, коли є вдосталь зелених кормів, її використовують мало у зв'язку з труднощами транспортування, особливо на далекі відстані.

Проблема утилізації спиртової зернової барди є однією з основних в галузі з моменту її зародження. Ця проблема дуже серйозно вплинула на її розвиток, включаючи особливості місць розташування спиртових заводів і їх одиничну потужність.

Слід зауважити, що утилізація барди, як і раніше, є складним процесом і в світі не існує дешевого, зручного і однозначного методу технологічної утилізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційні технології переробки сільськогосподарської продукції суттєво порушують природну рівновагу та забруднюють навколишнє середовище.

Проблеми спиртової промисловості вивчали відомі вчені: Н. Ю. Губенко, І. К. Шматкова, О. І. Мельничук, Т. А. Говорушко, М. Ю. Коденська, О. В. Крисальний, Г. І. Лановська, Є. І. Нагорний, О. М. Онищенко, Г. М. Підлісецький, Д. К. Прейгер, П. Т. Саблук та інші [4–9].

Більшість вітчизняних та зарубіжних вчених досліджували і досліджують проблеми негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля [10–15].

Мета і завдання дослідження. Розробити технологію використання відходів переробки спиртового виробництва (барди), що сприятиме підвищенню родючості ґрунту та покращенню екології довкілля,

Виклад основного матеріалу дослідження. Тернопільській філії Державної установи «Інститут охорони родючості ґрунтів України» Державним підприємством «**Зарубинський спиртовий завод**», (**Збаразький район, с. Зарубинці**) було представлено для проведення агрохімічних аналізів зразки відходів спиртового виробництва.

Дослідження проводились згідно з діючою нормативною базою відповідно до вимог ДСТУ та ГОСТів. Результати проведених аналізів якісних характеристик зернової барди представлено у таблиці.

Таблиця

Результати аналізу барди кукурудзяної, ДП «Зарубинський спиртовий завод», Збаразький район, с. Зарубинці

Показник	Результати аналізу	
	на фактичну вологу	на суху речовину
рН сольове	4,2	
Азот загальний, %	0,26	4,69
Азот амонійний, %	0,068	0,87
Фосфор, %	0,13	0,36
Калій, %	0,60	0,83
Органічна речовина (вуглець), %		46,93
Волога, %	92,22	
Органічна речовина, %		94,82
Зола, %	0,32	3,57
Мідь, мг/кг		11,32
Кобальт, мг/кг		0,18
Марганець, мг/кг		12,39
Цинк, мг/кг		37,53
Свинець, мг/кг		1,62
Кадмій, мг/кг		0,2

Дослідженнями кукурудзяної барди встановлено, що вона містить у своєму складі у перерахунку на фактичну вологу 0,26%

загального азоту, фосфору 0,13%, калію 0,60%, золи 0,32%, у перерахунку на суху речовину 94,82% органічної речовини, в перерахунку на вуглець 46,93%, рН – 4,2; а також мікроелементів в мг/кг сухої речовини: марганцю – 12,39, міді – 11,32, кобальту – 0,18, цинку – 37,53, вміст токсичних елементів не перевищує гранично допустимі концентрації. Крім того, барда має властивості деструктора рослинних решток, що сприяє швидшому розкладу рослинних решток.

Виходячи із наявних елементів живлення, барду можна застосовувати як органічне добриво.

При внесенні в ґрунт зернової спиртової барди створюються сприятливі умови для розкладання органічних речовин ґрунту. Поживні речовини барди за осінньо-зимовий період переходять у доступну для засвоєння рослинами форму, посилюється розвиток і ріст рослин, підвищується формування біомаси і продуктивність сільськогосподарських культур. Послідовне внесення органічного і мінерального добрива сприяє підвищенню родючості ґрунту і одночасно утилізації відходів спиртової промисловості.

В якості зернових для отримання спиртової барди використовують пшеницю, кукурудзу і жито тритикале. В якості рослинних решток може бути стерня зернових, зернобобових, технічних та кормових культур, подрібнені залишки цих же культур, сидерати.

Спеціалістами Тернопільської філії ДУ «Держґрунтохорона» розроблено та запатентовано спосіб покращення родючості ґрунтів з використанням відходів спиртової промисловості, що дозволить об'єднати покращення родючості ґрунтів і утилізацію відходів спиртового виробництва.

Дослідження проводились у польових умовах господарства ТОВ «Агропродсервіс Інвест» Тернопільського (Козівського) району.

Восени після збирання попередньої культури і перед початком обробітку ґрунту на поверхню поля за допомогою відомого устаткування, наприклад розкидача рідких добрив, вносять зернову спиртову барду в кількості залежно від кислотності ґрунтів, після чого цю суміш загортають в ґрунт на глибину 25–27 см.

Оптимальним варіантом використання барди як органічного добрива є її внесення на темно-сірих опідзолених та чорноземних ґрунтах, вкритих рослинними рештками. Норма внесення до 100 т/га

на легко- та середньосуглинкових і до 60 т/га на важкосуглинкових та глинистих ґрунтах.

Удобрення після основного обробітку ґрунту доцільно проводити на темно-сірих опідзолених і чорноземних ґрунтах нейтральної або слаболужної реакції ґрунтового розчину в нормі внесення барди до 50 т/га. На пасовищах, сіножатях та інших багаторічних угіддях використовують як органічне добриво та джерело вологи у кореневмісному шарі при нормі внесення 100–120 т/га.

Використання барди як органічного добрива доцільне на високобуферних ґрунтах легкого або середнього механічного складу при додатковому внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ на гектар та подальшим заробленням у ґрунт за допомогою оранки або глибокого дискового обробітку. Внесення великої кількості барди на важкосуглинкових і глинистих ґрунтах без подальшого глибокого рихлення або оранки може призвести до переущільнення ґрунту внаслідок високої польової вологості ґрунту та зниження пористості ґрунту.

Вкриті рослинними рештками ґрунти менше реагують на переущільнення та перезволоження. Оброблені бардою рослинні рештки швидше розкладаються, затримують вологу, особливо у суху погоду та насичують ґрунт специфічною мікрофлорою, сприяють вивільненню важкорозчинних сполук елементів живлення, найбільше фосфору.

Внесення зернової спиртової барди під сільськогосподарські культури завдяки поживним речовинам та органічній складовій позитивно впливає на мікробіологічну активність ґрунту.

Внесення зернової спиртової барди на кислих ґрунтах не рекомендується. Наукові дослідження показують, що відходи зернової спиртової барди в оптимальних дозах позитивно впливають на урожайність та якість сільськогосподарських культур.

Висновки. Спосіб підвищення родючості ґрунту включає внесення як органічного добрива рідкої зернової спиртової барди. Барду вносять на ґрунти, вкриті рослинними рештками з урахуванням кислотності ґрунтів, причому норма внесення барди на легко- та середньосуглинкових ґрунтах до 100 т/га, на важкосуглинкових та глинистих ґрунтах до 60 т/га; на темно-сірих опідзолених і чорноземних ґрунтах нейтральної або слаболужної

реакції ґрунтового розчину до 50 т/га; на пасовищах, сіножатях та інших багаторічних угіддях у кореневмісному шарі до 100–120 т/га. Використання барди, як органічного добрива, доцільне на високобуферних ґрунтах легкого або середнього механічного складу при додатковому внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ на гектар та подальшим заробленням у ґрунт за допомогою оранки або глибокого дискового обробітку. Внесення зернової спиртової барди на кислих ґрунтах не рекомендується. Оброблені бардою рослинні рештки швидше розкладаються, затримують вологу, особливо у суху погоду, та насичують ґрунт специфічною мікрофлорою, сприяють вивільненню важкорозчинних сполук елементів живлення, найбільше фосфору.

Запропонована нами технологія використання відходів переробки спиртового виробництва сприятиме підвищенню родючості ґрунту та покращенню екології довкілля, позитивно впливатиме на мікробіологічну активність ґрунту.

Оскільки спиртові заводи, зазвичай, розміщені в сільській місцевості і є основними наповнювачами місцевих бюджетів, то їх ефективне функціонування буде покращувати розвиток сільської соціальної та побутової інфраструктури, стабільна робота заводів сприятиме розв'язанню проблем зайнятості населення і буде посилювати економічну міцність села і нашої держави.

1. Біоконверсія органічних відходів в біодинамічному господарстві / Городний Н. М. та ін. Київ : Урожай, 1990. 256 с.
2. Палапа Н. В., Гончар С. М. Екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю людини. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 68–80.
3. Шаманська О. І., Паламаренко Я. В. Сучасні тенденції розвитку спиртової промисловості України. *Ефективна економіка*. 2014. № 4. URL : <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2903>. (дата звернення: 10.11.2022).
4. Губенко Н. Ю., Шматкова І. К. Сучасні тенденції розвитку спиртової та цукрової промисловості України. *Пропозиція*. 2012. № 5. С. 27–32.
5. Жонлер І. В. Організаційно-методичні підходи до підвищення ефективності підприємств спиртової промисловості України. *Агрперспектива*. 2012. № 8. С. 27–35.
7. Лановська Г. І., Говорушко Т. А. Аналіз фінансових результатів підприємств спиртової галузі. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2012. № 3. С. 33–42.
8. Мельничук О. І. Проблеми та перспективи розвитку спиртової галузі України в контексті виробництва біопалава. *Економіка і держава*. 2012. № 2. С. 15–21.
9. Нагорний Є. І. Інноваційні напрями розвитку підприємств цукрової та

спиртових галузей харчової промисловості. *Проблеми науки*. 2011. № 1. С. 37–40. **10.** Українець А. Р. Спиртова галузь на шляху до інноваційного розвитку. *Харчова і переробна промисловість*. 2013. № 7. С. 35–47. **11.** McNeely J. A. and Scherr S. J. Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. Island Press. 2013. **12.** Binswanger H., Hazell P. and McCalla A. Agriculture and the environment: perspectives on sustainable rural development. The World Bank. 1998. **13.** Clay J. World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press. 2013. **14.** Kamilaris A., Anton A., Blasi A. B. and PrenafetaBoldú F. X. Assessing and mitigating the impact of livestock agriculture on the environment through geospatial and big data analysis. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*. 2018. Vol. 4. No 2. P. 98–122. DOI: <https://org/10.1504/IJSAMI.2018.094809>. **15.** Van der Werf, H. M. G. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1996. Vol. 60. Is. 2–3. P. 81–96. DOI: [https://org/10.1016/S0167-8809\(96\)01096-1](https://org/10.1016/S0167-8809(96)01096-1). **16.** Гевко Р. Б., Дзядикевич Ю. В., Малевич Н. Ю. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва. *Сталий розвиток економіки*. 2017. № 2 (35). С. 156–162.

REFERENCES:

1. Biokonversiiia orhanichnykh vidkhodiv v biodynamichnomu hospodarstvi / Horodnyi N. M. ta in. Kyiv : Urozhai, 1990. 256 s. **2.** Palapa N. V., Honchar S. M. Ekolohichni ryzyky, poviazani iz silskohospodarskoiu diialnistiu liudyny. *Ahroekolohichni zhurnal*. 2022. № 1. S. 68–80. **3.** Shamanska O. I., Palamarenko Ya. V. Cuchasni tendentsii rozvytku spyrtovoi promyslovosti Ukrainy. *Efektivna ekonomika*. 2014. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2903>. (data zvernennia: 10.11.2022). **4.** Hubenko N. Yu., Shmatkova I. K. Suchasni tendentsii rozvytku spyrtovoi ta tsukrovoi promyslovosti Ukrainy. *Propozytsiia*. 2012. № 5. S. 27–32. **5.** Zhonler I. V. Orhanizatsiino-metodychni pidkhody do pidvyshchennia efektyvnosti pidpriemstv spyrtovoi promyslovosti Ukrainy. *Ahroperspektyva*. 2012. № 8. S. 27–35. **7.** Lanovska H. I., Hovorushko T. A. Analiz finansovykh rezultativ pidpriemstv spyrtovoi haluzi. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*. 2012. № 3. S. 33–42. **8.** Melnychuk O. I. Problemy ta perspektyvy rozvytku spyrtovoi haluzi Ukrainy v konteksti vyrobnytstva biopalava. *Ekonomika i derzhava*. 2012. № 2. S. 15–21. **9.** Nahornyi Ye. I. Innovatsiini napriamy rozvytku pidpriemstv tsukrovoi ta spyrtovykh haluzei kharchovoi promyslovosti. *Problemy nauky*. 2011. № 1. S. 37–40. **10.** Ukrainets A. R. Spyrtova haluz na shliakhu do innovatsiinoho rozvytku. *Kharchova i pererobna promyslovist*. 2013. № 7. S. 35–47. **11.** McNeely J. A. and Scherr S. J.

Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. Island Press. 2013. **12.** Binswanger H., Hazell P. and McCalla A. Agriculture and the environment: perspectives on sustainable rural development. The World Bank. 1998. **13.** Clay J. World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press. 2013. **14.** Kamilaris A., Anton A., Blasi A. B. and PrenafetaBoldú F. X. Assessing and mitigating the impact of livestock agriculture on the environment through geospatial and big data analysis. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*. 2018. Vol. 4. No 2. P. 98–122. DOI: <https://org/10.1504/IJSAMI.2018.094809>. **15.** Van der Werf, H. M. G. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1996. Vol. 60. Is. 2–3. P. 81–96. DOI: [https://org/10.1016/S0167-8809\(96\)01096-1](https://org/10.1016/S0167-8809(96)01096-1). **16.** Hevko R. B., Dziadykevych Yu. V., Malevych N. Yu. Ekologichni aspekty silskohospodarskoho vyrobnytstva. *Stalyi rozvytok ekonomiky*. 2017. № 2 (35). S. 156–162.

Maliuta Y. S., Director (TOV "Ahroprodservis Invest", Kozliv),
Broshchak I. S., Director, Orynyk B. I., Head's Assistant, Brovko O. Z.,
Head of the Laboratory (Ternopil Branch of State Institution "Soils
Protection Institute of Ukraine", Ternopil), **Mykhalchuk M. A., Senior**
Lecturer (National University of Water and Environmental Engineering,
Rivne)

USE OF BARDS AS ORGANIC FERTILIZER

Before the science and agricultural production of Ukraine faced a number of tasks, which provide for the implementation of complex measures to ensure extended reproduction of soil fertility, protect them from water and wind erosion, increase the productivity of crops, the functioning of sustainable agriculture. In parallel, one of the most urgent problems facing Ukraine is the disposal and recycling of waste as hazardous substances enter the atmosphere, seep into the soil, polluting groundwater. The article provides a comprehensive assessment of the prospects for the use of alcohol industry waste for fertilizing crops. Agrochemical features of grain alcohol bard as organic fertilizer are investigated. The obtained data of the chemical composition of the grain alcohol bard showed the possibility of using it as an organic fertilizer, provided that the acidity of the soils is

controlled. In addition, the bard has plant residue destructor properties, which contributes to their faster decomposition. Therefore, the bard is applied to soils covered with vegetable residues taking into account the acidity of the soils. The rate of application of bards on light and medium-clay soils up to 100 t/ha, on heavy-clay and clay soils up to 60 t/ha; on dark gray podzolized and chernozem soils of neutral or weakly ground reaction of soil solution up to 50 t/ha; on pastures, hayfields and other perennial land in the root-containing layer up to 100–120 t/ha. On hard clay and clay soils, less bards are introduced, since without further deep loosening or ploughing, this application can lead to soil re-compaction due to high field soil moisture. As an organic fertilizer, it is advisable to use a bard on high-buffer soils of light or medium mechanical composition with the additional application of mineral fertilizers in a dose of $N_{60}P_{60}K_{90}$ per hectare, followed by entering the soil using deep disk cultivation or ploughing. Application of grain alcohol bard on acidic soils is not recommended. The proposed technology for the use of alcohol processing waste will allow to dispose of alcohol industry waste, which will improve the environment, expand the range of organic fertilizers, the application of which will contribute to the increase of soil fertility and will positively affect its microbiological activity.

***Keywords:* development; alcohol industry; manufacturing; waste; efficiency.**

Никитюк П. А., к.с.-г.н., здобувач наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук (Поліський національний університет, м. Житомир, nikitiukpaul63@gmail.com)

БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ *PINUS SYLVESTRIS* L. ЗА ВПЛИВУ ПТАХІВНИЧИХ ГОСПОДАРСТВ

У статті наведено результати досліджень впливу викидів птахівничих ферм на стан сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Визначено стан навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак (хвої) у сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у зоні виробничої діяльності птахівничих підприємств. Встановлено, що довжина хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) знижується з наближенням до СЗЗ птахофабрики внаслідок підвищення рівня забрудненості повітря токсикантами. Доведено, що використання хвойних деревних рослин є інформативним при проведенні біоіндикації забруднених територій у зоні виробничої діяльності господарств з виробництва продукції тваринництва.

Ключові слова: сосна звичайна; хвоя; санітарно-захисна зона; біоіндикація; боковий некроз; верхівковий некроз.

Постановка проблеми. Вплив птахівничих підприємств можна розглядати як потужний антропогенний чинник на стан довкілля, який має негативні наслідки: забруднення водойм, ґрунтів і ґрунтових вод продуктами їх розкладу, забруднення атмосферного повітря викидами шкідливих газів та пилу; мікро- та макробіологічного забруднення довкілля; вилучення території під птахівницькі підприємства; погіршення внаслідок діяльності птахівницьких підприємств умов існування для природної біоти [1; 7; 9].

Інформативним показником ушкодження екосистем є рослини. Велика площа контакту та інтенсивний газообмін з навколишнім середовищем зумовлюють їх високу чутливість до дії різноманітних забруднювачів. Слід відзначити, що людина і тварина адаптовані до вмісту в повітрі приблизно 21% (за об'ємом) кисню, водночас рослини з їх асиміляційним апаратом пристосовані до нижчих концентрацій в

атмосфері вуглекислого газу – приблизно 0,03, і тому чутливіші до концентрацій шкідливих речовин у повітрі [4; 5; 8; 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для цілей біоіндикації забрудненості навколишнього середовища особливої уваги серед деревних рослин заслуговують хвойні породи, насамперед, сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка у своїй родині характеризується найбільшою чутливістю до забруднення атмосфери. Автори Р. Гудеріан, Г. М. Ількун, В. С. Ніколаєвський, С. А. Сергейчик в ряді своїх робіт зазначають, що ступінь ушкодження деревної рослинності викидами від підприємств залежить, насамперед від фітотоксичності продуктів викиду [2–5].

Ю. З. Кулагін серед важливих біоіндикаційних ознак сосни звичайної вважав не лише появи некрозів, а й тривалість життя хвої [5].

В працях О. В. Мудрака зустрічаються окремі дослідження впливу викидів промислових та сільськогосподарських підприємств на стан соснових насаджень та на стан біорізноманіття в цілому в умовах Східного Поділля [6].

Проте і досі в науковій літературі недостатньо висвітлена проблематика досліджень морфометричних показників сосни звичайної за впливу продуктів викиду птахівничих ферм. Тому дана проблематика дослідження потребує подальших досліджень та удосконалення методик проведення відповідних досліджень з метою розробки рекомендацій щодо оптимізації впливу.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було оцінити вплив виробництва продукції птахівництва на екологічний стан сосни звичайної на основі аналізу її морфометричних показників.

Матеріали та методика. Під час виконання дослідження використовували спеціальні та загальнонаукові методи досліджень: польові методи (відбір проб у районах розташування господарств; лабораторні методи (вимірювання морфометричних показників хвої); математичні методи (розрахунки значень морфометричних показників хвої); статистичні методи – встановлення на основі методів математичної статистики достовірності отриманих результатів та функціональних залежностей між різними чинниками та процесами.

Об'єкт досліджень – соснові насадження, що зазнавали впливу від викидів птахівничого господарства.

Предмет досліджень – чинники, які визначають стан соснових насаджень, що зазнавали впливу від викидів птахівничого

господарства.

