

УДК 631.811:581.1:632.51

Писаренко П. В.

*доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: pavlo.pysarenko@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-4915-265X*

Самойлік М. С.

*доктор економічних наук,
професор кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: maryna.samoilyk@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2410-865X*

Диченко О. Ю.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net
ORCID: 0000-0003-0113-9998*

Шпирна В. Г.

*здобувач вищої освіти третього рівня вищої освіти,
ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія,
кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net*

Жилін О. С.

*здобувач вищої освіти третього рівня вищої освіти,
ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія,
кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна
E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net*

МЕХАНІЗМ ДІЇ ПЛАСТОВОЇ МІНЕРАЛІЗОВАНОЇ ВОДИ НА КУЛЬТУРНІ РОСЛИНИ Й БУР'ЯНИ

Анотація

Нині в Україні через з економічну й енергетичну кризу, а також посилення вимог до втілення в життя екологічно обґрунтованих технологій виникла проблема захисту посівів культур від бур'янів недорогими й ефективними засобами. У зв'язку з цим стає особливо актуальним пошук нових методів боротьби з бур'янами, при цьому бажано, щоб ці методи були технологічно нескладними й, головне, щоб для їх застосування в господарствах не потрібно було великих фінансових витрат.

З огляду на це, ми поставили мета роботи, спрямовану на вивчення внутрішньоклітинного механізму фітотоксичної дії пластової мінералізованої води на рослини пшениці озимої, кукурудзи й бур'яни.

Проведені дослідження впливу пластової мінералізованої води на субклітинну організацію досліджуваних рослинних об'єктів дали змогу встановити низку фактів, що підтверджують їх різнопланову дію на культурні рослини й бур'яни. Дія пластової мінералізованої води на хлоропласти клітин бур'яну призводить до дезорганізації, деструкції й втрати впорядкованості локалізації мембран у цих органелах, причому в клітинах бур'янів відбувається не збільшення об'єму цих органел (як у культурних рослин), а, навпаки, зменшення.

Визначено, що після застосування обприскування бур'яну пластовою мінералізованою водою відбувається зниження об'ємних часток мітохондрій, а об'ємні частки мітохондрій клітин пшениці озимої та кукурудзи під дією пластової мінералізованої води збільшуються. Отже, функції, які властиві мітохондріям (біосинтез АТФ), у клітинах бур'яну порушуються.

Порівняльний аналіз дає змогу показати, що при використанні пластової мінералізованої води збільшення об'ємних часток мітохондрій у клітинах рослин пшениці озимої відбувається менш інтенсивно, ніж у клітинах кукурудзи. У бур'яну більше об'ємних часток хлоропластів і мітохондрій, які визначають їх високу спроможність в отриманні й трансформації енергії. Під дією пластової мінералізованої води їх число в одиниці об'єму клітин різко знижується, і це зумовлює зменшення структурних і функціональних показників клітин і загалом їх життєздатність.

Визначено, що в бур'янів під дією пластової мінералізованої води відбувається така перебудова організації клітинних компонентів, у результаті якої збільшується хаотичність і знижується впорядкованість у клітинах. Також встановлено рострегулюючу дію пластової мінералізованої води, що зумовлено вмістом фітогормонів абсцизової кислоти (АБК) та зеатину.

Ключові слова: пластова мінералізована вода, вплив, ґрунт, бур'яни, культурні рослини.

Вступ. Альтернативою сучасних інтенсивних систем землеробства є розробка еколого-орієнтованих технологій, які дають змогу вирощувати екологічно безпечну продукцію рослинництва при прогресуючому підвищенні ґрунтової родючості [1–3]. При цьому головним питанням формування сталих агроecosystem є спосіб відтворення ґрунтової родючості. Без вирішення цього питання відмова від хімізації може призвести до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур [16].

Нині в Україні через економічну й енергетичну кризу, а також посилення вимог до втілення в життя екологічно обґрунтованих технологій виникла проблема захисту посівів культур від бур'янів недорогими й ефективними засобами. У зв'язку з цим особливо актуальним стає пошук нових методів боротьби з бур'янами, при цьому бажано, щоб ці методи були технологічно нескладними й, головне, не потребували великих фінансових витрат.