У досліджуваних зонах відбирали хвою з п'яти дерев на чотирьох дослідних ділянках, далі працювали з середніми даними, тобто середні значення морфометричних показників на території СЗЗ птахофабрики та на території контрольної ділянки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Візуальний аналіз рослин сосни звичайної показав, що поблизу джерела забруднення на хвої з'являються пошкодження у вигляді світло-зелених плям, некротичних точок та всихання. Отримані дані засвідчили, що на території санітарно-захисної зони птахофабрики відсоток хвоїнок з плямами та ознаками всихання становив 35%, в той час як на контрольній ділянці – 5% у 2020 році та 30% і 0% у 2021 році відповідно (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Морфометричні показники сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контролі, 2020–2021 рр.

№ з/п	Місце відбору проб	Довжина хвої, мм		Ширина хвої, мм		Кількість хвоїнок на 10 см, шт.		Вага 1000 хвоїнок, г		Некрози								
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	%	Тип некрозу							
1.	Птахо- фабрика Контроль	<u>45</u> 115	<u>65</u> 80							<u>4</u> 1	<u>5</u> -	<u>в</u> в						
2.		<u>44</u> 115	<u>65</u> 80							<u>5</u> -	-	<u>б</u> -						
3.		<u>42</u> 116	<u>67</u> 94							-	-	-						
4.		<u>42</u> 107	<u>67</u> 93							<u>3</u> -	-	<u>б</u> -						
5.		<u>52</u> 113	<u>83</u> 85							-	-	-						
6.		<u>52</u> 107	<u>83</u> 85							<u>1</u> 2	<u>1</u> 1	<u>292</u> 154	<u>250</u> 40	<u>10,18</u> 16,72	<u>9,48</u> 18,32	-	-	-
7.		<u>53</u> 109	<u>74</u> 77							-	-	-						
8.		<u>52</u> 111	<u>74</u> 77							<u>1</u> -	-	<u>б</u> -						
9.		<u>51</u> 120	<u>67</u> 86							-	-	-						
10.		<u>49</u> 120	<u>67</u> 86							<u>2</u> -	-	<u>б</u> -						
11.		<u>54</u> 115	<u>80</u> 85							<u>20</u> -	<u>3</u> -	<u>б</u> -						

продовження табл. 1

12.		$\frac{54}{115}$	$\frac{80}{85}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
13.		$\frac{40}{114}$	$\frac{80}{96}$							=	-	=
										-	-	-
14.		$\frac{40}{114}$	$\frac{80}{96}$							$\frac{2}{-}$	-	$\frac{6}{-}$
										-	-	-
15.		$\frac{47}{100}$	$\frac{70}{81}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
16.		$\frac{47}{106}$	$\frac{70}{81}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
17.		$\frac{55}{107}$	$\frac{82}{97}$							=	-	=
										-	-	-
18.		$\frac{55}{106}$	$\frac{82}{97}$							=	-	=
										-	-	-
19.		$\frac{57}{115}$	$\frac{81}{82}$							=	$\frac{1}{-}$	=
										-	-	-
20.		$\frac{57}{114}$	$\frac{82}{81}$							=	-	=
										-	-	-

В – верхівковий; Б – боковий

Таблиця 2

Морфометричні показники сосни звичайної, 2020–2021 рр.

Місце відбору проб		Довжина хвої, мм	Ширина хвої, мм	Кількість хвоїнок на 10 см, шт.	Вага 1000 хвоїнок, г	Некрози
Птахо-фабрика	2020	49,4+5,6	1+0,00	292+0,85	10,18+0,01	30% – боковий некроз 5% – верхівковий
	2021	74,95+6,95	1+0,00	250+1,8	9,48+0,004	30% – верхівковий
Контрольна ділянка	2020	112+5,14	2+0,00	154+0,8	16,72+0,05	5% – верхівковий
	2021	86,2+6,8	1+0,00	40+0,5	18,32+0,04	некроз відсутній

За даними досліджень, простежується зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної в насадженнях з наближенням до птахофабрики і з підвищенням рівня забрудненості середовища. Також простежується збільшення кількості хвої на

пагоні, що теж свідчить про забруднення повітря довкола птахофабрики.

Нижчі значення показника абсолютно сухої ваги хвоїнок (9,48) на території СЗЗ птахофабрики також свідчить про негативний вплив діяльності птахопідприємства на рослини сосни звичайної, оскільки на території контрольної ділянки значення цього показника було 18,32.

Дослідженнями встановлено, що в більш забруднених районах пучки хвоїнок більш зближені, а їх кількість на 10 см пагона більша ніж в чистій зоні (рис. 1, 2).



Рис. 1. Усереднені дані морфометричних показників сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контрольної ділянки, 2020 р.

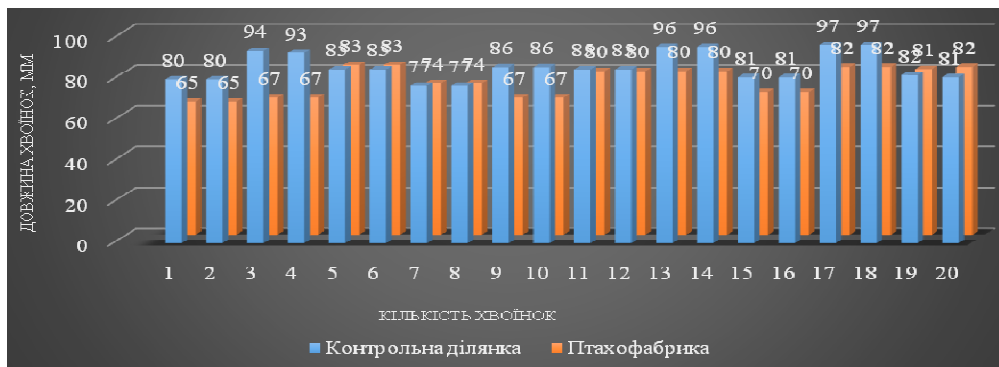


Рис. 2. Усереднені дані морфометричних показників сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики та контрольної ділянки, 2021 р.

Мінімальне ушкодження хвої встановлене для дерев контрольної ділянки, на інших досліджуваних територіях було відмічено ушкодження хвої (рис. 3).



Рис. 3. Наявність некротичного ураження хвої сосни звичайної на території СЗЗ птахофабрики, 2021 р.

З віддаленням від птахофабрики зменшується кількість хвоїнок на пагоні та рівень некротичного ураження, але збільшуються – довжина, ширина хвої, вага 1000 шт. хвоїнок (табл. 2).

Вимірювали довжину приросту кожного року, починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлях від року до року; вимірювали товщину осьового пагона (на прикладі дворічного); підраховували розгалуження і обчислювали його середнє значення.

Досліджували хлорози, некрози кінчиків хвоїнок і всієї поверхні, їх відсоток і характер (точки, крапчастість, плямистість, мозаїчність). Вимірювали довжину хвої на пагоні минулого року, а також її ширину (всередині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи. Повторність 10–20-кратна.

Згідно з даними табл. 2, помічено, що в переважній більшості особин сосни звичайної в умовах забруднення відходами птахівництва відбувається зміна морфометричних показників дерева. Так, нами встановлено, що ступінь некротичного ураження хвої сосни звичайної та його характер, довжина, ширина, їх вага, а також кількість хвоїнок на 10 см пагона.

За даними досліджень, які проводилися протягом 2020–2021 років на території СЗЗ птахофабрики, було виявлено зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної, де на ділянці птахофабрики їх середні значення складали в 2020 році – 49,4 мм, в 2021 році – 74,95 мм і на контрольній ділянці в 2020 році – 112 мм і в 2021 році – 86,2 мм. Також помічено, що зниження абсолютних величин довжини хвої сосни звичайної в досліджуваних соснових насадженнях пов'язане з наближенням до птахофабрики і з підвищенням рівня забрудненості середовища. Відмічено збільшення кількості хвої на пагоні в межах санітарно-захисної зони птахофабрики, що свідчить про забруднення повітря довкола птахофабрики. Вага хвої сосни звичайної, на ділянці СЗЗ птахофабрики має середні значення в 2020 році – 10,18 г, в 2021 році – 9,48 г і на контрольній ділянці в 2020 році – 16,72 мм і в 2021 році – 18,32 г.

Встановлено, що морфометричні показники сосни звичайної варіюють у широкому діапазоні числових значень, при цьому рівень некротичного ураження хвої є найбільш інформативною біоіндикаційною ознакою.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що збільшення кількості хвоїнок з плямами притаманне на досліджуваних ділянках в порівнянні з хвоїнками відібраними на контрольній ділянці. Досліджено, що на досліджуваних ділянках нижчі значення показника абсолютно сухої ваги хвоїнок, в порівнянні з контролем, що вказує на те, що на стан сосни звичайної теж впливає діяльність птахопідприємства.

Фітомеліоративні особливості деревних хвойних рослин під впливом антропогенного навантаження мають важливе значення як зі сторони фітосануючих функції, так і при моніторингових дослідженнях. Вплив антропогенних чинників будь-якої інтенсивності має у рослин виражений морфологічний ефект. Це дозволяє проводити доволі точну неспецифічну біоіндикацію якості довкілля із використанням дендрометричних показників. Найбільш інформативними серед них можна вважати ті, що тісно корелюють із величиною первинної продукції та характеризують взаємодію у системі «рослина – середовище». До таких, зокрема, належать морфометричні показники деревних рослин.

1. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети. Кишинев : BIOTICA, 2002. 168 с. 2. Аргунова Е. В. Научные основы мониторинга ресурсов агросферы АР Крым для повышения эффективности сельскохозяйственного производства с учётом региональных особенностей. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 3. С. 16–18. 3. Бессонова В. П., Фендюк Л. М., Пересипкіна Т. М. Можливості використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища. *Український Ботанічний Журнал*. 1996. № 3. Т. 53. С. 224–229. 4. Біоіндикація і біологічний моніторинг. URL: http://ecodelo.org/9557-412_bioindikatsiya-4_bioindikatsiya_i_biologicheskii_monitoring. (дата звернення: 10.06.2022). 5. Дідух Я. П. Основи біоіндикації : монографія. К. : Наукова думка, 2012. 344 с. 6. Екологічна безпека Вінниччини : монографія / за заг. ред. Олександра Мудрака. Вінниця : ВАТ «Міська друкарня», 2008. 456 с. 7. Ярошенко Ф. О. Птахівництво України: стан, проблеми і перспективи розвитку. К. : Аграрна наука, 2004. 506 с. 8. Eremektar G., Ubay Çokgör E., Övez S., Germirli Babuna F., Orhon D. Biological treatability of poultry processing plant effluent. *Water Science and Technology*. 1999. Vol. 40. № 1. P. 323–329. 9. Gill C. O., Moza L. F., Badoni M., Barbuthttp S. The effects on the microbiological condition of product of carcass dressing, cooling, and portioning processes at a poultry packing plant. *International Journal of Food Microbiology*. 2006. Vol. 110. № 2. P. 187–193.

REFERENCES:

1. Andreev A. V. Otsenka bioraznoobraziya, monitoring i ekoseti. Kishinev : BIOTICA, 2002. 168 s. 2. Argunova E. V. Nauchnyie osnovyi monitoringa resursov agrosferyi AR Kryim dlya povyisheniya effektivnosti selskohozyaystvennogo proizvodstva s uchëtom regionalnyih osobennostey. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2011. № 3. S. 16–18. 3. Bessonova V. P., Fendiuk L. M., Peresyphkina T. M. Mozhlyvosti vykorystannia dekoratyvnykh kvitkovykh roslin dlia fitoindykatsii zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha. *Ukrainskyi Botanichnyi Zhurnal*. 1996. № 3. T. 53. S. 224–229. 4. Bioindykatsiia i biolohichnyi monitorynh. URL: http://ecodelo.org/9557-412_bioindikatsiya-4_bioindikatsiya_i_biologicheskii_monitoring. (data zvernennia: 10.06.2022). 5. Didukh Ya. P. Osnovy bioindykatsii : monohrafiia. K. : Naukova dumka, 2012. 344 s. 6. Ekolohichna bezpeka Vinnychchyny : monohrafiia / za zah. red. Oleksandra Mudraka. Vinnytsia : VAT «Miska drukarnia», 2008. 456 s. 7. Yaroshenko F. O. Ptakhivnytstvo Ukrainy: stan, problemy i perspektyvy rozvytku. K. : Ahrarna nauka, 2004. 506 s. 8. Eremektar G., Ubay Çokgör E., Övez S., Germirli Babuna F., Orhon D. Biological treatability of poultry processing plant effluent. *Water Science and Technology*. 1999. Vol. 40. № 1. P. 323–329. 9. Gill C. O., Moza L. F., Badoni M., Barbuthttp S. The effects on the

microbiological condition of product of carcass dressing, cooling, and portioning processes at a poultry packing plant. *International Journal of Food Microbiology*. 2006. Vol. 110. № 2. P. 187–193.

Nykytiuk P. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Postdoctoral Fellow (Polissiya National University, Zhytomyr)

BIOINDICATION OF THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR USING THE PINE *PINUS SYLVESTRIS* L. UNDER THE INFLUENCE OF POULTRY FARMS

The article presents the results of studies of the impact of emissions from poultry farms on the condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). The obtained data showed that in the territory of the sanitary protection zone of the poultry farm, the percentage of conifers with spots and signs of drying was 35%, while in the control area it was 5% in 2020 and 30% and 0% in 2021, respectively.

According to research data, there is a decrease in the absolute values of the length of Scots pine needles in plantations with the approach to the poultry farm and with an increase in the level of environmental pollution. There is also an increase in the number of needles on the shoot, which also indicates air pollution around the poultry farm.

The lower value of the absolute dry weight of conifers (9.48) in the territory of the SPZ of the poultry farm also indicates the negative impact of the activity of the poultry enterprise on Scots pine plants, since the value of this indicator was 18.32 in the territory of the control plot.

The state of the environment was determined based on the complex of morphological features (needles) of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the production area of poultry enterprises. It was established that the length of the needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) decreases with the approach to the SPZ of the poultry farm due to the increase in the level of air pollution by toxicants. It has been proven that the use of coniferous woody plants is informative when conducting bioindication of contaminated territories in the area of production activities of farms for the production of livestock products.

In individuals of Scots pine under conditions of pollution, there is a change in morphometric indicators, in particular, the degree of necrotic damage and its nature, length, width, their weight, as well as the number per 10 cm of a shoot.

It is established that the level of toxicity of the air category of environmental safety sanitary protection zone of the poultry farm belongs to the class of "dangerous" with a high level usage note and critical as bio-indicators.

The state of the environment, for complex morphological traits (needles) for Scots pine *Pinus sylvestris* L. in the area of production activities of poultry enterprises. Found that the length of the needles of Scots pine *Pinus sylvestris* L. is reduced with the approach to the sanitary protection zone of the poultry farm due to increasing air pollution by toxicants. It is proved that the use of coniferous woody plants is informative when conducting bioindication of polluted territories in the area of production activities of households for livestock production.

***Keywords:* Scots pine; needle; sanitary protection zone; bioindication; lateral necrosis; apical necrosis.**

УДК 616.993:595.422:638.1(477.85) <https://doi.org/10.31713/vs4202214>

Полтавченко Т. В., к.вет.н., доцент, Буднік З. М., к.с.-г.н., доцент, (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Чечет О. М., к.вет.н.,**
Литвиненко О. П., к.вет.н., с.н.с., Мірошніченко О. І. (Державний науково-дослідний інститут лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, 2431519@ukr.net)

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЗМІН ЕПІЗООТИЧНОЇ СИТУАЦІЇ З ЛІГУЛЬОЗУ РИБ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

В статті проведено порівняльний аналіз динаміки епізootичної ситуації з лігульозу риб на території України за 2017–2021 роки. Також здійснено порівняння впливу кліматичних показників на поширення захворювання. Лігульоз – інвазійна хвороба коропових, рідше – окуневих та бичкових риб, що обумовлена враженням черевної порожнини та порушенням нормальної діяльності внутрішніх органів. Хворобу спричиняють плероцеркоїди цестод *Ligula intestinalis*, *Digamma interrupta*, *Schistocephalus solidus* родини *Ligulidae* ряду *Pseudophyllidea*. Лігульоз риб на території України поширений осередково. Так, впродовж 2017–2021 років було проведено 35848 досліджень, з них позитивний результат було отримано у 80 випадках, середня інвазованість риб лігульозом за цей період склала 0,2%. Здійснивши порівняння між захворюванням на лігульоз та середньомісячними показниками температури повітря, ми отримаємо рівняння поліному другого ступеня з коефіцієнтом регресії 0,84, що свідчить про тісноту зв'язку між показниками. Наведено дані поширення захворювання в розрізі областей. Визначено зони ризику з умовним поділом України на неблагополучну, загрозливу та тимчасово благополучну території. Згідно з даними, розвиток епізootичного процесу при лігулідозах риб найбільш поширений в північній і частково в центральній частині України. До неблагополучних регіонів увійшло 5 областей: Рівненська з рівнем інвазованості 3,1%, Житомирська – 7%, Хмельницька – 0,4%, Черкаська – 0,08%, Кіровоградська – 0,2%. Саме тому вивчення проблеми профілактики та розробка сучасних заходів захисту від інвазій для рибницьких господарств

займає одне із провідних місць і залишається актуальною для сьогодення.

Ключові слова: лігульоз; поширення; епізоотичний процес; територія.

За останні роки значно зріс попит населення України на ставкову рибу, що призвело до потреби у вивченні епізоотичної ситуації щодо паразитарних захворювань риб, адже цей вид захворювань є одним із найнебезпечніших для гідробіонтів. Ці хвороби, спричинені найпростішими, гельмінтами та ракоподібними, широко розповсюджені як у природних водоймах, так і в ставових рибних господарствах різних форм власності. Найбільш поширеними на території Європи, а також України є хілоденельоз, триходиноз, іхтіофтіріоз, гіродактильоз, дактилогіроз, аргульоз, лігульоз. Саме вони стають причинами зниження темпу росту, плодючості риби та її репродуктивних властивостей, розвитку різних аномалій [1–3].

Інвазійні хвороби завдають досить відчутних економічних збитків веденню рибного господарства. Адже збудники паразитарних захворювань ускладнюють вирощування рибопосадкового матеріалу, знижують його товарний вигляд та інтенсивність росту; заражена товарна риба може втрачати в масі до 20%. При значній поширеності інвазії спостерігається масова загибель риб у господарствах. Досить відчутних економічних втрат зазнають господарства-розплідники, які не можуть виростити повноцінний рибо посадковий матеріал [3–7].

Більшість інвазійних хвороб не мають розроблених та затверджених методик лікування. Це свідчить про необхідність проведення профілактичних заходів та дослідження поширення паразитарних захворювань.

При розробці заходів із покращення епізоотичної ситуації необхідно враховувати сучасні тенденції до змін клімату, а також здійснювати регулярний моніторинг поширення збудників паразитарних захворювань.

Мета роботи полягала у вивченні динаміки епізоотичного процесу щодо ураження риб лігульозом з 2017 по 2021 роки на території України за умов зміни клімату.

Матеріали і методи. Матеріалом для статистичного аналізу слугували річні форми звітності № 2-Вет «Звіт про роботу державних

лабораторій ветеринарної медицини». Для проведення діагностичних досліджень використовувалися методи мікроскопічного дослідження. Відбір риби проводили упродовж травня-вересня. Паразитологічні дослідження заражених риб проводили за методикою І. Є. Биховської-Павловської. При цьому обчислювали екстенсивність та інтенсивність інвазії.

Результати досліджень. Лігульоз – інвазійна хвороба коропових, рідше окуневих та бичкових риб, що обумовлена враженням черевної порожнини та порушенням нормальної діяльності внутрішніх органів (рис. 1).



Рис. 1. Риба, вражена *Ligula intestinalis*

Хворобу спричиняють плероцеркоїди цестод *Ligula intestinalis*, *Digamma interrupta*, *Schistocephalus solidus* родини *Ligulidae* ряду *Pseudophyllidea*. Залежно від температури води в яйці впродовж 5–15 діб формується корацидій. Це личинка круглої форми, вкрита війками. Вона здатна жити у водному середовищі впродовж 1–2 діб. Нижчі рачки (циклопи, діаптомуси) заковтують корацидіїв, в організмі яких через 10–15 діб формуються процеркоїди.

Коропові риби (лящ, плотва, товстолобик, білий амур та ін.) заражаються при поїданні інвазованих плероцеркоїдами ракоподібних. Ці личинки проникають у черевну порожнину риб і через 8–12 місяців перетворюються на плероцеркоїдів. За формою вони нагадують ремінці і зберігають життєздатність до 3 років.

Для здоров'я людини при звичайній термічній обробці риби небезпеки не становлять. Лігула – гельмінт, безпечний для людини, оскільки є вузькоспецифічним (здатний розвиватися тільки в певному виді господаря). Спіймана риба, уражена ремінцями, після видалення їх з черевної порожнини цілком придатна в їжу. Однак, м'ясо хворих риб дещо відрізняється за біохімічним складом від м'яса риб здорових, воно менш поживне і смачне. Проміжними господарями (носіями) на першому етапі розвитку є веслоногі ракоподібні циклопи та діаптомуси, на другому – риби, кінцевими (дефінітивними) господарями є рибоїдні птахи (мартини, чомги, баклани, пелікани). Вражена паразитом риба худне, втрачає здатність розмножуватись та орієнтувати тіло у воді, тому часто впливає на поверхню, пливучи в неприродній позі.

Лікування від лігульозу не розроблене. Профілактика в ставових господарствах зводиться до відлякування рибоїдних птахів і руйнування їх гнізд. В природних водоймах доцільно проводити відлов ураженої ремінцями риби, оскільки вона тримається окремо від здорової риби. В неблагополучних господарствах не можна вирощувати зоопланктонофагів (строкатих товстолобиків), їх треба замінювати білим амуром та білим товстолобиком, іншими рибами, несприйнятливими до цього захворювання.

Спускні стави необхідно систематично дезінфікувати хлорним (3–5 ц/га) або негашеним (25 ц/га) вапном.

Лігульоз риб на території України поширений осередково. Так, протягом 2017–2021 років було проведено 35848 досліджень, з них позитивний результат було отримано у 80 випадках, середня інвазованість риб лігульозом за період з 2017 по 2021 роки склала 0,2%.

Піки активності інвазованості риб лігульозом реєструвався в 2020 році – 0,5%, 2021 рік – 0,4%, 2019 рік – 0,2%. Найнижчі піки активності захворювання були зареєстровані 2017 рік – 0,1%, 2018 рік – 0,09% (рис. 1).

У житті водних організмів, у тому числі і риб, температура навколишнього середовища має важливе значення: є умовою життя і визначає найважливіші фізичні властивості. Це універсальний екологічний фактор, який впливає на розподіл водних мешканців і на швидкість життєвих процесів, які кількісно пов'язані з температурою. Процеси харчування, обміну речовин, розвитку і зростання,

розмноження, міграції та інші прояви життєдіяльності у риб більшою мірою залежать від рівня і зміни температури атмосфери та води.

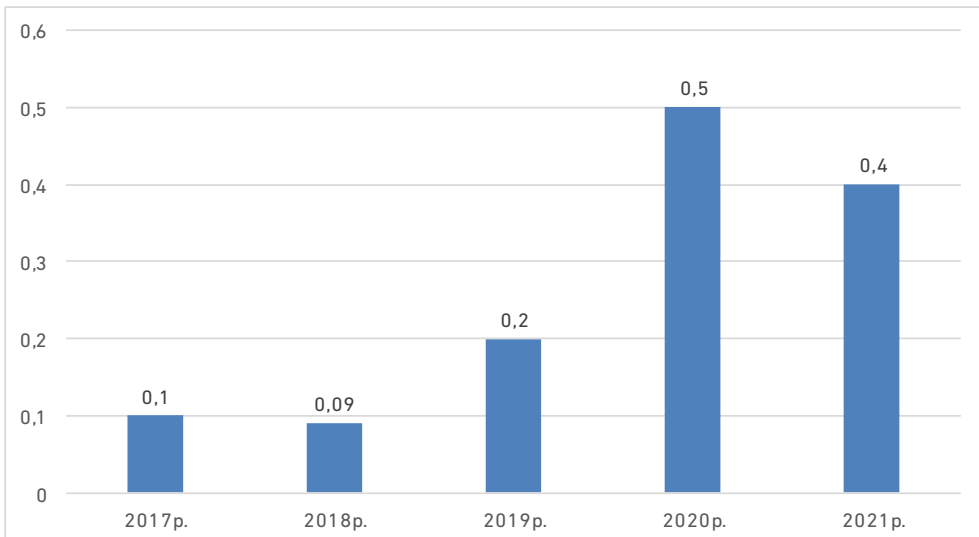


Рис. 1. Інвазованість риб лігульозом на території України за період з 2017 по 2021 роки

Загальний вплив підвищеної температури на паразитів у прісноводних екосистемах включає: швидкий ріст і дозрівання, збільшення кількості поколінь на рік, підвищення захворюваності хазяїна, більш ранню і тривалу передачу, можливість безперервної цілорічної передачі. Зміни інших умов середовища також впливатимуть на чисельність паразитів. Наприклад, підвищення кислотності води може призвести до зменшення різноманітності паразитів та зникнення трематод. Зниження рівня води та коефіцієнта вологості збільшуватиме чисельність стадій розвитку паразитів [3; 8–10].

Відповідно до отриманих значень ми можемо спостерігати зниження захворюваності лігульозом на 0,1% у 2021 році в порівнянні із 2020 роком. Це можна пояснити тим, що у 2021 році середньорічна температура була нижчою порівняно з 2019 та 2020 роками. Але спостерігається інтенсивність приросту температур атмосфери та перевищує кліматичні норми на 0,4–2,0° С. При цьому спостерігається тенденція до збільшення випадків захворювань на лігульоз. Підвищення температури спостерігається протягом всього року по всій території України (таблиця).

Таблиця

Середньорічна температура повітря на території України
в 2021 році

	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	2021
Житомирська	-0,8	-3,2	3,0	7,7	13,7	20,3	24,3	21,3	13,7	8,0	4,1	-0,6	9,3
Київська	-0,5	-3,5	3,0	8,1	14,5	20,6	25,1	22,5	14,0	8,2	4,8	0,0	9,7
Сумська	-1,4	-4,9	1,9	8,4	14,7	20,4	25,2	24,2	13,4	7,7	3,7	-0,8	9,4
Чернігівська	-1,1	-5,0	2,3	8,0	14,1	20,5	25,0	22,9	13,3	7,9	3,9	-0,7	9,3
Донецька	0,2	-0,6	2,7	9,8	17,3	21,6	26,5	26,5	16,0	9,5	5,3	1,0	11,3
Луганська	-1,0	-1,2	2,0	10,3	17,4	21,7	26,6	27,0	15,8	8,8	4,7	-0,1	11,0
Харківська	-0,7	-2,1	2,3	9,5	16,3	21,2	25,9	26,1	14,8	8,8	4,3	-0,5	10,5
Ів-Франківська	0,7	0,4	2,9	7,3	13,2	18,8	22,5	20,3	14,7	8,7	5,4	-0,6	9,5
Волинська	-0,3	-2,0	3,1	7,5	13,5	20,6	24,3	19,7	14,0	9,0	5,0	-0,7	9,5
Львівська	0,0	-1,0	3,1	7,0	13,0	19,6	23,2	19,5	14,1	8,9	5,1	-0,7	9,3
Рівненська	-0,6	-2,6	3,0	7,9	13,8	20,3	24,2	20,2	13,8	8,3	4,9	-0,4	9,4
Тернопільська	-0,2	-1,4	2,9	7,5	13,3	19,3	23,4	20,8	14,5	8,4	4,6	-0,5	9,4
Закарпатська	1,3	2,7	4,4	8,3	14,3	20,8	24,0	21,0	15,8	10,8	6,8	1,1	10,9
Хмельницька	-0,1	-2,0	3,1	7,8	13,5	19,6	23,8	21,1	14,2	8,1	4,6	-0,3	9,5
Чернівецька	0,6	0,8	3,5	7,9	14,2	19,3	23,3	21,8	15,1	8,5	5,6	0,0	10,0
Запорізька	1,8	0,6	3,8	9,8	17,5	21,8	26,6	26,4	16,5	10,3	6,1	2,0	11,9
Миколаївська	1,2	0,3	4,3	9,3	16,1	21,6	26,6	25,3	16,4	10,3	6,4	2,1	11,7
Одеська	1,7	1,8	4,7	9,5	16,2	21,4	26,3	24,7	17,0	10,6	7,4	2,7	12,0
Херсонська	2,8	1,6	4,3	9,9	17,1	21,9	26,9	26,3	16,8	10,9	7,0	3,2	12,4
Вінницька	0,0	-1,6	3,3	8,3	14,3	19,9	24,4	22,4	14,6	8,3	5,2	0,2	9,9
Дніпровська	0,8	-0,5	3,5	9,9	16,8	21,4	26,2	26,0	15,8	9,5	5,4	1,2	11,3
Кропивницька	0,1	-1,7	3,1	9,0	15,7	20,9	25,7	24,5	15,2	9,0	5,6	1,0	10,7
Полтавська	-0,6	-3,4	2,9	8,9	15,6	20,9	25,8	25,1	14,5	8,6	4,3	0,2	10,2
Черкаська	-0,2	-3,0	3,1	8,6	14,9	20,5	25,3	23,3	14,7	8,7	5,2	0,6	10,1

Максимальні середньомісячні температури на території України за 2021 р. зафіксовано в липні та серпні на рівні від 34,4 до 40,9° С. Мінімальні – від -12,8 до -26,2° С. Найнижчі середньомісячні температури відмічено впродовж лютого.

Аномально високі температури перевищили значення 2019 та 2020 рр. на більшості території країни за виключенням Івано-Франківської, Тернопільської, Чернівецької, Херсонської та Вінницької областей. Максимально температури підіймались на півночі до 37–38° С у серпні, на сході – 39–41° С в липні, на заході – до 36–39° С протягом липня і серпня, в південних областях знаходились в межах 38–41° С у липні та серпні, в центральних – 37–38° С в серпні та липні.

Мінімальні температури повітря в 2021 р. припали на січень і лютий та перевищували показники 2020-го за виключенням 4-х

областей: Донецької, Чернівецької, Запорізької та Дніпровської. На півдні мінімальні температури коливалися від -12 до -14°C , у східних областях – $-16\dots-18^{\circ}\text{C}$, на заході сягнули -14 до -22°C , у центральних – $-15\dots-24^{\circ}\text{C}$. У північних областях найнижча температура була відмічена на рівні від -22 до -26°C .

Здійснивши порівняння між захворюванням на лігульоз та середньомісячними показниками температури повітря, ми отримаємо рівняння поліному другого ступеня $y = -0,0357x^2 - 0,4696x + 1,5338$ з коефіцієнтом регресії $0,84$, що свідчить про тісноту зв'язку між показниками (рис. 2).

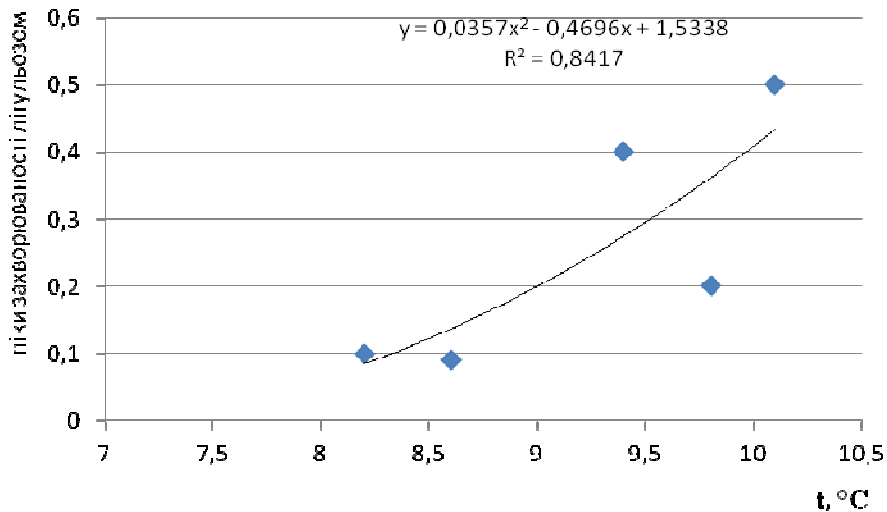


Рис. 2. Залежність захворювання на лігульоз від температури повітря

Отже, як видно з рис. 2, існує пряма залежність між збільшенням захворюваності на лігульоз та температурою повітря. Окрім того, підвищення термічного показника збільшить щорічні часові діапазони можливого розвитку гострої інфекції. З підвищенням температури води сезонні паразити можуть розмножуватися та інфікувати хазяїна впродовж усього року. Розвиток паразита залежить від температури води і більшість спалахів трапляються, коли вона перевищує 16°C [11].

Підвищення температури на $2-3^{\circ}\text{C}$ призведе до високого ризику вимирання від 20 до 30% видів водної флори і фауни, водночас паралельно будуть відбуватися серйозні зміни структури та функцій морських та прісноводних екосистем. Зміна клімату

матиме суттєвий вплив на поширення паразитів та хвороб у водних екосистемах [12]. Кліматичні зміни вплинуть на патогени не лише безпосередньо, але й опосередковано – шляхом змін у поширенні та чисельності їх хазяїв. Виникнення захворювання буде пов'язане зі змінами в екології хазяїв чи збудників хвороб, або їх обох [13]. Найбільш очевидні ефекти, ймовірно, будуть наслідком розширення географічного кола збудників хвороб. Крім того, підвищена температура викликати стрес у водних тварин, що призведе до зниження темпів їх росту, появи нехарактерної поведінки та зміни імункомпетентності [10; 14].

Згідно з даними, розвиток епізоотичного процесу при лігулідозах риб найбільш поширений в північній і частково в центральній частині України. До неблагополучних регіонів увійшло 5 областей: Рівненська з рівнем інвазованості 3,1%, Житомирська – 7%, Хмельницька – 0,4%, Черкаська – 0,08%, Кіровоградська – 0,2% (рис. 3).

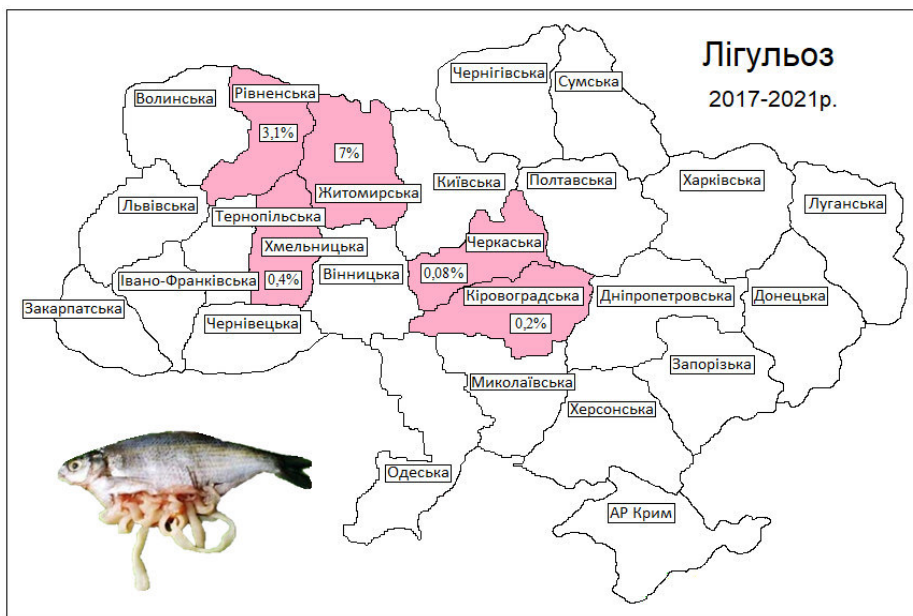


Рис. 3. Поширення лігульозу територією України

Як видно з рис. 3, Рівненська, Житомирська, Хмельницька, Черкаська та Кіровоградська області належать до неблагополучних щодо випадків захворювання на лігульоз. Така динаміка може бути

спричинена не лише змінами клімату, а й екологічним та санітарним станом водойм, у яких було здійснено відбір риб для досліджень. Окрім того, поодинокі випадки зараження лігульозом були зафіксовані в усіх інших областях України, тому проведення подальших досліджень із впливу зміни клімату на поширення лігульозу, а також інших паразитарних захворювань набуває актуальності в останні роки. Оскільки лікування лігульозу ще не розроблене, то необхідно звертати увагу на питання профілактики поширення хвороби.

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що інвазування різновікових груп риб паразитами *Ligula intestinalis*, *Digamma interrupta*, *Schistocephalus solidus* у водоймах насамперед залежить від кліматичних умов, зокрема температури води.

1. Інвазійні хвороби риб / Стибель В. В., Березовський А. В., Довгій Ю. Ю. та ін. Житомир, 2016. 142 с.
2. Сорока Н. М., Гончаров С. Л., Пашкевич І. Ю. Параценогоніоз прісноводних риб : монографія. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2018. 207 с.
3. Пукало П. Я., Шекк П. В. Паразитарні хвороби риб у ставах господарств Львівського облрибкомбінату. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. Ветеринарні науки.* 2018. № 83. Т. 20. С. 141–144.
4. Полтавченко Т. В. Стан захворюваності риби на бронхіомікоз та сапролегніоз у Рівненській області. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. Ветеринарні науки.* 2017. № 73. Т. 19. С. 101–103.
5. Мандигра М. С., Збожинська О. В. Епізоотична ситуація в рибницьких господарствах Рівненщини. *Вет. Медицина : міжвід. темат. наук. зб.* Харків : ІЕКВМ, 2008. Вип. 90. С. 311–315.
6. Сачук Р. М. Еколого-паразитологічний моніторинг коропа в рибницьких господарствах Рівненської області. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. Ветеринарні науки.* Львів, 2010. № 2 (44). Ч. 1. Т. 12. С. 274–278.
7. Катюха С. М., Вознюк І. О. Поширення інвазійних хвороб риб у водоймах Рівненської області. *Ветеринарна біотехнологія.* 2016. № 28. С. 94–101.
8. Курбатова І. М., Тупицька О. М. Вплив абіотичних факторів на організм прісноводних риб (літературний огляд). *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки.* 2015. № 2. С. 99–108.
9. Шевченко О. П., Майструк А. А., Вовк Н. І. Гельмінтози масових видів риб озера Люцимер Шацького національного природного парку. *Природа Західного Полісся та прилеглих*

територій : зб. наук. праць Волинського національного ун-ту ім. Лесі Українки. 2012. № 9. С. 234–238. **10.** Рудь Ю. П., Залоїло О. В., Буцацький Л. П., Грициняк І. І. Вплив зміни клімату на інфекційні захворювання риб. *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 4. С. 78–110. **11.** Jorgensen L. V. G. The fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis*: Host immunology, vaccines and novel treatments. *Fish and Shellfish Immunology*. 2017. Vol. 67. P. 586–595. **12.** Harvell C. D., Mitchell C. E., Ward J. R., Altizer S., Dobson A. P., Ostfeld R. S., Samuel M. D. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*. 2002. Vol. 296(5576). P. 2158–2162. **13.** Daszak P., Cunningham A. A. & Hyatt A. D. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science*. 2000. Vol. 287(5452). P. 443–449. **14.** Ficke A. D., Myrick C. A. & Hansen L. J. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.* 2007. Vol. 17 (4). P. 581–613.