Одним із таких методів може бути використання пластової мінералізованої води, що є побічним продуктом при нафтовидобутку [6; 7; 9; 10]. Проведені Павлом Писаренком дослідження дали змогу встановити механізм дії природних розсолів і мінералів на ґрунтову біоту, які дають можливість стверджувати, що їх використання сприяє оптимізації росту й розвитку злакових культур за рахунок ефективного регулювання живлення рослин і життєдіяльності мікрофлори ґрунту [19; 20]. Окрім того, використання пластової мінералізованої води як екобезпечного заміника агрохімікатів дає змогу вирішити проблему з відходами нафтогазового комплексу. Під час видобутку нафти й газу на поверхню у великих кількостях надходить пластова мінералізована вода (далі – ПМВ) [18]. Проблема утилізації великої кількості ПМВ є дуже значною, урахувуючи те, що потрапляння великої кількості пластової води на землю призводить до значного засолення ґрунту, погіршення його структури та знищення рослинності.

Таким чином, для нафтовидобувної галузі це є проблема безвідходності виробництва, а для землеробства ми одержуємо екологічно безпечний та ефективно діючий продукт, застосування якого може вирішити проблему ефективного контролю бур'янів із мінімальним використанням (або зовсім без них) гербіцидів на посівах сільськогосподарських культур.

Мета роботи – вивчення внутрішньоклітинних механізмів фітотоксичної дії пластової мінералізованої води на культурні рослини й бур'яни.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом дослідження є пластова мінералізована вода Решетняківського родовища (Полтавська область). Пластова мінералізована вода – супутньо-пластова вода, що видобувається разом із нафтою. Сухий залишок становить до 180 г/дм³, а гідролітична кислотність коливається на різних родовищах від 5,30 до 7,50 [5; 21]. Склад органічної частини пластової мінералізованої води є досить унікальним, представлений у таблиці 1.

Після посіву (у фазі кущення пшениці озимої та 3–5 листків у кукурудзи) рослини були оброблені пластовою мінералізованою водою. Через 24 години після прояву її фітотоксичної дії зразки листків рослин (1 мм на 1 мм) були узяті для фіксації в глутаральдегіді. Після фіксації й промивання тканин у фосфатному буфері (рН=7,4) протягом однієї години здійснювалася дофіксація в 1%-ому розчині чотирьохокислу осмія OSO₄ на фосфатному буфері (рН=7,4). Наступним етапом було зневоднювання зразків у спиртах зростаючої концентрації й в ацетоні з наступним заливанням в епоксидні смоли [17]. Співвідношення заливних смол фірми «Fluka» таке: Епон – 5 мл, Аралдит-М – 3 мл, DDSA – 11 мл, DMP – 14 крапель. Смоли протягом 12 годин полімеризували в термостаті при температурі 60 °С.

Ультратонкі зрізи одержували на ультрамікромомі УМТП-7. Розправлення зрізів проводили за допомогою хлороформу, після чого їх переносили на знежирені сіточки.

Надалі відбувалося їх подвійне контрастування ураніацетатом і цитратом свинцю [22]. Отримані препарати проглядалися й фотографувалися в трансмісійному електронному мікроскопі ЕВМ-100БР.

Таблиця 1. Склад органічної компоненти пластових мінералізованих вод Решетняківського родовища

№ з/п	Компоненти	% мас.
		Решетняківське родовище (хлороформ)
1	Бензинові фракції з температурою википання до 180 °C	5
2	Парафінові вуглеводні C ₁₀ –C ₄₂	26,5
3	Циклопарафінові (нафтенові) вуглеводні, які характерні для середніх дистилатів 200–360 °C	19,0
4	Моноароматичні сполуки (похідні бензолу)	8,8
5	Діароматичні сполуки (нафталіни, дифеніли, дифенілалкани)	3,7
6	Три- й тетраароматичні сполуки (флуорени, фенантрени, антрацени, пірени, бензофлуорени, хризени)	18,0
7	Смоли	0,6
8	Сполуки із сіркою та неорганічні речовини	11,3
9	Утрачено при хроматографічному аналізі	5,1
	Усього	100,0

Для одержання об'єктивних кількісних даних щодо зміни в досліджуваних об'єктах застосовували стереологічні методи дослідження [8].