REFERENCES:

1. Invaziini khvoroby ryb / Stybel V. V., Berezovskyi A. V., Dovhii Yu. Yu. ta in. Zhytomyr, 2016. 142 s. **2.** Soroka N. M., Honcharov S. L., Pashkevych I. Yu. Paratsenohonimoz prysnovodnykh ryb : monohrafiia. Kyiv : «TsP «KOMPRYNT», 2018. 207 s. **3.** Pukalo P. Ya., Shekk P. V. Parazytarni khvoroby ryb u stavakh hospodarstv Lvivskoho oblrybkombinatu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Ser. Veterynarni nauky*. 2018. № 83. T. 20. S. 141–144. **4.** Poltavchenko T. V. Stan zakhvoriuvanosti ryby na brankhiomikoz ta saprolehniroz u Rivnenskkii oblasti. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Ser. Veterynarni nauky*. 2017. № 73. T. 19. S. 101–103. **5.** Mandyhra M. S., Zbozhynska O. V. Epizootychna sytuatsiia v rybnytskykh hospodarstvakh Rivnenshchyny. *Vet. Medytsyna : mizhvid. temat. nauk. zb.* Kharkiv : IEKVM, 2008. Vyp. 90. S. 311–315. **6.** Sachuk R. M. Ekoloho-parazytolohichni monitorynh koropa v rybnytskykh hospodarstvakh Rivnenskoii oblasti. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Ser. Veterynarni nauky*. Lviv, 2010. № 2 (44). Ch. 1. T. 12. S. 274–278. **7.** Katiukha S. M., Vozniuk I. O. Poshyrennia invaziinykh khvorob ryb u vodoimakh Rivnenskoii oblasti. *Veterynarna biotekhnolohiia*. 2016. № 28. S. 94–101. **8.** Kurbatova I. M., Tupytska O. M. Vplyv abiotychnykh faktoriv na orhanizm prysnovodnykh ryb (literaturnyi ohliad). *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Biolohichni nauky*. 2015. № 2. S. 99–108. **9.** Shevchenko O. P., Mastruk A. A., Vovk N. I. Helmintozy masovykh vydiv ryb ozera Liutsymer Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku. *Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii : zb. nauk. prats Volynskoho* 194

natsionalnoho un-tu. im. Lesi Ukrainky. 2012. № 9. S. 234–238. **10.** Rud Yu. P., Zaloilo O. V., Buchatskyi L. P., Hrytsyniak I. I. Vplyv zminy klimatu na infektsiini zakhvoriuvannia ryb. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. 2020. № 4. S. 78–110. **11.** Jorgensen L. V. G. The fish parasite *Ichthyophthirius multifiliis*: Host immunology, vaccines and novel treatments. *Fish and Shellfish Immunology*. 2017. Vol. 67. P. 586–595. **12.** Harvell C. D., Mitchell C. E., Ward J. R., Altizer S., Dobson A. P., Ostfeld R. S., Samuel M. D. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*. 2002. Vol. 296(5576). P. 2158–2162. **13.** Daszak P., Cunningham A. A. & Hyatt A. D. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science*. 2000. Vol. 287(5452). P. 443–449. **14.** Ficke A. D., Myrick C. A. & Hansen L. J. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.* 2007. Vol. 17 (4). P. 581–613.

Poltavchenko T. V., Candidate of Veterinary Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Budnik Z. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Chechet O. M., Candidate of Veterinary Sciences (Ph.D.), Lytvynenko O. P., Candidate of Veterinary Sciences (Ph.D.), Miroshnichenko O. I.** (State Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary-Sanitary Examination, Kyiv, 2431519@ukr.net)

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF CHANGES IN THE EPISOTIC SITUATION OF FISH LIGULOSIS IN THE TERRITORY OF UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

The article provides a comparative analysis of the dynamics of the epizootic situation of fish ligulosis on the territory of Ukraine for 2017-2021. A comparison of the influence of climatic indicators on the spread of the disease was also carried out. Ligulosis is an invasive disease of carp, less often – perch and goby fish, which is caused by an impression of the abdominal cavity and a violation of the normal functioning of internal organs. The disease is caused by plerocercoids of cestodes *Ligula intestinalis*, *Digamma interrupta*, *Schistocephalus solidus* of the family *Ligulidae* of the order *Pseudophyllidea*. Ligulosis of fish on the territory of Ukraine is spread locally. Thus, during 2017 to 2021, 35,848 studies were conducted, of which a positive result was

obtained in 80 cases, the average infestation of fish with ligulosis for the period from 2017 to 2021 was 0.2%. Having made a comparison between the ligulosis disease and the average monthly air temperature indicators, we will get a polynomial equation of the second degree with a regression coefficient of 0.84, which in turn indicates a close relationship between the indicators. Data on the spread of the disease by region are presented. Risk zones have been identified with a conditional division of Ukraine into disadvantaged, threatened and temporarily prosperous territories. According to data on the development of the epizootic process, ligulosis of fish is most widespread in the northern and partly in the central part of Ukraine. The disadvantaged regions included 5 oblasts: Rivne region with an infestation level of 3.1%, Zhytomyr region with an infestation level of 7%, Khmelnytskyi region – 0.4%, Cherkasy region – 0.08%, Kirovohrad region with an infestation level of 0.2%. That is why the study of the problem of prevention and the development of modern measures of protection against invasions for fish farms occupies one of the leading places and remains relevant for today.

***Keywords:* ligulosis; spread; epizootic process; territory.**

Польовий В. М., д.с.-г.н., професор (Інститут сільського господарства Західного Полісся, с. Шубків, rivne_arv@ukr.net), **Ященко Л. А., к.с.-г.н., доцент, докторантка** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, l.a.yashchenko@nuwm.edu.ua)

БАЛАНС КАЛІЮ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ УДОБРЕННЯ У ТРАДИЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Розглянуто формування балансу калію у сівозміні з наступним чергуванням культур: пшениця озима, картопля, жито озиме, буряк кормовий, ячмінь ярий, конюшина лучна за органо-мінерального удобрення на дерново-підзолистому ґрунті. Насиченість добривами на 1 га сівозмінної площі становила: гній – 15 т/га (фон); 1,0 NPK – $N_{58}P_{69}K_{75}$; 1,5 NPK – $N_{88}P_{105}K_{112}$. Вплив удобрення на баланс калію вивчено за внесення вапна у одинарній дозі за гідролітичною кислотністю (1,0 Нг) та без нього. Встановлено, що насиченість сівозміни 15 т/га гною сумісно з $N_{88}P_{105}K_{112}$ за проведення вапнування 1,0 Нг дозою вапна забезпечує найвищу урожайність культур і вміст калію у органах рослин. Ураховуючи рівень відчуження і надходження калію встановлено, що за органо-мінеральної системи удобрення був сформований додатний баланс елемента на рівні 85–100 кг/га залежно від дози мінеральних добрив. Порівняння дії вапнування на формування балансу калію у варіантах внесення на фоні 15 т/га гною 1,0 і 1,5 дози NPK показав, що підвищення урожайності у варіантах із 1,0 Нг дозою $CaCO_3$ зумовлює підвищений винос елемента і зниження рівня балансу на 67 і 48 мг/кг K_2O за відповідного удобрення.

Ключові слова: калій; гній; мінеральні добрива; сівозміна; урожайність; баланс.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку агропромислового виробництва поряд із впровадженням радикальних економічних реформ, побудовою ринкового механізму набуває актуального значення проблема розвитку відповідної теорії управління агроєкосистемами, яка могла б комплексно вирішити питання ефективного використання земельних ресурсів та

попередження деградації ґрунтового покриву [1]. На сьогодні, враховуючи перехід аграрного виробництва від планового ведення рослинницької галузі до непланового, коли структура посівних площ може мінятись чи не щорічно, традиційні багатопільні сівозміни змінюються короткотривалими з набором економічно орієнтованих культур [2]. Тому зміни як продуктивності сівозмін, так і їх впливу на родючість ґрунтів потребують дослідження. Найбільш реальну оцінку впливу існуючої і сучасної систем землеробства можна отримати аналізуючи дані стаціонарних дослідів, які дають можливість простежити динаміку балансів елементів живлення протягом десятиліть, враховуючи трансформації, які при цьому відбулися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з головних умов забезпечення і розширеного відтворення землеробства є забезпечення позитивного балансу основних поживних речовин у ґрунті. Із кожним урожаєм рослини виносять із ґрунту значну кількість азоту та зольних елементів і, якщо ці витрати не поновлюються, то поступово відбувається його виснаження і зниження продуктивності вирощуваних культур [3]. Тільки на основі знання точної кількості задіяних рослинами в життєвий цикл поживних речовин, врахувавши їх шлях до наступного повернення в ґрунт, можна науково обґрунтувати практичні рекомендації із землеробства для конкретних зон України.

Від інтенсивності балансу поживних елементів залежить колообіг речовин у системі ґрунт – рослина – добриво, накопичення їх у ґрунті, величина урожаю і його якість.

Основною складовою витратної частини балансу елементів живлення є винос їх урожаєм культур, який визначається величиною урожайності і вмістом елементів у продукції рослинництва [4]. Дослідники зазначають, що показник відносного винесення калію на одиницю основної і відповідну кількість нетоварної частини врожаю є відносно стабільним, але його доцільно постійно уточнювати з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону, сортів і гібридів культури [5]. У зв'язку з цим врахування вмісту елементів живлення в основній і побічній продукції культур сівозміни є передумовою визначення реального їх виносу і балансу в ґрунті. Відчуження соломи і підвищення продуктивності культур може спричинити посилення дефіциту калію і зменшення його запасів у ґрунті. Тому забезпечення потреби культур у калії є кращою стратегією землеробства [6].

Мета і завдання досліджень. Визначити показники балансу

калію у сівозміні Західного Полісся з традиційним набором культур на дерново-підзолистому ґрунті за органо-мінеральної системи удобрення.

Методика досліджень. Польові дослідження були проведені в стаціонарному досліді Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції (нині Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН) упродовж 1998–2005 рр. на дерново-підзолистому зв'язанопіщаному ґрунті в сівозміні: картопля – жито озиме – буряки кормові – ячмінь ярий – конюшина лучна – пшениця озима. Площа посівної ділянки – 198 м², облікової – 100 м², повторність – триразова, розміщення – послідовне. Технологія вирощування загальноприйнята для зони Полісся.

Схема досліду з вивчення впливу тривалого удобрення і вапнування на продуктивність сівозміни та баланс калію дерново-підзолистого зв'язанопіщаного ґрунту включала варіанти наведені у табл. 1. Насиченість на 1 га площі становила: гній – 15 т/га (фон); 1,0 NPK – N₅₈P₆₉K₇₅; 1,5 NPK – N₈₈P₁₀₅K₁₁₂. Вапнування проводили перед початком ротації сівозміни за вихідними показниками гідролітичної кислотності дослідної ділянки 2,2–2,4 ммоль/100 г ґрунту.

Таблиця 1

Система удобрення культур

Варіант досліді	Удобрення культур сівозміни					
	пшениця озима	картопля	жито озиме	буряк кормовий	ячмінь ярий	конюшина лучна
Гній 15 т/га – фон	—	40 т/га гною	—	50 т/га гною		—
Фон + 1,0 NPK	N ₆₀	N ₉₀	N ₆₀	N ₁₀₀	N ₄₀	P ₆₀
Фон + 1,0 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)	P ₆₀ K ₆₀	P ₆₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₆₀	P ₁₂₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₆₀	K ₆₀
Фон + 1,5 NPK	N ₉₀	N ₁₃₅	N ₉₀	N ₁₅₀	N ₆₀	P ₉₀
Фон + 1,5 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)	P ₉₀ K ₉₀	P ₉₀ K ₁₃₅	P ₉₀ K ₉₀	P ₁₈₀ K ₁₈₀	P ₉₀ K ₉₀	K ₉₀

Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за К'ельдалем проводили методами: азот – із реактивом Несслера, фосфор – фотометрично, калій – методом полуменевої фотометрії [7].

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз рівня урожайності вказує на чутливість культур до досліджуваної системи удобрення. Культури забезпечили стабільну урожайність і найкраще реагували на внесення мінеральних добрив за проведення вапнування (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив удобрення і вапнування дерново-підзолистого ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур, у середньому за 1998–2005 рр., т/га

Культура	Варіант досліджу				
	ґній 15 т/га – фон	Фон + 1,0 NPK	Фон + 1,0 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)	Фон + 1,5 NPK	Фон + 1,5 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)
Пшениця озима	2,77	3,09	3,81	3,39	4,29
Картопля	14,6	17,7	22,1	18,7	24,2
Озиме жито	2,28	2,76	3,04	2,85	3,23
Буряк кормовий	32,2	36,1	54,2	37,3	63,2
Ячмінь ярий	1,88	2,05	2,76	2,18	2,83
Конюшина лучна	15,9	20,3	28,0	21,0	27,4

Такі культури, як картопля, озиме жито можуть вирощуватися у широкому діапазоні кислотності ґрунту. Поряд із цим у досліді вони позитивно реагували на внесення вапна при закладанні досліді. Отримані дані свідчать, що вищі прирости урожаю культур відповідали полуторній дозі мінеральних добрив у варіанті із вапнуванням. Найвищі показники урожайності для більшості культур відзначено у варіанті насичення ґноєм 15 т/га, 1,5 дози NPK мінеральних добрив і 1,0 Нг дози CaCO₃.

Зокрема, проведення вапнування і доза добрив 1,5 NPK сприяли збільшенню урожайності зерна жита озимого на 0,28 т/га, пшениці озимої – на 0,90, ячменю ярого – на 0,95, бульб картоплі – на 5,5, коренеплодів буряка кормового – на 25,9 т/га порівняно з фоном. Слід відзначити, що конюшина лучна не забезпечила додаткового приросту урожаю за підвищення дози мінерального добрива порівняно з одинарною. Краща продуктивність була отримана у варіанті 1,0 дози NPK з вапнуванням на фоні 15 т/га гною.

Урожайність культур впливає на відчуження елементів живлення з ґрунту за рахунок їх споживання і накопичення у рослинному організмі в ході вегетації. Враховуючи, що винос калію з ґрунту зумовлений вмістом елемента як у основній, так і побічній продукції, проведено його визначення у відповідних органах культур (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст калію в урожаї культур сівозміни залежно від систем
удобрення і вапнування, % на суху речовину

Культура	Продукція	Варіант дослідів				
		Гній 15 т/га – фон	Фон + 1,0 NPK	Фон + 1,0 NPK + СаСО ₃ (1,0 Нг)	Фон + 1,5 NPK + СаСО ₃ (1,0 Нг)	Фон + 1,5 NPK + СаСО ₃ (1,0 Нг)
Пшениця озима	зерно	0,39	0,41	0,42	0,47	0,50
	солома	0,87	0,97	1,04	1,07	1,11
Картопля	бульби	1,74	1,88	1,97	2,09	2,33
	бадилля	1,60	1,73	1,74	1,76	2,00
Жито озиме	зерно	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40
	солома	0,88	0,99	1,04	1,13	1,18
Буряк кормовий	коренеплоди	0,95	1,02	1,38	1,13	1,43
	гичка	1,47	1,75	2,09	2,27	2,33
Ячмінь ярий	зерно	0,48	0,50	0,61	0,64	0,66
	солома	1,25	1,25	1,34	1,69	1,79
Конюшина лучна	сіно	1,66	1,88	2,02	2,11	2,14

Динаміка вмісту калію у варіантах дослідів вказує на його підвищення відповідно до дози мінерального удобрення. Істотніші зміни відзначені у органах рослин у варіанті Фон + 1,5 NPK + CaCO₃ (1,0 Нг). Порівняно з фоном показники зросли у діапазоні 0,06–0,59 од. у основній і 0,24–0,86 од. у побічній продукції. Таким чином, побічна продукція більшою мірою реагує на підвищення дози добрив у системі живлення, зокрема калію у її складі.

Крім того, розподіл калію у органах рослин залежить від типу культури і її біологічних особливостей. Так, у соломі зернових вміст калію у 2,2–3,0 рази переважав показники у зерні, при цьому найвища його кількість встановлена в соломі ячменю ярого 1,25–1,79% залежно від варіанта удобрення. У гичці буряка кормового калій також перевищував показники коренеплодів у 1,5–2,0 рази, різниця у абсолютних показниках становить 0,5–1,1 од. Картопля як калійфільна культура вирізняється з решти накопиченням калію у основній продукції, зокрема показники його вмісту у бульбах і бадиллі відрізнялися на 0,14–0,33 од. При цьому залежно від удобрення в бульбах вміст калію збільшувався на 8,0–33,9%, у бадиллі 8,1–25,0% порівняно з фоном. Слід відзначити, що саме картопля і буряк кормовий містять у своїх органах найбільше калію порівняно з іншими культурами сівозміни, що впливає на винос даного елемента і формування його балансових показників у цілому по сівозміні (табл. 4).

Таблиця 4

Баланс калію за органо-мінеральної системи удобрення культур сівозміни на дерново-підзолистому ґрунті, середнє за 1998–2005 рр.

Культура	Статті балансу калію, кг/га	Варіант дослідів				
		ґній 15 т/га – фон	Фон + 1,0 NPK	Фон + 1,0 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)	Фон + 1,5 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)	Фон + 1,5 NPK + CaCO ₃ (1,0 Нг)
Пшениця озима	надходження	5,3	65,3	65,3	95,3	95,3
	відчуження	31,5	37,6	48	45,2	58,9
	баланс, ±	-26,2	27,7	17,3	50,1	36,4

продовження табл. 4

Картопля	надходження	245	335	335	380	380
	відчуження	74,3	94,9	122	108	152
	<i>баланс, ±</i>	171	240	214	272	228
Жито озиме	надходження	5,3	65,3	65,3	95,3	95,3
	відчуження	27,5	40,2	43,9	46	54
	<i>баланс, ±</i>	-21,9	25,3	21,6	49,5	41,5
Буряк кормовий	надходження	305	425	425	485	485
	відчуження	143	198	348	266	369
	<i>баланс, ±</i>	162	227	77	218	122
Ячмінь ярий	надходження	5,4	65,4	65,4	95,4	95,4
	відчуження	27,7	32,8	48,2	46,6	58,7
	<i>баланс, ±</i>	-21,8	32,8	18,6	49	36,9
Конюшина лучна	надходження	5,1	65,1	65,1	95,1	95,1
	відчуження	74,3	104	151	134	170
	<i>баланс, ±</i>	-69,2	-39,2	-85,7	-39,1	-74,5
По сівозміні середнє	надходження	570	1020	1020	1245	1245
	відчуження	378	508	760	646	861
	<i>баланс, ±</i>	192	512	260	600	384
<i>Баланс на 1 га, ± кг/га</i>		32	85	43	100	64
<i>Інтенсивність балансу, %</i>		151	201	134	193	145

Баланс елементів живлення дає змогу прогнозувати продуктивність культур, родючість ґрунту, характеризує ступінь відповідності об'ємів внесених добрив і винесених з урожаєм елементів та визначає величину хімічного навантаження на ґрунт, рослини, навколишнє середовище.

В агрохімічному розумінні він залежить від двох основних статей – надходження поживних речовин у ґрунт з удобрювальними засобами та їх вилучення із ґрунту рослинами на побудову врожаю. Залежно від того, який із процесів домінує, змінюється відповідно й рівень родючості ґрунту [8].

Відчуження калію з урожаєм основної і побічної продукції зернових культур і конюшини лучної спричиняє формування від'ємного балансу за їх вирощування без додаткового мінерального живлення. Насиченість сівозміни органічними добривами 15 т/га гною досягалася за рахунок внесення 40 т/га гною під буряк

кормовий і 30 т/га під картоплю. Тому саме завдяки цьому у варіанті фон отримано додатній баланс калію і в середньому по сівозміні його надходження на 192 кг/га переважало витрати на формування урожайності культур.

Слід відзначити, що застосування органо-мінерального удобрення у сівозміні сприяло створенню додатного балансу калію під усіма культурами, крім конюшини. Враховуючи урожайність культури і вміст калію у продукції його винос переважав надходження в залежності від дози добрив на -39,1...-85,7 кг/га. Подібний негативний результат на дерново-підзолистому ґрунті був отриманий з бобовими травами при внесенні 60 кг/га д.р. калійних добрив [9], однак кількість внесених мінеральних і органічних добрив у сівозміні компенсувала різницю калію під конюшиною з надлишком.

Порівнюючи дані статей балансу калію під зерновими культурами, визначено, що підвищення урожайності зерна пшениці озимої, жита озимого і ячменю ярого у варіантах із вапнуванням спричиняє посилене споживання і винос калію. Так, різниця відчуження калію у варіантах Фон + 1,0 NPK і Фон + 1,5 NPK із варіантами відповідної дози мінеральних добрив за вапнування 1,0 Нг дози CaCO_3 на фоні становила для пшениці озимої 10,4 і 13,7 кг/га, озимого жита 3,7 і 8,0 кг/га, ячменю ярого 15,4 і 12,1 кг/га. Проте надходження калію з добривами і посівним матеріалом переважає показники його витрат на формування урожаю, що зумовлює додатній баланс у всіх варіантах схеми досліджу.

Подібний розподіл характерний для картоплі та буряка кормового. Враховуючи, що система удобрення даних культур містила органічні та мінеральні добрива, надходження калію переважало його відчуження на 170,5–272,1 кг/га для картоплі та 77,2–218,4 кг/га для буряка кормового. При цьому гній забезпечив 87,7% загального надходження елемента у варіанті фон, 49,9% за внесення 1,0 дози і 40,2% за 1,5 дози NPK.

Отриманий розподіл калію по статтях балансу показує, що під культурами формується додатній його баланс у всіх варіантах удобрення на рівні 32–100 кг/га, що зумовлює інтенсивність компенсації витрат елемента надходженням на рівні 134–201%. Такі показники балансу свідчать про насичення дерново-підзолистого ґрунту калієм за рахунок органо-мінеральної системи добрив при

застосуванні як 1,0, так і 1,5 дози NPK на фоні 15 т/га гною і 1,0 Нг дози вапна за вирощування традиційних культур зони Полісся.

Висновки. Урожайність культур традиційної сівозміни на дерново-підзолистому ґрунті вказує на їх відзивчивість щодо підвищення норми мінеральних добрив до 1,5 дози NPK на фоні насиченості 15 т/га гною і 1,0 Нг дози CaCO₃. Порівняно з фоном приріст урожайності зерна жита озимого становив 0,28 т/га, пшениці озимої 0,90, картоплі 5,5, буряка кормового 25,9 т/га. Вміст і розподіл калію в органах культур залежав від біології культури і рівня удобрення. Вищий вміст елемента у побічній продукції встановлено для ячменю ярого 1,25–1,79%, у основній продукції для бульб картоплі 1,74–2,33%. Враховуючи відчуження елемента з продукцією рослинництва та його надходження з добривами, встановлено, що органо-мінеральна система удобрення культур сприяє формуванню додатного балансу калію в усіх варіантах дослідів на рівні 32–100 кг/га. При цьому частка гною у надходженні калію становила 87,7% у варіанті фон, 49,9% за внесення 1,0 дози і 40,2% за 1,5 дози NPK. Враховуючи ринкову трансформацію системи землеробства, дефіцит традиційних органічних добрив, було проведено реорганізацію сівозміни та її системи удобрення, що спричинило зміни у статтях балансу елементів живлення. Тому питання компенсації їх відчуження з дерново-підзолистого ґрунту у сучасних економічних умовах на фоні попередніх досліджень потребує подальшого вивчення і глибокого аналізу.

1. Лукашук В. П. Вплив удобрення та обробітку ґрунту на баланс поживних речовин сільськогосподарських культур у сівозміні. *Вісник Полтавської ДДА*. 2016. № 3. С. 63–65. 2. Єщенко В. О. Місце науково обґрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 2. С. 3–6. 3. Тараріко О. Г. Охорона і відтворення родючості ґрунтів – запорука сталого розвитку аграрних виробничих систем України. *Сталий розвиток агроєкосистем* : матеріали міжнарод. конференц. Вінниця, 2002. С. 10–14. 4. Дацько Л. В. Розрахунок балансу поживних речовин у землеробстві України. *Науково-виробничий щорічник Українського хлібороба*. Київ, 2008. С. 65–68. 5. Баланс калію у ґрунті та ефективність калійдефіцитної системи удобрення / Господаренко Г. М. та ін. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 42–46. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-42-46. 6. Linquist B. A., Campbell J. C. & Southard R. J. Assessment of potassium soil balances and availability in high yielding rice systems. *Nutr Cycl Agroecosyst*. 2022. Vol. 122. P. 255–271.

URL: <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10200-w> (дата звернення: 10.06.2022). **7.** Агрохімічний аналіз : підручник / за ред. Городнього М. М. Київ : Арістей, 2005. 476 с. **8.** Христенко А. О. Теоретичні проблеми методології балансового оцінювання кругообігу макроелементів живлення в системі «добриво-ґрунт-рослина». *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків : ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2020. Вип. 90. С. 47–56. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-05>. **9.** Карбівська У. М., Турак О. Ю. Баланс поживних речовин дерново-підзолистого ґрунту за вирощування бобових трав. *Вісник Сумського НАУ. Сер. Агронімія і біологія*. 2015. Вип. 3 (29). С. 116–119.

REFERENCES:

1. Lukashuk V. P. Vplyv udobrennia ta obrobittu ґрунту na balans pozhyvnykh rehovyn silskohospodarskykh kultur u sivozmini. *Visnyk Poltavskoi DAA*. 2016. № 3. S. 63–65.
2. Yeshchenko V. O. Mistse naukovo obgruntovanykh sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Visnyk Umanskooho NUS*. 2014. № 2. S. 3–6.
3. Tarariko O. H. Okhorona i vidtvorennia rodiuchosti ґрунтів – zaporuka staloho rozvytku ahrarynykh vyrobnychykh system Ukrainy. *Stalyi rozvytok ahroekosystem : materialy mizhnarod. konferents*. Vinnytsia, 2002. S. 10–14.
4. Datsko L. V. Rozrakhunok balansu pozhyvnykh rehovyn u zemlerobstvi Ukrainy. *Naukovo-vyrobnychiy shchorichnyk Ukrainskoho khliboroba*. Kyiv, 2008. S. 65–68.
5. Balans kaliuu u ґрунті та efektyvnist kaliidefitsytoi systemy udobrennia / Hospodarenko H. M. ta in. *Visnyk Umanskooho NUS*. 2020. № 2. S. 42–46. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-42-46.
6. Linquist B. A., Campbell J. C. & Southard R. J. Assessment of potassium soil balances and availability in high yielding rice systems. *Nutr Cycl Agroecosyst*. 2022. Vol. 122. P. 255–271. URL: <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10200-w> (дата звернення: 10.06.2022).
7. Агрохімічний аналіз : підручник / за ред. Городнього М. М. Київ : Арістей, 2005. 476 с.
8. Христенко А. О. Теоретичні проблеми методології балансового оцінювання кругообігу макроелементів живлення в системі «добриво-ґрунт-рослина». *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків : ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2020. Вип. 90. С. 47–56. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-05>.
9. Карбівська У. М., Турак О. Ю. Баланс поживних речовин дерново-підзолистого ґрунту за вирощування бобових трав. *Вісник Сумського НАУ. Сер. Агронімія і біологія*. 2015. Вип. 3(29). С. 116–119.

Polovyi V. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Institute of Agriculture of Western Polissia of NAAS, vil. Shubkiv), **Yashchenko L. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Postdoctoral Fellow** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

POTASSIUM BALANCE AT DIFFERENT LEVELS OF FERTILIZATION IN TRADITIONAL CROP ROTATION OF WESTERN POLISSIA

The formation of potassium balance in crop rotation winter wheat, potatoes, winter rye, fodder beet, spring barley, meadow clover with organic-mineral fertilization on sod-podzolic soil is shown. Fertilizer saturation of crop rotation area was, ha^{-1} : manure – 15 t (background); 1.0 NPK – $\text{N}_{58}\text{P}_{69}\text{K}_{75}$; 1.5 NPK – $\text{N}_{88}\text{P}_{105}\text{K}_{112}$. The influence of fertilization on the potassium balance was studied with and without lime application in a 1.0 dose according to hydrolytic acidity (1.0 dose Ha). The highest yield of crops rotation and the content of potassium in plants' organs were established in variant of $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of manure with $\text{N}_{88}\text{P}_{105}\text{K}_{112}$ and lime material. The yield increase of winter rye grain was 0.28 t / ha, winter wheat 0.90, spring barley 0.95, potato tubers 5.5, fodder beet roots 25.9 t / ha compared to the background. Distribution of potassium in plant organs depended on the type of crop and its biological characteristics. The potassium content in cereal straw was 2.2–3.0 times higher than in grain, and vice versa, the content in potato tubers was 0.33 units higher compared to the tops. The crop rotation saturation with organic fertilizer (15 t/ha) was achieved by applying 40 t/ha of manure for fodder beets and 30 t/ha for potatoes. Due to this, in the background variant, potassium receipt by 192 kg/ha on average in the crop rotation exceeded removal for forming crop yields. Manure provided 87.7% of potassium from the total supply in the background variant, 49.9% for 1.0 dose and 40.2% for 1.5 dose of NPK in crop rotation. The established level of alienation and intake of potassium showed that under the organic-mineral fertilizer system a positive balance of the element was formed at the level of $85\text{--}100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ depending on the dose of mineral fertilizers. Comparison of liming effect on the potassium balance formation in the variants of 1.0 and 1.5 doses of NPK application on the background of $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ of manure showed that higher yield in the variants with 1.0 Ha

dose of CaCO₃ causes increased removal of the element and a decrease in the balance level by 67 and 48 mg·kg⁻¹ K₂O by the corresponding fertilizer. The issues of compensation for the alienation of potassium from soddy-podzolic soil against the background of previous studies requires further study and in-depth analysis in the current conditions of market transformation of the farming system, the existing deficit of traditional organic fertilizers and reorganization of crop rotations.

***Keywords:* potassium; manure; mineral fertilizers; crop rotation; yield; balance.**

Романчук Л. Д., д.с.-г.н., професор (Поліський національний університет, м. Житомир), **Ціпан Ю. Р., аспірант** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, ludmilaromanchuck14@gmail.com; y.r.tsipan@nuwm.edu.ua)

ДИНАМІКА КАТАЛАЗНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ У ПОСТПІРОГЕННІЙ ЕКОСИСТЕМІ ЛІСУ

Відстеження та аналіз екологічного відновлення лісових екосистем після пожеж у регіонах, де історично такі явища траплялись нечасто, є актуальним завданням у контексті глобального потепління. Чутливим діагностичним критерієм при цьому є ферментативна активність ґрунту, яка тісно пов'язана з фізико-хімічними властивостями ґрунту, його мікробною біомасою та рослинністю, які зазнають суттєвих змін та перетворень у постпірогенний період. Метою наших досліджень було відстеження динаміки каталазної активності ґрунту в межах суборів південно-східної частини Волинського Полісся після пожежі середньої інтенсивності. Дослідження тривали з червня 2021 р. по листопад 2022 р. на ділянці лісу з розрідженим деревостаном. Відбір проб ґрунту для визначення активності ферменту каталази проводили кожен місяць. Одночасно, на місці відбору проб проводили інструментальне визначення температури, вологості та рН ґрунту для відстеження впливу на ферментативну активність сезонних змін абіотичних факторів середовища. Впродовж вісімнадцяти місяців спостережень було відмічено зростання активності ферменту каталази в 3 рази: від $0,92 \pm 0,2$ мгО₂/г/хв до $2,10 \pm 0,17$ мгО₂/г/хв, із піком значень у вересні 2022 р. $3,13 \pm 0,31$ мгО₂/г/хв. Було підтверджено статистичну значимість лінійної залежності дії температури ґрунту ($r=0,58$), вологості ґрунту ($r=0,57$) та рН ґрунту ($r=0,64$) на його каталазну активність. Багатофакторна регресійна залежність одночасної цих же факторів мала тісний зв'язок ($r=0,97$). Зроблено припущення, що серед усіх проаналізованих абіотичних факторів на процеси відновлення каталазної активності післяпожежного лісового ґрунту визначальний вплив має зміна рН на фоні сезонних температурних

коливань та відповідних змін вологості ґрунту. Продовження подібних досліджень може мати цінність з огляду розробки інструментів ранньої діагностики відновлення постпірогенного ґрунту лісової екосистеми південно-східної частини Волинського Полісся, що є важливим завданням у програмах управління та відновлення післяпожежних територій України.

Ключові слова: ґрунт; каталазна активність; постпірогенна лісова екосистема; абіотичні фактори.

Вступ. Серед причин світових втрат лісів за період останнього тридцятиріччя близько 25% припадає на долю лісових пожеж [1]. Фактори, що їх спричиняють, все більше пов'язують зі змінами клімату в контексті глобального потепління. Повідомляється, що майбутня мінливість клімату лише підвищить ризики та масштаби лісових пожеж у різних частинах планети [2]. Саме тому нині зростає інтерес до відстеження та аналізу екологічного відновлення лісових екосистем після пожеж. Особливо актуальними ці завдання виявляються в регіонах, де пожежі історично були відсутні або виникали рідко.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через знищення рослинності та підстилки, лісові пожежі залишають ґрунт оголеним, що змінює вміст органічних речовин, стійкість агрегатів, склад мікробної спільноти, водовідштовхувальні властивості та ерозійну стійкість [3–6]. Наслідки пожеж в основному залежать від ступеня горіння ґрунту [7], який безпосередньо пов'язаний із кількістю та типом лісового палива (біомаса рослин, сухостій тощо) [6, С. 10; 8], а також характеристиками пожеж (частота, тривалість, інтенсивність) [9; 10]. Допожежний стан ґрунту відновлюється через кілька років після пожеж легкої та середньої інтенсивності [3], або кілька десятиліть, коли інтенсивність пожеж була надзвичайно високою [11]. Одночасно, існують докази, що невеликі пожежі збільшують багатство та різноманітність лісової рослинності [12].

Одними з діагностичних критеріїв відновлення лісової екосистеми після пожеж є рівні ферментативної активності ґрунту, які тісно пов'язані з фізико-хімічними властивостями ґрунту (рН, вологість, температура, кількість органічної речовини), їх мікробною біомасою [13; 14] та рослинністю (включаючи тип, склад та вік насаджень) [15]. Ґрунтові ферменти, в основному синтезовані та

секретовані ґрунтовими мікробами та кореневою системою рослин, надають цінну інформацію про здоров'я ґрунту та функціонування біотичних співтовариств [16; 17]. Тому аналізи ґрунтових ферментів зазвичай використовуються для прямого зв'язку мікробної активності з екосистемними процесами.

Наприклад, ферментативна активність гідролаз та оксидоредуктаз відображає інтенсивність перетворення різних органічних та неорганічних поживних речовин, а також швидкість мінералізації легкодоступних поживних речовин у ґрунті [18]. Фосфотаза – це фермент, який каталізує кругообіг та перетворення фосфору в ґрунтових екосистемах, а її активність чинить значний вплив на здатність до мінералізації органічного фосфору та може розглядатись як біологічний предиктор якості фосфору в ґрунті [19]. Уреаза є ключовим компонентом розкладу та трансформації азоту в ґрунті, який здатен поглинатись та засвоюватись рослинами [20]. Ґрунтова целюлаза є важливим ферментом циклу вуглецю [21], а пероксидаза окислює перекис водню, феноли, аміни та інші з'єднання в хінон та прискорює розклад органічної речовини у ґрунтовій екосистемі [22].

Попри численні дослідження участі ферментативної активності ґрунтів у кругообігу поживних речовин та підтриманні стійкості екосистем на землях різного призначення, процеси відновлення цих механізмів у постпірогенний період лісових ґрунтів вивчались значно рідше. Так, відносно обмеженою є інформація щодо екологічних особливостей та тривалості періодів відновлення окремих типів ґрунту на випалених лісових територіях у межах України.

Мета, завдання та методики проведення досліджень. Метою наших досліджень було відстеження динаміки каталазної активності дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового типу ґрунту суборів південно-східної частини Волинського Полісся в постпірогенний період.

Дослідження тривали з червня 2021 р. по листопад 2022 р. поблизу с. Іванівка Соснівської селищної громади Рівненської області на ділянці лісу з розрідженим деревостаном після пожежі середньої інтенсивності, що відбулась у травні 2021 р. Відбір проб ґрунту проводили в зоні ризосфери трав'янистої рослинності (0–30 см від поверхні) щомісяця з дотриманням нормативних вимог [23]. Одночасно на місці відбору проб проводили трикратне визначення:

температури ґрунту за допомогою електронного термометра TP-101; вологості ґрунту за допомогою професійного портативного вологоміру WALCOM MS-350; рН ґрунту за допомогою професійного портативного аналізатору ґрунту FLO 89000. Після доставки відібраних проб у лабораторію, їх висушування, просіювання та підготовки наважок, проводили газометричне визначення каталазної активності ґрунту [24] у трикратній повторності. Активність каталази виражали в міліграмах кисню, що виділявся за 1 хвилину на 1 г досліджуваного ґрунту ($\text{мгO}_2/\text{г/хв}$).

Статистичне опрацювання отриманих результатів досліджень зводилося до отримання середніх значень та похибок вимірювань, встановлення кореляційних лінійних залежностей та багатофакторного регресійного аналізу за допомогою програмного пакету Statistica 8.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведені визначення каталазної активності ґрунту на досліджуваній постпірогенній ділянці лісової екосистеми дозволили відмітити помітне зростання її значень у період вісімнадцяти місяців (рис. 1).

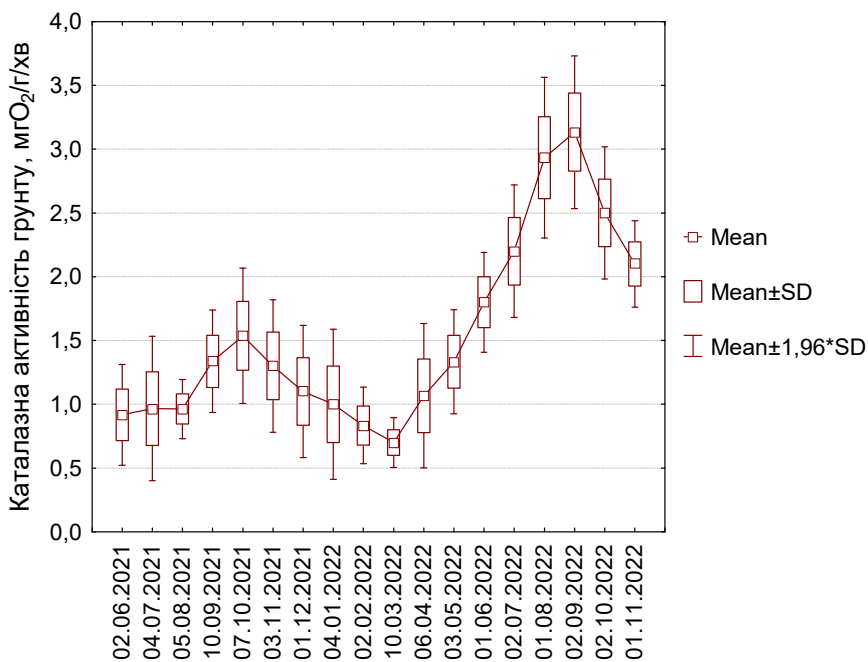


Рис. 1. Динаміка каталазної активності ґрунту у постпірогенній екосистемі лісу

Водночас найсуттєвіше зростання було відмічено через п'ятнадцять місяців від початку спостережень. У перший місяць відбору проб (червень 2021 р.) каталазна активність ґрунту становила $0,92 \pm 0,2$ мгО₂/г/хв. Перший пік підвищення активності ферменту припав на жовтень 2021 р. зі значеннями $1,54 \pm 0,27$ мгО₂/г/хв. У наступні місяці прояв каталазної активності ґрунту знижувався та у березні 2022 р. становив всього $0,70 \pm 0,10$ мгО₂/г/хв, тобто відбулось падіння нижче значення в перший місяць досліджень. У період від березня до вересня 2022 р. каталазна активність ґрунту зросла майже в п'ять разів і становила $3,13 \pm 0,31$ мгО₂/г/хв. У жовтні та листопаді 2022 р. це значення помітно знизилось та становило відповідно $2,50 \pm 0,26$ мгО₂/г/хв та $2,10 \pm 0,17$ мгО₂/г/хв. У цілому, якщо розглядати річний інтервал спостережень, то зміна каталазної активності ґрунту характеризувалась зростанням від $1,34 \pm 0,21$ мгО₂/г/хв у червні 2021 р. до $1,80 \pm 0,20$ мгО₂/г/хв у червні 2022 р. за півторарічний період було відмічено зростання активності ферменту в 3 рази, зокрема в листопаді 2022 р. каталазна активність досліджуваного ґрунту становила $2,10 \pm 0,17$ мгО₂/г/хв.