Визначалися такі параметри так: об'ємна частка хлоропластів – $V_{\text{хл}}$ і об'ємна частка мітохондрій – $V_{\text{мх}}$ як дві головні органели рослинних клітин, що продукують енергію. Для цієї мети виготовлялися фотографії стандартних розмірів (13x18) і за допомогою тестової системи сіток із різною кількістю й розмірами квадратів проводили підрахунок указаних вище параметрів.

З метою одержання можливості уявити кількісні дані після стереологічного опрацювання з функціональних позицій, а також мати інтегральні характеристики, що стосуються організації процесів у досліджуваній системі, застосовувалися положення теорії інформації з використанням інформаційного аналізу [4].

Обчислювалися основні показники, що використовуються в теорії інформації: групова ентропія (H), відносна ентропія (h) і коефіцієнт надмірності (R). Узвичаєно, що групова ентропія відбиває рівень розмаїтості елементів у системі або ступінь її гетерогенності. Рахується, що підвищення упорядкованості й життєздатності будь-яких біологічних об'єктів завжди супроводжується зменшенням групової ентропії. Відносна ентропія – це показник того, наскільки кількісно система заповнена інформацією, тобто чим більший цей показник, тим менше залишається можливостей для її адаптивних перетворень. Коефіцієнт надмірності дає змогу визначити надійність досліджуваної системи: чим він більший, тим більше в системі компонентів, які забезпечують стійке виконання функції, природно, результат такої роботи більш надійний.

Ентропію виражали в бітах – це основний показник теорії інформації, а коефіцієнт надмірності – у відсотках.

Хімічні властивості ґрунту визначали стандартними методами [11–15]. За допомогою кореляційного й регресійного аналізу проводили математичну обробку отриманих даних. При цьому достовірність отриманих значень експерименту визначали за допомогою t-критерію Стюдента при значенні рівня значимості відповідно 0,05.

Дані про зміну об'ємних часток хлоропластів у клітинах, отримані в результаті стереологічного аналізу досліджуваних рослин, подано в таблиці 2.

Таблиця 2. Зміна об'ємних часток ($V_{\text{хл}}$) хлоропластів у клітинах досліджуваних рослин, %

Пшениця озима		Кукурудза		Лобода біла	
Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
17,65 ± 0,33	18,74 ± 0,27	18,01 ± 0,34	19,28 ± 0,35	19,21 ± 0,28	9,31 ± 0,19

Одержані результати таблиці 2 свідчать про ріст об'ємних часток хлоропластів у клітинах пшениці озимої та кукурудзи й про істотне зменшення цього показника в клітинах бур'яну. При аналізі розходжень кінетики досліджуваного показника в пшениці озимої та кукурудзи встановлено, що в об'ємі клітин кукурудзи вміст хлоропластів більший. Аналогічні закономірності виявлені при застосуванні пластової мінералізованої води, де виявлено приріст об'ємних часток хлоропластів у цієї культури.

Проведені дослідження впливу ПМВ на субклітинну організацію досліджуваних рослинних об'єктів дали змогу встановити низку фактів, що підтверджують їх різнопланову дію на культурні рослини й бур'яни. Так, починаючи з клітинної стінки або оболонки в пшениці озимої та кукурудзи, після дії ПМВ відзначається тенденція до зменшення її товщини. У бур'янів цей ефект добре виражений. Хоча ультраструктурна організація як власне оболонки, так і зовнішньої мембрани клітин у контролі й у досліді практично не помітні.