Очевидно, що подібний прояв динаміки каталазної активності ґрунту певним чином був пов'язаний із сезонною мінливістю ґрунтової мікрофлори та її чутливістю до змін температурних та інших абіотичних факторів. Для перевірки даного припущення нами були проаналізовані залежності між значеннями каталазної активності ґрунту із температурою та вологістю ґрунту.

Так, аналіз лінійної кореляційної залежності каталазної активності ґрунту від температурного фактору в період проведення досліджень свідчить про середню тісноту зв'язку ($r=0,58$, при $p=0,012$) (рис. 2).

Взагалі термічний режим має доведений вплив на всі біологічні процеси ґрунту. В природних умовах температура чинить як прямий, так і опосередкований вплив на ферментативну активність ґрунту, впливаючи також і на інші чинники, тому важливо вивчати прояв інших лімітуючих факторів на діяльність ґрунтової біоти, що відображає реакцію ґрунтів на будь-які екологічні зміни. Серед таких факторів важливе значення також належить вологості ґрунту та рівню концентрації іонів водню в ґрунтовому розчині (рН ґрунту).

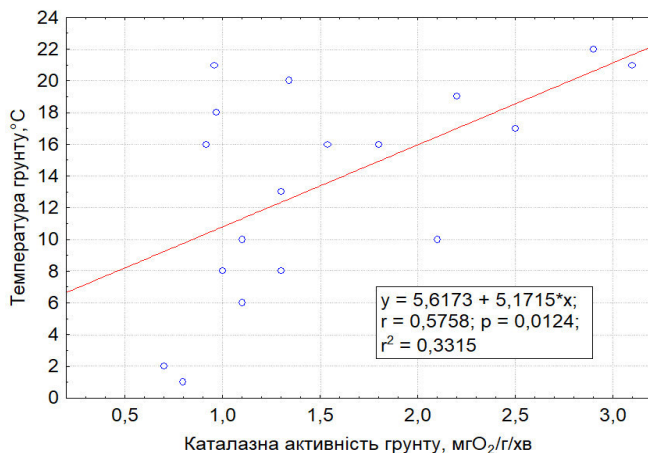


Рис. 2. Зміна каталазної активності залежно від термічного режиму ґрунту у постпірогенній екосистемі лісу

Наприклад, вміст води в ґрунті регулює виживання та смертність ґрунтової біоти, активність ґрунтових мікробів, кількість доступного для них кисню та переміщення газу та розчинених речовин до місця мікробної активності.

Відстеження рівнів вологості досліджуваного ґрунту дозволило нам встановити, що їх кореляційна лінійна залежність із каталазною активністю ґрунту в період спостережень також проявлялась на рівні середньої ($r=0,57$, при $p=0,014$) (рис. 3).

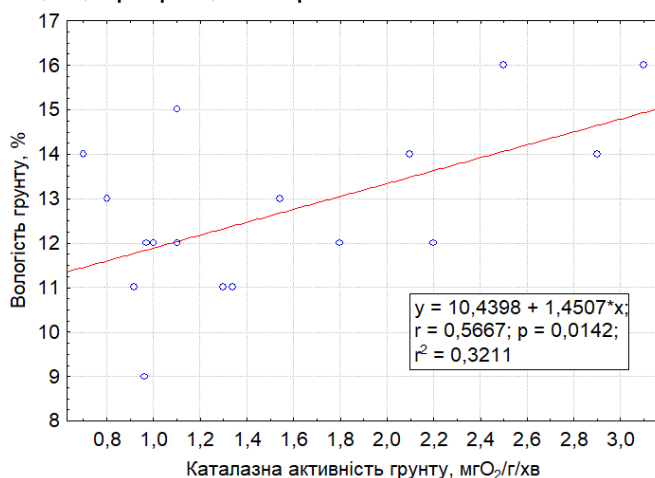


Рис. 3. Зміна каталазної активності залежно від вологості ґрунту у постпірогенній екосистемі лісу

Зафіксовані рівні рН ґрунту в період досліджень мали дещо помітніший лінійний зв'язок із каталазною активністю, про що свідчить встановлений коефіцієнт кореляції $r=0,64$, при $p=0,004$ (рис. 4).

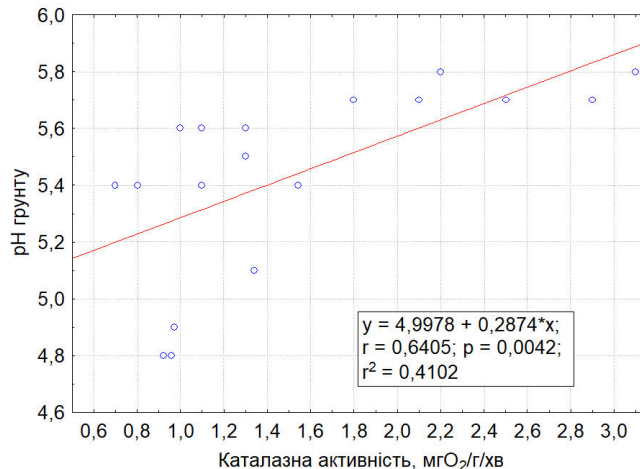


Рис. 4. Зміна каталазної активності залежно від рН ґрунту у постпірогенній екосистемі лісу

Як було зазначено вище, дія абіотичних факторів проявляється в комплексі, тобто одночасно, саме тому нами був проведений багатфакторний регресійний аналіз комплексного впливу температури (T , °C), вологості (B , %) та реакції середовища (рН) ґрунту на формування рівнів його каталазної активності (КА) (таблиця).

Таблиця

Результати багатфакторного регресійного аналізу залежності каталазної активності ґрунту від абіотичних факторів середовища в постпірогенній екосистемі лісу

	Статистичні параметри					
	Beta	Std. Err.	B	Std. Err.	t(14)	p-level
Intercept*			-7,7198	0,89706	-8,6056	$5,8 \cdot 10^{-7}$
рН	0,54615	0,08853	1,2173	0,19731	6,1692	$2,4 \cdot 10^{-5}$
T , °C	0,69901	0,06997	0,0778	0,00779	9,9895	$9,5 \cdot 10^{-8}$
B , %	0,31919	0,08831	0,1247	0,03449	3,6144	$2,8 \cdot 10^{-3}$

*Примітка: Intercept – статистичні параметри вільного члена рівняння регресії.

За підсумками регресійного аналізу, можна стверджувати, що комплексна дія абіотичних факторів є статистично достовірною: $F=61,13$; $df=3,14$; $p=1,8 \cdot 10^{-8}$; $r=0,97$. Підтверджується також статистична достовірність кожного окремого члена регресії. Зокрема довірчі рівні всіх встановлених коефіцієнтів регресії (p -level) знаходяться в межах $< 0,01$. Таким чином, загальний вигляд регресійного рівняння залежності каталазної активності ґрунту від абіотичних факторів середовища в постпірогенній екосистемі лісу має вигляд:

$$KA, \text{ мгO}_2 = -7,72 + 1,21(\text{pH}) + 0,08(T, \text{ }^\circ\text{C}) + 0,12(B, \%)$$

Відстежена в ході наших досліджень динаміка каталазної активності ґрунту в постпірогенній екосистемі лісу відображає тенденцію до відновлення ґрунтової мікробіоти вже в перші вісімнадцять місяців після дії полум'я. Водночас простежуються коливання значень у різні місяці спостережень та їх залежність від дії окремих абіотичних факторів середовища.

Оскільки за своєю природою та принципом дії каталаза є антиоксидантним ферментом, його присутність у ґрунті є чутливим індикатором на зовнішній оксидативний стрес ґрунтової біоти. Для ґрунтових мікробних угруповань активні форми кисню виникають внаслідок впливу ультрафіолетового випромінювання, окиснювачів та висихання, а також внаслідок аеробного дихання та фотосинтезу [23]. Чим вищі рівні каталазної активності ґрунту, тим більшою є чисельність мікроорганізмів, а отже, потенціал підтримки гомеостазу ґрунтової екосистеми є надійнішим. Знищена пожежею мікробіота здатна поступово повторно заселяти ґрунт та в процесі своєї фізіологічної діяльності прискорювати процеси його відновлення. Результати наших досліджень дозволяють стверджувати, що серед усіх абіотичних факторів на процеси відновлення каталазної активності післяпожежного лісового ґрунту визначальний вплив має зміна рН на фоні сезонних температурних коливань та відповідних змін вологості ґрунту. Очевидно, що поряд із дією досліджених факторів мають місце і ряд інших процесів, пов'язаних із розсіюванням у ґрунті продуктів горіння, зміною шпаруватості та об'ємної щільності ґрунту, наявною біомасою коріння рослин, трансформацією органічної речовини тощо. Однак, продовження наших досліджень може мати цінність з огляду розробки інструментів ранньої діагностики відновлення постпірогенного ґрунту

лісової екосистеми південно-східної частини Волинського Полісся, що є важливим завданням у програмах управління та відновлення післяпожежних територій України.

Висновки. Динаміка каталазної активності дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового типу ґрунту суборів південно-східної частини Волинського Полісся в постпірогенний період відображає відновлення ферментативної діяльності мікробіоти вже в перші вісімнадцять місяців. Відмічається середня лінійна кореляційна залежність каталазної активності ґрунту від дії окремих абіотичних факторів середовища: $r=0,58$ для температури ґрунту; $r=0,57$ для вологості ґрунту; $r=0,64$ для рН ґрунту. Багатофакторна регресійна залежність одночасної дії наведених факторів має тісний зв'язок ($r=0,97$) при підтвердженій статистичній достовірності. Отримані результати можуть мати діагностичну цінність у програмах відновлення післяпожежних територій.

1. The state of the World's Forests. Forests, biodiversity and people. FAO, UNEP. Rome. 2020. 214 p. URL: <https://www.fao.org/3/ca8642en/ca8642en.pdf> (дата звернення: 14.11.2022).
2. Burrell A. L., Sun Q., Baxter R., Kukavskaya E. A. Climate change, fire return intervals and the growing risk of permanent forest loss in boreal Eurasia. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 831. P. 154885.
3. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*. 2005. Vol. 143(1). P. 1–10.
4. Zema D. A. Influence of forest stand age on soil water repellency and hydraulic conductivity in the Mediterranean environment. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 753. P. 142006.
5. Zema D. A. Effects of stand composition and soil properties on water repellency and hydraulic conductivity in Mediterranean forests. *Ecohydrology*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1002/eco.2276> (дата звернення: 10.11.2022).
6. Пірогенна трансформація сосняків України / Ворон В. П., Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є., Ткач О. М., Борисенко В. Г., Тимощук І. В., Бологов О. Ю. Харків : ТОВ «Планета-Прінт». 2021. 286 с.
7. Wagenbrenner J. W., Ebel B. A., Bladon K. D., Kinoshita A. M. Post-wildfire hydrologic recovery in Mediterranean climates: A systematic review and case study to identify current knowledge and opportunities. *Journal of Hydrology*. 2021. Vol. 602. P. 126772.
8. Robichaud P. R., Ashmun L. E., Sims B. D. Post-fire treatment effectiveness for hillslope stabilization. Ft. Collins, CO U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2010. URL: <https://doi.org/10.2737/rmrs-gtr-240> (дата звернення: 10.11.2022).
9. Про

затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України : Наказ Держ. ком. ліс. госп-ва України від 27.12.2004 р. № 278. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (дата звернення: 10.11.2022).

10. Smirnova E., Bergeron Y., Brais S. Influence of fire intensity on structure and composition of jack pine stands in the boreal forest of Quebec: Live trees, understory vegetation and dead wood dynamics. *Forest Ecology and Management*. 2008. Vol. 255(7). P. 2916–2927. **11.** Glenn N. F., Finley C. D. Fire and vegetation type effects on soil hydrophobicity and infiltration in the sagebrush-steppe: I. Field analysis. *Journal of Arid Environments*. 2010. Vol. 74(6). P. 653–659. **12.** Marozas V., Racinskas J., Bartkevicius E. Dynamics of ground vegetation after surface fires in hemiboreal *Pinus sylvestris* forests. *Forest Ecology and Management*. 2007. Vol. 250(1–2). P. 47–55. **13.** Temperature effects on soil organic carbon, soil labile organic carbon fractions, and soil enzyme activities under long-term fertilization regimes / Qi R., Li J., Lin Z., Li Z., Li Y., Yang X., Zhang J., Zhao B. *Applied Soil Ecology*. 2016. Vol. 102. P. 36–45. **14.** Kivlin S. N., Treseder K. K. Soil extracellular enzyme activities correspond with abiotic factors more than fungal community composition. *Biogeochemistry*. 2013. Vol. 117(1). P. 23–37. **15.** Kooch Y., Sanji R., Tabari M. Increasing tree diversity enhances microbial and enzyme activities in temperate Iranian forests. *Trees*. 2018. Vol. 32. № 3. P. 809–822. **16.** Banerjee S., Bora S., Thrall P. H., Richardson A. E. Soil C and N as causal factors of spatial variation in extracellular enzyme activity across grassland-woodland ecotones. *Applied Soil Ecology*. 2016. Vol. 105. P. 1–8. **17.** Burns R. G., DeForest J. L., Marxsen J., Sinsabaugh R. L. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2013. Vol. 58. P. 216–234. **18.** Soil enzyme response to permafrost collapse in the Northern Qinghai-Tibetan Plateau / Xu H., Liu G., Wu X., Smoak J. M., Mu C. *Ecological Indicators*. 2018. Vol. 85. P. 585–593. **19.** Krämer S. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*. 2000. Vol. 32(2). P. 179–188. **20.** Brockett B. F. T., Prescott C. E., Grayston S. J. Soil moisture is the major factor influencing microbial community structure and enzyme activities across seven biogeoclimatic zones in western Canada. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 44(1). P. 9–20. **21.** The enzymatic and physiological response of the microbial community in semiarid soil to carbon compounds from plants / Torres I. F., García C., Ruiz-Navarro A., Hernández T., Bastida F. *European Journal of Soil Science*. 2016. Vol. 67(4). P. 456–469. **22.** Patterns of soil microorganisms and enzymatic activities of various forest types in coastal sandy land / Fan L., Tarin M. W. K., Zhang Y., Han Y., Rong J. *Global Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 28. e01625. 11 p. **23.** Simple kinetics, assay, and trends for soil microbial catalases / Georgiou C. D., Sun H. J., McKay C. P., Grintzalis K., Papapostolou I., Zisimopoulos D., Panagiotidis K., Zhang G. S.,

Koutsopoulou E., Christidis G. E., Margiolaki I. *Analytical Biochemistry*. 2020. Vol. 610. P. 113901.

REFERENCES:

1. The state of the World's Forests. Forests, biodiversity and people. FAO, UNEP. Rome. 2020. 214 p. URL: <https://www.fao.org/3/ca8642en/ca8642en.pdf> (data zvernennia: 10.11.2022).
2. Burrell A. L., Sun Q., Baxter R., Kukavskaya E. A. Climate change, fire return intervals and the growing risk of permanent forest loss in boreal Eurasia. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 831. P. 154885.
3. Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*. 2005. Vol. 143(1). P. 1–10.
4. Zema D. A. Influence of forest stand age on soil water repellency and hydraulic conductivity in the Mediterranean environment. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 753. P. 142006.
5. Zema D. A. Effects of stand composition and soil properties on water repellency and hydraulic conductivity in Mediterranean forests. *Ecohydrology*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1002/eco.2276> (data zvernennia: 10.11.2022).
6. Pirohenna transformatsiia sosniakiv Ukrainy / Voron V. P., Koval I. M., Sydorenko S. H., Melnyk Ye. Ye., Tkach O. M., Borysenko V. H., Tymoshchuk I. V., Bolohov O. Yu. Kharkiv : TOV «Planeta-Print». 2021. 286 s.
7. Wagenbrenner J. W., Ebel B. A., Bladon K. D., Kinoshita A. M. Post-wildfire hydrologic recovery in Mediterranean climates: A systematic review and case study to identify current knowledge and opportunities. *Journal of Hydrology*. 2021. Vol. 602. P. 126772.
8. Robichaud P. R., Ashmun L. E., Sims B. D. Post-fire treatment effectiveness for hillslope stabilization. Ft. Collins, CO U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2010. URL: <https://doi.org/10.2737/rmrs-gtr-240> (data zvernennia: 10.11.2022).
9. Pro zatverdzhennia Pravyl pozhezhnoi bezpeky v lisakh Ukrainy : Nakaz Derzh. kom. lis. hosp-va Ukrainy vid 27.12.2004 r. № 278. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (data zvernennia: 10.11.2022).
10. Smirnova E., Bergeron Y., Brais S. Influence of fire intensity on structure and composition of jack pine stands in the boreal forest of Quebec: Live trees, understory vegetation and dead wood dynamics. *Forest Ecology and Management*. 2008. Vol. 255(7). P. 2916–2927.
11. Glenn N. F., Finley C. D. Fire and vegetation type effects on soil hydrophobicity and infiltration in the sagebrush-steppe: I. Field analysis. *Journal of Arid Environments*. 2010. Vol. 74(6). P. 653–659.
12. Marozas V., Racinskas J., Bartkevicius E. Dynamics of ground vegetation after surface fires in hemiboreal *Pinus sylvestris* forests. *Forest Ecology and Management*. 2007. Vol. 250(1–2). P. 47–55.
13. Temperature effects on soil organic carbon, soil labile organic carbon fractions, and soil enzyme activities under long-term fertilization regimes / Qi R., Li J., Lin Z., Li Z., Li Y., Yang X., Zhang J., Zhao B. *Applied Soil Ecology*. 2016. Vol. 102. P. 36–45.

- 14.** Kivlin S. N., Treseder K. K. Soil extracellular enzyme activities correspond with abiotic factors more than fungal community composition. *Biogeochemistry*. 2013. Vol. 117(1). P. 23–37. **15.** Kooch Y., Sanji R., Tabari M. Increasing tree diversity enhances microbial and enzyme activities in temperate Iranian forests. *Trees*. 2018. Vol. 32. № 3. P. 809–822. **16.** Banerjee S., Bora S., Thrall P. H., Richardson A. E. Soil C and N as causal factors of spatial variation in extracellular enzyme activity across grassland-woodland ecotones. *Applied Soil Ecology*. 2016. Vol. 105. P. 1–8. **17.** Burns R. G., DeForest J. L., Marxsen J., Sinsabaugh R. L. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2013. Vol. 58. P. 216–234. **18.** Soil enzyme response to permafrost collapse in the Northern Qinghai-Tibetan Plateau / Xu H., Liu G., Wu X., Smoak J. M., Mu C. *Ecological Indicators*. 2018. Vol. 85. P. 585–593. **19.** Krämer S. Acid and alkaline phosphatase dynamics and their relationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*. 2000. Vol. 32(2). P. 179–188. **20.** Brockett B. F. T., Prescott C. E., Grayston S. J. Soil moisture is the major factor influencing microbial community structure and enzyme activities across seven biogeoclimatic zones in western Canada. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 44(1). P. 9–20. **21.** The enzymatic and physiological response of the microbial community in semiarid soil to carbon compounds from plants / Torres I. F., García C., Ruiz-Navarro A., Hernández T., Bastida F. *European Journal of Soil Science*. 2016. Vol. 67(4). P. 456–469. **22.** Patterns of soil microorganisms and enzymatic activities of various forest types in coastal sandy land / Fan L., Tarin M. W. K., Zhang Y., Han Y., Rong J. *Global Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 28. e01625. 11 p. **23.** Simple kinetics, assay, and trends for soil microbial catalases / Georgiou C. D., Sun H. J., McKay C. P., Grintzalis K., Papapostolou I., Zisimopoulos D., Panagiotidis K., Zhang G. S., Koutsopoulou E., Christidis G. E., Margiolaki I. *Analytical Biochemistry*. 2020. Vol. 610. P. 113901.
-

Romanchuk L. D., Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Polissia National University, Zhytomyr), **Tsipan Yu. R., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

DYNAMICS OF SOIL CATALASE ACTIVITY IN THE POST-PYROGENIC FOREST ECOSYSTEM

It is important to track and analyze the ecological restoration of forest ecosystems after fires. This is especially relevant in regions where historically such phenomena have occurred infrequently. Global warming increases the relevance of such research. A sensitive

diagnostic criterion is the enzymatic activity of the soil. This is closely related to the physico-chemical properties of the soil, its microbial biomass and vegetation, which undergo significant changes and transformations in the post-pyrogenic period. The aim of our research was to track the dynamics of catalase activity in the soil within the sub-forests of the south-eastern part of the Volyn Polissia after a medium-intensity fire. The research lasted from June 2021 to November 2022 in a forest area with sparse stands. Sampling of soil to determine the activity of catalase enzyme was carried out every month. At the same time, instrumental determination of soil temperature, humidity, and pH was carried out at the sampling site. This made it possible to monitor the effect of seasonal changes in abiotic environmental factors on enzymatic activity. During eighteen months of observation, a 3-fold increase in the activity of the catalase enzyme was noted: from 0.92 ± 0.2 mgO₂/g/min to 2.10 ± 0.17 mgO₂/g/min, with peak values in September 2022. which was at the level of 3.13 ± 0.31 mgO₂/g/min. The statistical significance of the linear dependence of soil temperature ($r=0.58$), soil moisture ($r=0.57$) and soil pH ($r=0.64$) on its catalase activity was confirmed. The multivariate regression dependence of the same factors simultaneously had a close relationship ($r=0.97$). It is assumed that among all analyzed abiotic factors, the change in pH against the background of seasonal temperature fluctuations and corresponding changes in soil moisture has a decisive influence on the processes of restoration of catalase activity of post-fire forest soil. Continuation of such research may be valuable in view of the development of tools for early diagnosis of recovery of the post-pyrogenic soil of the forest ecosystem of the southeastern part of the Volyn Polissia. This is also an important task in the management and restoration programs of Ukraine's post-fire territories.

Keywords: soil; catalase activity; post-pyrogenic forest ecosystem; abiotic factors.

Фандалюк А. В., к.с.-г.н., с.н.с., головна інженерка-грунтознавиця, заступник директора, ORCID: 0000-0003-3176-4372, Полічко В. С., начальниця відділу моніторингу ґрунтів, ORCID: 0000-0002-0865-4493 (Закарпатська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», с. Велика Бакта, roduchistt@ukr.net), Ліхо О. А., к.с.-г.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВПЛИВ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

Після проведення реформування у гірській зоні Закарпатської області на даний час діють 15 територіальних громад, які об'єднали 75 сільських і міських рад, куди входить 130 населених пунктів. У цій зоні 80,2% займають сіножаті і пасовища, а на ріллю відведено 19,3% від усїєї площі. Основними типами ґрунтів гірської зони є бурі гірсько-лісові, гірсько-лучні і дерново-буроземні щебенюваті на елювії-делювії карпатського флішу і магматичних порід. По своїй природі ґрунти гірської зони низькородючі, насамперед за рахунок високої кислотності. За агрохімічними показниками вони характеризуються середньокислою реакцією ґрунтового розчину з показником рН 4,81 од., підвищеним умістом гумусу (3,74%), низьким умістом сполук лужногідролізованого азоту (133,4 мг/кг) та рухомого фосфору (42,5 мг/кг), середнім вмістом сполук рухомого калію (91,7 мг/кг) та підвищеним рухомої сірки (9,6 мг/кг). Загалом ґрунти гірської зони оцінюються у 37 балів, що відносить їх до ґрунтів сьомого класу низької якості. Найбільше піддаються ерозійним процесам землі під просапними культурами, зокрема під картоплею та іншими коренеплодами. Виведення із сільськогосподарських угідь еродованих земель – це найбільш екологічно обґрунтований та економічно доцільний спосіб їх використання. Загалом по всіх ґрунтово-кліматичних зонах області з інтенсивного обробітку слід вивести близько 37,3 тис. га ріллі, з яких 23,0 тис. га слід залужити і перевести в сіножаті та пасовища, а 14,3 тис. га потрібно було би залісити.

Ключові слова: гірська зона Карпат; децентралізація;

структура сільськогосподарських угідь; ґрунт; кислотність; гумус; рухомі сполуки азоту; фосфору і калію; ерозійні процеси.

Постановка проблеми. Ключовим принципом законодавства більшості розвинутих країн є неприпустимість дії на ґрунт, яка призводить до погіршення його якості, до деградації, забруднення і руйнування [1]. Наявність достовірної та повної інформації про стан ґрунту – тип, вміст поживних речовин, вологість, забрудненість тощо, є важливим елементом при вирішенні питань ефективного використання наявного земельного фонду, управління родючістю ґрунтів та охороною довкілля. Наукові підходи до використання землі розглядаються в системі ландшафтів, в основі яких лежить аналіз локальних екосистем [2]. Ґрунти Закарпатської області за своїми фізичними і агрохімічними властивостями відрізняються від інших регіонів України і представляють окрему, самостійну геохімічну провінцію та потребують детальних досліджень, особливо у гірській зоні Українських Карпат.

Ерозія може викликати миттєві зміни (як при величезних обвалах) або дуже повільні і майже непомітні. Але, незалежно від темпів ерозії, результатом її завжди буває постійна зміна вигляду земної поверхні. Рельєф вносить суттєві і багатогранні відхилення у закономірні зміни кліматичних умов області, пов'язані з наростанням висоти. Клімат Карпат – континентально-європейський. Значний вплив на нього має різка зміна висоти над рівнем моря, форми рельєфу, експозиція та крутизна схилів. Клімат впливає на процеси ерозії дією температури і вологи. Температура діє на фізичні, хімічні, біохімічні і біологічні процеси ґрунтів. Вона зумовлює також фізичне вивітрювання материнських порід, впливає на режим випаровування вологи з ґрунту.

Аналіз останніх досліджень. Ґрунт справедливо називають головним багатством планети та держави зокрема. Не дивно, що у Земельному кодексі України земля визначена, як «основне національне багатство, що перебуває під особливою охороною держави» [3], проте процеси змін форм господарювання і власності на землю, що стали основним змістом перетворень в аграрному виробництві України, негативно позначилися на родючості ґрунтів. Водночас земельне реформування в Україні повинно полягати не стільки у зміні форми власності на землю, скільки у виробітку нових

земельних відношень у суспільстві, що сприятимуть раціональному і вискоєфективному використанню земельних угідь, всебічній охороні та розширеному відтворенню родючості ґрунтів, формуванню стійкого екологічного землекористування. Адже на сьогодні однією з гострих проблем сучасного сільськогосподарського виробництва в Україні є неухильне падіння родючості ґрунтів, погіршення їх якості та екологічного стану [4].

За оцінкою Міжнародного довідково-інформаційного центру ґрунтових ресурсів в Нідерландах, 15% всесвітнього земельного фонду схильні до деградації під впливом діяльності людини. З них 55,7% порушено водною ерозією, 28 – дефляцією, 12,1 – хімічної деградацією (наприклад, засолення в результаті іригаційних робіт) і 4,2% знаходяться під фізичним впливом (в результаті підтоплення, переущільнення, просадки) [5].

Протягом всієї історії людство прагнуло протидіяти стихійним силам природи. При всіх способах землекористування найбільшої шкоди сільському господарству завдає ерозія ґрунтів. Неправильне землекористування посилює дію факторів, які призводять до ерозії. Розвиток ерозійних процесів у Закарпатській області є відносно слабким, незважаючи на велике розорювання. Передусім це пояснюється особливістю ґрунтотворного процесу. Порівняно щільна будова важких та середніх суглинків, неглибоке залягання щільного глейового горизонту – все це протидіє глибинній ерозії. Цьому також сприяє мала водопроникність закарпатських ґрунтів та кори вивітрювання, які під час дощів набувають великої в'язкості [6].

Мета і завдання дослідження полягає в тому, щоб створити банк даних щодо землекористувачів і землевласників, господарств, структури сільськогосподарських угідь і їх розміщення, включаючи визначальні природно-кліматичні, ґрунтові, гідрологічні, господарсько-економічні та інші характеристики гірської зони Карпат, з подальшим вивченням впливу ерозійних процесів на властивості ґрунтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Карпатська гірська зона охоплює близько 80% площі області і лежить у межах абсолютних висот понад 400 м над рівнем моря. Це найбільш критична зона для землеробства, оскільки абсолютна більшість земель лежить на схилах з слабким ґрунтовим покривом. З 517,6 тис. га, що її займає ця зона, тільки 122,4 є придатними для

сільськогосподарського використання. Ріллі тут 29,5 тис. га, з яких 17,6 тис. га розміщені на схилах від 3 до 7° і піддаються впливу ерозійним процесам [7].

Методика проведення досліджень передбачає проведення досліджень на основних типах ґрунтів гірської зони Закарпаття. Дослідження проводяться з використанням методичних підходів, які застосовуються в Україні та у міжнародній практиці. Заплановані дослідження проводили за методами, визначеними Методикою проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення [8].

У гірській зоні Карпат у процесі децентралізації утворились нові об'єднані територіальні громади. За рахунок об'єднання районів у цій зоні Великоберезнянський район приєднаний до Ужгородського, Воловецький до Мукачівського, Міжгірський до Хустського, а Рахівський і Тячівський райони залишилися самостійними. Всього у гірській зоні сьогодні діють 15 територіальних громад, у які об'єдналися 75 сільських, селищних і міських рад, куди входить 130 населених пунктів. В усіх громадах сільськогосподарські угіддя розподілені між особистими селянськими господарствами та територіальними громадами. Фермерські господарства займають невеликі площі. Основна частка сільськогосподарських угідь у гірській зоні відведена під сіножаті 13,0 тис. га (48,1%) і пасовища – 8,69 тис. га, або 32,1%: рілля займає 5,21 тис. га або 19,3%. Решта угідь займають багаторічні насадження – 0,13 тис. га (0,5%). Обстежені нами ґрунти подано у табл. 1.

У гірській частині ґрунтоутворення відбувається за буроземним типом. Основний фактор – гірський рельєф, який перерозподіляє рослинний покрив, тепло і вологу, викликає висотну ґрунтову поясність. Ґрунтоутворення на гірських схилах зумовлює абсолютну та відносну молодість ґрунтів, незначну потужність, розвиток природної денудації, прискорює викликану людською діяльністю площинну та лінійну ерозію. Ґрунтовий покрив Карпат сформувався в умовах складної літологічної диференціації ґрунтоутворюючих порід та рельєфу, що обумовило його значну різноманітність.

Таблиця 1

Структура сільськогосподарських угідь гірської зони

Район	Територіальна громада	Структура с/г угідь, га*			
		рілля	пасовище	сіножаті	б/р насад.
Ужгородський (Велико- березнянський)	Великоберезнянська	355,80	771,60	121,80	52,80
	Костринська сільська	134,80	446,20	284,80	0,00
	Ставненська сільська	91,00	635,63	511,29	
Мукачівський (Воловецький)	Воловецька селищна	499,34	150,81	116,60	0,00
	Жденіївська селищна	343,57	454,68	261,23	0,00
	Нижньоворітська	1695,00	1466,94	699,35	15,00
Хустський (Міжгірський)	Пилипецька сільська	1115,80	724,30	493,30	0,00
	Синевирська сільська	159,30	535,60	631,80	0,00
	Міжгірська селищна	664,90	2335,50	2857,50	0,00
	Колочавська сільська	13,30	421,50	928,20	0,00
Рахівський	Богданська сільська	0,00	69,40	715,60	0,00
	Великобичківська	134,73	367,52	1479,97	62,10
	Рахівська міська	0,00	96,03	1235,86	0,00
	Ясінянська селищна	0,00	0,00	2501,15	0,00
Тячівський	Усть-Чорнянська	0,00	210,00	165,23	0,00
Усього, га		5207,54	8685,71	13003,68	129,90
Усього, %		19,3	32,1	48,1	0,5

* Угіддя, які обстежені

Для всієї території властиве кисле буроземоутворення. Кислий буроземнотворчий процес проходить під широколистяними (дубово-буково-грабовими) та хвойними (смереково-ялиновими) лісами, сільськогосподарськими культурами, а також під високогірними луками (полонинами) в умовах теплого, помірного та холодного вологого клімату на достатньо дренованих породах. Основними типами ґрунтів гірської зони є бурі гірсько-лісові, гірсько-лучні і дерново-буроземні щебенюваті на елювії-делювії карпатського флішу і магматичних порід. Переважаючими серед них є бурі гірсько-лісові ґрунти, які зайняті, в основному, лісами, менше – кормовими угіддями і ріллею. Ці ґрунти піддаються сильним ерозійним процесам. Вони характеризуються високим вмістом малодоступного гумусу, у якому переважають фульвокислоти, і кислою реакцією ґрунтового розчину та вираженою строкатістю у забезпеченні рухомими формами поживних речовин.

За нашими дослідженнями, у гірській зоні переважають бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні неглибокі щебенюваті і

кам'янисті ґрунти, які займають 16012 га, що належать до 198-ї агровиробничої групи (табл. 2). Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти прохолодного поясу залягають на висоті від 500 до 800 м над рівнем моря, вони займають площу 3598,4 га. На висоті від 800 до 1100 м залягають такі ж ґрунти, однак вони слабозмиті (194 агрогрупа), їх площа 1273,0 га. У помірному поясі (до 500 м) залягають бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти, які відносяться до 192-ї агровиробничої групи. Інші групи ґрунтів займають незначні площі, що наглядно видно у табл. 2.

Таблиця 2

ґрунтовий покрив гірської зони Карпат

Код агрогрупи	Назва агровиробничої групи	Досліджена площа, га
190	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти помірно холодного поясу (від 800 до 1100 м над рівнем моря)	427,0
191	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти и прохолодного поясу (від 500 до 800 м над рівнем моря)	3598,4
192	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти помірного поясу (від 250 до 500 м над рівнем моря)	1480,2
193	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти теплого поясу (до 250 м над рівнем моря)	273,0
194	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті слабозмиті ґрунти помірно-холодного поясу (від 800 до 1100 м над рівнем моря)	1273,0
195	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті слабозмиті ґрунти прохолодного поясу (від 500 до 800 м над рівнем моря)	816,7
198	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні неглибокі щебенюваті і кам'янисті ґрунти	16011,8
199	Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні щебенюваті і кам'янисті середньо і сильнозмиті ґрунти	1685,0
Усього по зоні, га		25565,1

За результатами проведених досліджень, встановлено, що ґрунтам гірської зони Закарпатської області генетично притаманна

кисла реакція ґрунтового розчину, зумовлена відсутністю в ґрунтотворній породі карбонатних сполук та високим вмістом іонів водню, алюмінію, марганцю і заліза. По своїй природі ґрунти цієї зони є низькородючими насамперед за рахунок високої кислотності. Серед кислих ґрунтів найбільш поширені бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні ґрунти, які слабо забезпечені поживними речовинами та мають підвищену кислотність ґрунтового розчину. Загалом по гірській зоні ґрунти характеризуються як середньокислі з показником рН 4,81 одиниць (табл. 3).

Проблема гумусу для ґрунтів Закарпаття надзвичайно важлива, оскільки велика кількість опадів (більше 700 мм на рік) сприяє його вимиванню, особливо на схилових землях. Аналіз результатів досліджень щодо вмісту гумусу у ґрунтах свідчить про те, що його кількість відповідає підвищеному вмісту в усіх районах області (3,27–4,02%), за виключенням Рахівського, де його вміст знаходився на високому рівні (4,21%).

Незважаючи на підвищений вміст гумусу, родючість ґрунтів практично не зросла, оскільки цим ґрунтам характерна висока кислотність, яка без вапнування ще більше зростає. При таких умовах мікробіологічна активність ґрунту знижується, співвідношення гумінових кислот до фульвокислот стає менше одиниці, що в умовах перезволоження призводить до вимивання кальцію, магнію і калію з верхніх горизонтів і ще більше підкислює ґрунтовий розчин, а в кислому середовищі такий гумус «законсервований» і недоступний для рослин. Вміст доступних сполук азоту у ґрунтовому покриві області знаходиться у прямій залежності від вмісту органічної речовини. У більшості господарств вміст цих сполук відповідає низькому рівню (від 101,0 до 150,0 мг/кг ґрунту), за винятком землекористувань Рахівського району, де при високому вмісті гумусу вміст сполук азоту знаходиться на середньому рівні з показником – 152,6 мг/кг ґрунту.

Таблиця 3

Агрохімічні властивості ґрунтів гірської зони Закарпаття

Район	Площа, га	pH	Гумус, %	N, азот лужно-гідролізований	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сірка рухома	Еколого-агрохімічний бал
Ужгородський	3405,7	5,51	3,47	134,1	89,1	129,1	13,6	50
Мукачівський	5711,9	5,12	3,74	142,3	46,6	102,0	8,0	41
Хустський	9345,7	4,52	4,02	118,5	25,3	68,7	8,1	32
Рахівський	7199,5	4,68	4,21	152,6	44,1	102,8	10,0	39
Тячівський	375,2	4,22	3,27	119,3	7,6	55,8	8,2	23
Усього по гірській зоні, площа/середньозважений показник	26038,1	4,81	3,74	133,4	42,5	91,7	9,6	37

Одним із основних елементів живлення рослин є фосфор. Цей елемент активно виноситься з ґрунту урожаєм, а вноситься у недостатній кількості. Особливо гостро відчувають нестачу фосфору ґрунти, які характеризуються підвищеною кислотністю. Дослідженнями встановлено, що ґрунти Тячівського району, які мають сильноокислу реакцію ґрунтового розчину характеризуються дуже низьким вмістом сполук рухомого фосфору, вміст яких складає 7,6 мг/кг ґрунту. Такий вміст сполук рухомого фосфору зафіксований і у Міжгірському районі (тепер Хустський), де його кількість складає 25,3 мг/кг ґрунту (табл. 3). У ґрунтах Рахівського і Воловецького (тепер Мукачівського) районів вміст сполук фосфору низький, менше 50,0 мг/кг, і тільки у Великоберезнянському (Ужгородському) районі забезпеченість сполуками рухомого фосфору відповідає середньому вмісту з показником 89,1 мг/кг ґрунту.

Калійний режим гірських ґрунтів більш сприятливий ніж фосфорний, тому що його кількість у ґрунтах значно більша. Низький вміст сполук рухомого калію у зональних ґрунтах виявлений у Міжгірському (68,7 мг/кг) та Тячівському районах (55,8 мг/кг). Середньому вмісту цих сполук відповідають ґрунти Воловецького (102,0 мг/кг) і Рахівського (102,8 мг/кг) районів, тільки у Великоберезнянському районі ґрунти характеризуються підвищеним вмістом рухомих сполук калію (129,1 мг/кг). Загалом ґрунти Великоберезнянського і Воловецького районів, за еколого-агрохімічною оцінкою, належать до шостого класу (середня якість), а

Хустського і Рахівського – до сьомого, а Тячівського району до восьмого класу (низька якість).