Дія ПМВ на хлоропласти клітин бур'яну призводить до дезорганізації, деструкції й втрати впорядкованості локалізації мембран у цих органелах, причому в клітинах бур'янів відбувається не збільшення об'єму цих органел (як у культурних рослин), а, навпаки, зменшення. Міжмембранні простори в клітинах бур'янів зменшуються, мембрани тилакоїдів і гран зближуються, ущільнюються, а в багатьох ділянках чіткість меж між ними сти-

рається. Безумовно, порушення структурності в хлоропластах бур'янів детермінує початок дисфункціональних процесів, гальмування й значною мірою припинення фотосинтетичних процесів. Результатом дії цього ланцюжка причинно-наслідкових зв'язків є в'янення листків бур'янів.

З огляду на роль хлоропластів у хімічній модифікації азотних з'єднань (як однієї з функцій хлоропластів), можна трактувати різке зменшення об'ємних часток цих органел як чинник, що істотно впливає на біосинтез нуклеїнових кислот, адже відновлення нітриту (NO_2^-) до аміаку (NH_3), що відбувається у хлоропластах під дією світлової енергії, також різко гальмується. Відомо, що продукт цієї реакції, тобто аміак, слугує джерелом азоту при біосинтезі амінокислот і нуклеотидів. Останнє, безумовно, порушує пластичний обмін у клітинах і гальмує енергетичний обмін у деструктурованих хлоропластах, як результат, метаболічні процеси в таких органелах дуже далекі від норми.

Варто зазначити, що в стромі хлоропластів знаходяться ферменти, які каталізують утворення жирних кислот у клітині. Останні є одним із головних компонентів клітинних мембран. Тому ультраструктура мембран, особливо тилакоїдних, істотно перебудовується під впливом пластової мінералізованої води.

На основі даних стереологічного аналізу визначено, що після застосування обприскування бур'яну ПМВ відбувається зниження об'ємних часток мітохондрій (таблиця 3).

Таблиця 3. Зміна об'ємних часток мітохондрій у клітинах досліджуваних рослин (%)

Пшениця озима		Кукурудза		Лобода біла	
Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
1,13 + 0,42	1,36 + 0,61	1,38 + 0,55	1,43 + 0,48	1,45 + 0,66	0,11 + 0,04

Як видно з даних таблиці 3, об'ємні частки мітохондрій клітин пшениці озимої та кукурудзи під дією ПМВ збільшуються, водночас цей показник у клітинах бур'яну різко знижується.

Отже, функції, які властиві мітохондріям (біосинтез АТФ), у клітинах бур'яну порушуються. Порівняльний аналіз дає змогу показати, що при використанні ПМВ збільшення об'ємних часток мітохондрій у клітинах пшениці озимої відбувається менш інтенсивно, ніж у клітинах кукурудзи.

У бур'яну більше об'ємних часток хлоропластів і мітохондрій, які визначають їх високу спроможність в отриманні й трансформації енергії. Під дією ПМВ їх число в одиниці об'єму клітин різко знижується, і це зумовлює зниження структурних і функціональних показників клітин і загалом їх життєздатності.

Про збільшення хаотичності в хлоропластах рослинних клітин після застосування ПМВ свідчить ріст групової ентропії та зниження коефіцієнта надмірності, отримані після застосування інформаційного аналізу (таблиця 4). Ріст ентропії означає зниження впорядкованості, підвищення кількості нерегульованих, хаотичних процесів загалом призводить до посилення неорганізованості системи. Зменшення коефіцієнта надмірності трактується як показник зниження надійності аналізованої системи.

Проте в пшениці озимої та кукурудзи зміни настільки незначні, що це можна трактувати як тенденцію до подібних результатів. Водночас у клітинах бур'янів виявлено дуже переконливі інформаційні зсуви, що трактується як прямування процесів життєдіяльності до дезорганізації.

Таблиця 4. Інформаційні показники ультраструктурної організації хлоропластів досліджуваних рослин при дії пластових вод (у бітах)

Інформаційні показники	Пшениця озима		Кукурудза		Лобода біла	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
H	0,875	0,880	0,803	0,807	0,736	0,934
H	0,329	0,332	0,300	0,306	0,306	0,412
R(%)	67,1	66,8	70,0	69,4	69,4	58,85

Таким чином, у бур'янів під дією ПМВ відбувається така перебудова організації клітинних компонентів, у результаті якої збільшується хаотичність і знижується впорядкованість у клітинах.