Властивості ґрунтів у гірській зоні погіршуються зі збільшенням висоти над рівнем моря. Найбільше піддаються ерозійним процесам ґрунти, що використовуються як рілля. Всього в області, згідно з матеріалами великомасштабного обстеження ґрунтів, проведеного Інститутом землеустрою, налічується біля 200 тис. га ерозійно-небезпечних земель, з яких 40,7 тис. га становить рілля. З кожного гектара щорічно зноситься 34,8 тони родючого ґрунту. Інтенсивно ерозійні процеси проходять на оголених від лісу та чагарників схилах в гірських районах. Тут середньорічний змив складає від 40 до 70 тонн з кожного гектара. Під час паводків, які тут нерідкі, в кожному кубічному метрі стоку міститься до 12 кг ґрунту. Загалом розораність ґрунтів в області складає 48%, проте в окремих районах цей показник значно вищий. Так, в Мукачівському районі земельні угіддя розорані на 66,3%, у Виноградівському – на 70,1%, а у Берегівському цей показник сягає 74,5%. Менш розорані землі в гірських районах (в середньому 27,1%), хоча у Рахівському районі рілля займає лише 7,4%. Але і тут цей показник є занадто високим, оскільки більшість орних земель знаходиться на ерозійно-небезпечних схилах. Враховуючи те, що у гірській місцевості середньорічна кількість опадів досягає 1500–1600 мм, і те, що потужність ґрунтового шару невелика (здебільшого 40–70 см), кількість орних земель тут не повинна перевищувати 10%. У табл. 4 наведено площі сільськогосподарських угідь Закарпатської області, що еродовані, а також площі орних земель з характеристикою по розміщенню на схилах різної крутизни. З таблиці видно, що навіть в низинних районах Закарпатської області є певна кількість еродованих земель, адже за останнє десятиліття показник розораності по області досяг 43,7%. Зокрема на Притисянській низовині має місце розорювання земель гідрографічної мережі і, відповідно, їх змив поверхневим стоком внаслідок берегової ерозії.

Закарпатське передгір'я – це зона надмірного зволоження. Слабка водопроникність ілювіального горизонту переважаючого тут буроземно-підзолистого типу ґрунтів зумовлює їх сильний змив і розмив на схилах, де є розвинутою площинна та лінійна ерозія земель.

Таблиця 4

 Площі еродованих земель Закарпатської області та розміщення
орних земель за крутизною схилів, тис. га

Назва району	Всього еродованих земель		Розміщення орних земель за крутизною схилів				
	с.-г. угіддя	у т. ч. рілля	до 1°	1-3°	3-7°	більше 7°	Усього
Берегівський	0,8	0,3	29,5	0,7	0,8	0,1	31,0
В. Березнянський	1,0	0,8	0,1	0,5	0,9	2,8	4,1
Виноградівський	0,4	0,2	26,3	0,3	0,6	0,5	27,6
Воловецький	1,8	1,4	-	-	0,5	4,2	4,7
Іршавський	7,8	7,3	5,4	1,6	2,2	0,7	9,9
Міжгірський	8,9	8,5	-	0,3	1,0	5,0	6,2
Мукачівський	3,2	3,0	22,3	2,3	3,8	0,6	29,1
Перечинський	0,7	0,4	1,3	0,5	0,7	1,2	3,7
Рахівський	3,8	3,4	0,2	0,7	0,4	0,4	1,6
Свалявський	1,4	1,0	0,6	0,4	0,4	0,7	2,1
Тячівський	4,1	4,0	3,6	1,1	0,4	0,1	5,3
Ужгородський	5,5	5,0	23,2	1,1	2,1	0,4	27,0
Хустський	0,2	0,2	7,5	0,5	0,2	0,3	8,7
Усього, га	39,6	35,5	120,0	10,0	14,0	17,0	161,0

За інтенсивністю змиву гумусового горизонту ґрунти діляться на три категорії: слабозмиті, середньозмиті та сильнозмиті. Серед обстежених протягом останнього туру агрохімічної паспортизації сільськогосподарських угідь передгірної зони 944 га розміщені на буроземно-підзолистих середньо- та сильнозмитих ґрунтах. На таких угіддях без застосування протиерозійних заходів змив ґрунту може бути настільки великим, що вони стають зовсім непридатними для сільськогосподарського використання. Їх недоцільно в подальшому використовувати як рілля і необхідно відвести під суцільне залуження. Угіддя ж, що розміщені на розмитих ґрунтах, пересічених ярами та балками, а також на крутосхилах з виходами корінних порід, краще використати для заліснення.

На ріллі, яка розміщена на схилах крутизною 3–7° (в обстежених у 2020 році Перечинському і Тячівському районах нараховується 1100 га), потрібно запровадити ґрунтозахисні сівозміни з посівами багаторічних злаково-бобових трав, а 1300 га ріллі, які розміщені на схилах крутизною більше 7°, взагалі необхідно вивести з обробітки і використовувати як пасовища та сіножаті.

У гірській зоні Закарпаття, яка охоплює близько 80% площі області, завжди спостерігаються всі види ерозії, селі та зсуви. Це найбільш критична зона для землеробства, яка піддається впливу ерозійним процесам. У Воловецькому і Рахівському районах нараховується 5,6 тис. га еродованих земель. Такі угіддя потребують поліпшення з використанням різних протиерозійних гідротехнічних та лісомеліоративних заходів залежно від ступеня змитості, крутизни схилів та господарського призначення ділянки. На ріллі необхідно проводити такий протиерозійний обробіток ґрунту, який створює можливості для швидкого переведення стокових вод у нижні ґрунтові горизонти, а також надає орному шару більш стійкий до ерозії стан. Цей обробіток включає в себе такі заходи, як глибоке розпушування, ґрунтопоглиблення, борознування, лункування. У багатьох випадках ефект одержують при терасуванні схилів та будівництві гідротехнічних споруд – таким чином розподіляється концентрований поверхневий стік, або відводиться в ерозійно-безпечні місця. Також доцільно в гірській зоні проводити заліснення сильнозмитих і розмитих ґрунтів, адже досвід показує, що після створення закріплювальних насаджень змив ґрунту майже зовсім припиняється.

Висновок. Так, після проведення реформування у гірській зоні Закарпатської області на даний час діють 15 територіальних громад, які об'єднали 75 сільських, селищних і міських рад, куди входить 130 населених пунктів. У цій зоні 80,2% займають сіножаті і пасовища. Ще 0,5% площ зайняті багаторічними насадженнями, а на ріллі відведено 5,21 тис. га або 19,3% від усієї площі.

У гірській зоні Закарпаття найбільшій шкоди завдає водна ерозія, якій сприяють великі перепади висот, крутизна і довжина схилів, зливовий характер опадів, а також значний антропогенний тиск на природні комплексні території. Негативну дію на клімат області чинить і діяльність людини, від якої навантаження дійшло до такого рівня, що почало перевищувати межі здатності ґрунтів до відновлення. Особливо у гірських умовах дестабілізована екологічна рівновага, що встановлювалась віками. Якщо до дев'яностих років гірськими лісами випаровувалось близько 20 км³ вологи, що формувало клімат не лише Закарпатської області, а і більшої частини України, то масова вирубка лісів призвела до різкого зменшення

цього показника і викликала в останні роки сильні засухи не лише у Закарпатті.

За агрохімічними показниками, ґрунти гірської зони Закарпаття характеризуються середньою реакцією ґрунтового розчину з показником рН 4,81 од., підвищеним умістом гумусу (3,74%), низьким умістом сполук лужногідролізованого азоту (133,4 мг/кг) та рухомого фосфору (42,5 мг/кг), середнім вмістом сполук рухомого калію (91,7 мг/кг) та підвищеним рухомою сірки (9,6 мг/кг). Загалом ґрунти гірської зони оцінюються у 37 балів, що відносить їх до ґрунтів сьомого класу низької якості.

У гірській зоні області сільськогосподарські угіддя, що розміщені на схилах більше 1°, складають 252,5 тис. га, або 55,0 відсотків. На схилах більше 3° знаходиться 157,9 тис. га, в тому числі 27,5 тис. га ріллі, при цьому еродованих сільськогосподарських земель в області нараховується 39,6 тис. га, тому комплекс заходів щодо охорони ґрунтів від ерозії включає в себе застосування ґрунтозахисного обробітку, впровадження сівозмін з посівом багаторічних трав, зменшення руйнівної сили поверхневого стоку, створення лісових буферних полос, борознування, щільювання, терасування схилів та будівництво гідротехнічних споруд. Виведення із сільськогосподарських угідь еродованих земель на консервацію та під заліснення – це найбільш екологічно обґрунтований та економічно доцільний спосіб їх використання. Загалом по всіх ґрунтово-кліматичних зонах області з інтенсивного обробітку слід вивести близько 37,3 тис. га ріллі, з яких 23,0 тис. га слід залужити і перевести в сіножаті та пасовища, а 14,3 тис. га потрібно було би заліснити.

Щоб подолати негативний антропогенний вплив, який призвів до екологічного дисбалансу, який подекуди перетворюється на екологічний бумеранг особливо небезпечних руйнацій – змиву ґрунту, розвитку струйчатої та яружної ерозії, збіднення видового складу лучних трав, деградації агроландшафтів, слід впровадити комплекс екологічних та організаційно-економічних інновацій. В рекреаційному Закарпатті доцільно створити фермерські екогосподарства, агропромислові екофірми, біопідприємства, які здатні забезпечити раціональне використання гірських територій, агроекологічний моніторинг сільськогосподарських угідь, екологічну паспортизацію підприємства та формування ринку екологічно

безпечної продукції.

1. Європейська економічна комісія: огляд результативності природоохоронної діяльності. ООН: Нью-Йорк і Женева, 2000. 232 с.
2. Зубець М. В. Сучасний стан ґрунтового покриву України і невідкладні заходи з його охорони. *Агрохімія і ґрунтознавство* : міжвід. тем. зб. спец. вип. до VIII з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України. Харків, 2010. Кн. I. С. 7–17.
3. Земельний Кодекс України. *Агрокомпас*. 2002. № 1. 31 с.
4. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах / за ред. С. М. Рижука і В. В. Медведєва. Київ–Харків, 2003. 214 с.
5. Польовий А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Ґрунтознавство : підручник. Одеса, 2013. 668 с.
6. Поп С. С. Природні ресурси Закарпаття. Ужгород : ТОВ «Спектраль», 2002. 296 с.
7. Природні багатства Закарпаття / кол. авт. ; упоряд. В. Л. Бондар. Ужгород : Карпати, 1987. 284 с.
8. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. Яцука І. П., Балюка С. А. Київ, 2013. 103 с.

REFERENCES:

1. Yevropeiska ekonomichna komisiia: ohliad rezultatyvnosti pryrodookhoronnoi diialnosti. OON : Niu-York i Zheneva, 2000. 232 s.
 2. Zubets M. V. Suchasnyi stan hruntovoho pokryvu Ukrainy i nevidkladni zakhody z yoho okhorony. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* : mizhvid. tem. zb. spets. vyp. do VIII zizdu gruntoznavtsiv ta ahrokhimikiv Ukrainy. Kharkiv, 2010. Kn. I. S. 7–17.
 3. Zemelnyi Kodeks Ukrainy. *Ahrokompas*. 2002. № 1. 31 s.
 4. Tekhnolohiia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv u suchasnykh umovakh / za red. S. M. Ryzhuka i V. V. Medvedieva. Kyiv – Kharkiv, 2003. 214 s.
 5. Polovyi A. M., Hutsal A. I., Dronova O. O. Gruntoznavstvo : pidruchnyk. Odesa, 2013. 668 s.
 6. Pop S. S. Pryrodni resursy Zakarpattia. Uzhhorod : TOV «Spektral», 2002. 296 s.
 7. Pryrodni bahatstva Zakarpattia / kol. avt. ; uporiad. V. L. Bondar. Uzhhorod : Karpaty, 1987. 284 s.
 8. Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia / za red. Yatsuka I. P., Baliuka S. A. Kyiv, 2013. 103 s.
-

Fandaliuk A. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Chief Engineer-Soil Scientist, Deputy Director, Polichko V. S., Head of the Soil Monitoring Department (Transcarpathian branch of the state institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»), **Likho O. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

INFLUENCE OF EROSION PROCESSES ON THE QUALITY OF SOILS OF THE MOUNTAIN ZONE OF THE TRANSCARPATHIAN REGION

After the reform in the mountainous zone of the Transcarpathian region, there are currently 15 territorial communities, which have united 75 village and city councils, which include 130 settlements. In this area 80,2% are hayfields and pastures. Another 0,5% of the area is occupied by perennial plantations, and 5,21 thousand hectares or 19,3% of the total area is allocated for arable land. The main types of soils in the mountain zone are brown mountain-forest, mountain-meadow and turf-brown soil, crushed on eluvium-deluvium of Carpathian flysch and igneous rocks. By their nature, the soils of the mountain zone are infertile, primarily due to high acidity. According to agrochemical indicators, they are characterized by an average acidic reaction of the soil solution with a pH value of 4.81 units, an increased content of humus (3.74%), a low content of alkaline hydrolyzed nitrogen compounds (133.4 mg/kg) and mobile phosphorus (42.5 mg/kg), the average content of mobile potassium compounds (91.7 mg/kg) and increased mobile sulfur (9.6 mg/kg). In general, the soils of the mountain zone are rated at 37 points, which puts them in the seventh class of low quality soils. The most susceptible to erosion processes are soils under row crops, in particular under potatoes and other roots. Withdrawal of eroded lands from agricultural lands is the most ecologically justified and economically feasible way of their use. In general, in all soil and climatic zones of the region, about 37.3 thousand hectares of arable land should be removed from intensive cultivation, of which 23.0 thousand hectares should be plowed and transferred to hayfields and pastures, and 14.3 thousand hectares should be afforested.

***Keywords:* mountain zone of the Carpathians; decentralization; structure of agricultural land; soil; acidity; humus; mobile compounds of nitrogen; phosphorus and potassium; erosion processes.**

ЗМІСТ

Бедункова О. О., Клименко В. О.	Діагностика деградації ґрунтів лісових, аграрних і водно-болотних екосистем, пошкоджених несанкціонованим видобутком бурштину 3
Богатко Н. М., Полтавченко Т. В., Буднік З. М., Богатко А. Ф.	Ризик-орієнтований контроль риби і рибопродуктів під час виробництва та обігу за впровадження системи НАССР 20
Бондарчук С. П., Бондарчук Л. Ф., Мерленко І. М., Федонюк М. А., Ковальчук Н. С.	Особливості забруднення поверхневих водойм волинської області сполуками азоту та шляхи покращення ситуації 38
Вознюк Н. М., Скиба В. П., Ганчук М. М., Усаченко С. В.	Особливості та ризики лісорозведення і лісовідновлення у межах сухостепової підзони України (на прикладі Запорізької області) 49
Гунчак А. В., Паламарчук Р. П., Грищенко О. М., Гунчак М. В., Борщевська І. М.	Економічна ефективність застосування біологічного методу захисту сої проти грибкових хвороб 69
Єлісавенко Ю. А., Нейко І. С., Василевський О. Г., Прищепа А. М.	Стан природних дубових лісів дп «Могилів-Подільське ЛГ» 78
Зінчук М. І., Мерленко І. М., Шворак А. М., Августинович М. Б., Ковальчук Н. С.	Апробація еколого-субстантивних критеріїв на ґрунтових відмінах Волинської області 91

Кирильчук А. М., Грищенко О. М., Венцурик А. В., Бєдункова О. О.	Зрошувальна меліорація земель в умовах зміни клімату 103
Кирильчук А. М., Ориник Б. І., Бровко О. З., Гакало О. І.	Вплив господарської діяльності на зміну вмісту гумусу в ґрунтах Тернопільської області 120
Кирильчук А. М., Шило Л. Г., Запасний В. С., Стецюк Л. М.	Кислотність ґрунтів Київської області 135
Кирильчук А. М., Шукайло С. П., Турчина К. П.	Сучасний стан меліорованих ґрунтів степової зони Херсонської області 150
Малюта Ю. С., Броцак І. С., Ориник Б. І., Бровко О. З., Михальчук М. А.	Використання барди як органічного добрива 165
Никитюк П. А.	Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою сосни звичайної <i>Pinus sylvestris</i> L. за впливу птахівничих господарств 175
Полтавченко Т. В., Буднік З. М., Чечет О. М., Литвиненко О. П., Мірошніченко О. І.	Ретроспективний аналіз змін епізоотичної ситуації з лігульозу риб на території України за умов зміни клімату 185

Польовий В. М., Ященко Л. А.	Баланс калію за різного рівня удобрення у традиційній сівозміні Західного Полісся 197
Романчук Л. Д., Ціпан Ю. Р.	Динаміка каталазної активності ґрунту у постпірогенній екосистемі лісу 209
Фандалюк А. В., Полічко В. С., Ліхо О. А.	Вплив ерозійних процесів на якість ґрунтів Закарпатської області та їх запобігання 222

CONTENT

Biedunkova O. O., Klymenko V. O.	Diagnostics of Soil Degradation of Forest, Agricultural and Wetland Ecosystems Damaged By Unauthorized Amber Mining 3
Bogatko N. M., Poltavchenko T. V., Budnik Z. M., Bohatko A. F.	Risk-Oriented Control of Fish and Fish Products During Production and Trading With the Implementation of the Nassr System 20
Bondarchuk S. P., Bondarchuk L. F., Merlenko I. M., Fedoniuk M. A., Kovalchuk N. S.	Peculiarities of Volyn Region Surface Waters Pollution By Nitrogen Compounds and Ways To Improve the Situation 38
Vozniuk N. M., Skyba V. P., Hanchuk M. M., Usachenko S. V.	Features and Risks of Forestry and Reforestation Within the Dry Steppe Subzone of Ukraine (On the Example of Zaporizhzhia Region) 49
Hunchak A. V., Palamarchuk R. P., Hryshchenko O. M., Hunchak M. V., Borschevska I. M.	Economic Effectiveness of the Application of the Biological Method of Soybean Protection Against Fungal Diseases 69
Yelisavenko Yu. A., Neiko I. S., Vasylevskyi O. H., Pryshchepa A. M.	State of Natural Oak Forests of Se "Mohyliv- Podilskyi Forestry" 78
Zinchuk N. I., Merlenko I. M., Candidate of Shvorak A. M., Avhustynovych M. B., Kovalchuk N. S.	Testing of Ecological-Substantive Criteria on Soil Differences In the Volyn Region 91

Kyrylchuk A. M., Hryshchenko O. M., Ventsuryk A. V., Biedunkova O. O.	Irrigation Land Amelioration Under the Conditions of Climate Change 103
Kyrylchuk A. M., Orynyk B. I., Brovko O. Z., Hakalo O. I.	Effect of Economic Activities on Changing the Content of Humus In the Soils of the Ternopil Region 120
Kyrylchuk A. M., Shylo L. H., Zapasnyi V. S., Stetsiuk L. M.	Chemical Amelioration of Soils of the Kyiv Region 135
Kyrylchuk A. M., Shukailo S. P., Turchyna K. P.	Current State of the Recreated Soils of the Steppe Zone of the Kherson Region 150
Maliuta Y. S., Broshchak I. S., Orynyk B. I., Brovko O. Z., Mykhalchuk M. A.	Use of Bards As Organic Fertilizer 165
Nykytiuk P. A.	Bioindication of the State of Atmospheric Air Using the Pine <i>Pinus Sylvestris</i> L. Under the Influence of Poultry Farms 175
Poltavchenko T. V., Budnik Z. M., Chechet O. M., Lytvynenko O. P., Miroshnichenko O. I.	Retrospective Analysis of Changes in the Episototic Situation of Fish Ligulosis in the Territory of Ukraine Under the Conditions of Climate Change 185

Polovyi V. M., Yashchenko L. A.	Potassium Balance at Different Levels of Fertilization in Traditional Crop Rotation of Western Polissia 197
Romanchuk L. D., Tsipan Yu. R.	Dynamics of Soil Catalase Activity in the Post- Pyrogenic Forest Ecosystem 209
Fandaliuk A. V., Polichko V. S., Likho O. A.	Influence of Erosion Processes on the Quality of Soils of the Mountain Zone of the Transcarpathian Region 222

Наукове видання

ВІСНИК
Національного університету водного
господарства та природокористування

Збірник наукових праць

Випуск 4(100)

Сільськогосподарські науки

Комп'ютерна верстка

Технічний редактор

Літературний редактор

Галина Сімчук

Галина Сімчук

Ольга Якимчук

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку 23.12.2022 р. Формат 70×100¹/₁₆.

Ум.-друк. арк. 14,1. Обл.-вид. арк. 15,6.

Тираж 150 прим. Зам. № 5593.

Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.