Для перевірки біологічної активності окремих складових частин органічної компоненти пластової води проведено додаткову екстракцію хлороформом Решетняківської ПМВ. Одержали 1,73 г речовини, яку розділили хроматографією на силікагелі, аналогічно попередньому аналізу, але бензинову фракцію в чистому вигляді не виділяли, так як остання мала близьку температуру кипіння з елюентом. Інші фракції поділили на чотири групи: 1) парафіни й циклопарафіни (густе біле масло); 2) моноароматичні сполуки – похідні бензолу (прозоре жовтувате масло); 3) діароматичні (нафталіни), дифеніли, дифенілалкани, три-, тетраароматичні сполучення, флюорени, фенантрени, антрацени, пірени, бензфлюорени, хрізени; 4) смоли.

З одержаних фракцій готували емульсії з концентраціями 3 г/л, 0,3 г/л, 0,03 г/л. Одержаними емульсіями обробляли насіння пшениці озимої сорту Альбатрос Одеський. Контролем були 3 варіанти: без обробки, з обробкою водою й обробкою водою з емульгантом.

Оскільки тільки фракція з нафтовими вуглеводами виявила біологічну дію на проростання пшениці, тільки ці експериментальні дані подано в таблиці 5.

Таблиця 5. Дані спостережень за проростанням пшениці озимої, обробленої нафтовою фракцією органічної частини ПМВ

Варіант	Енергія проростання	Схожість, %	Швидкість проростання, діб	Дружність проростання
Контроль – вода	75,3	92,0	3,0	9,2
Контроль – вода + емельгатор	76,0	92,7	3,0	9,3
Парафіни + Нафтени, 3 г/л	62,0	86,7	3,3	9,4
Парафіни + Нафтени, 0,3 г/л	77,0	89,0	3,2	8,9
Парафіни + Нафтени, 0,03 г/л	86,7	93,3	2,8	10,9
НІР 0,05	2,96	0,72	0,56	0,76

Біологічну активність для зерна пшениці озимої спостерігали тільки при використанні парафіново-нафтової фракції (таблиця 5), дія якої сильно залежала від концентрації. Так, висока концентрація знижувала енергію проростання і схожість, уповільнювала швидкість проростання. Поступове зниження концентрації в 10 і 100 разів змінило пригнічення – стимулюванням: енергія проростання для концентрації 0,03 г/л перебільшила контроль, швидкість проростання збільшилася. Щодо нафтових вуглеводнів, то вони в малих дозах стимулюють ріст і розвиток рослин, а в більших кількостях поведуть себе як гербіциди.

Рострегулюючу дію пластової мінералізованої води можна пояснити також тим, що вона містить фітогормони абсцизової кислоти (АБК) та зеатину. Уміст фітогормонів у ПМВ становив: АБК – 4,02 нг/мл, зеатину – 2,0–2,4 нг/мл.

Висновки. Проведені дослідження впливу ПМВ на субклітинну організацію досліджуваних рослинних об'єктів дали змогу встановити низку фактів, що підтверджують їх різнопланову дію на культурні рослини й бур'яни. Дія ПМВ на хлоропласти клітин бур'яну призводить до дезорганізації, деструкції й втрати впорядкованості локалізації мембран у цих органелах, причому в клітинах бур'янів відбувається не збільшення об'єму цих органел (як у культурних рослин), а, навпаки, зменшення.

Визначено, що після застосування обприскування бур'яну ПМВ відбувається зниження об'ємних часток мітохондрій, а об'ємні частки мітохондрій клітин пшениці озимої та кукурудзи під дією ПМВ збільшуються. Отже, функції, які властиві мітохондріям (біосинтез АТФ), у клітинах бур'яну порушуються.

Порівняльний аналіз дає змогу показати, що при використанні ПМВ збільшення об'ємних часток мітохондрій у клітинах пшениці озимої відбувається менш інтенсивно, ніж у клітинах кукурудзи. У бур'яну більше об'ємних часток хлоропластів і мітохондрій, які визначають їх високу спроможність в отриманні й трансформації енергії. Під дією ПМВ їх число в одиниці об'єму клітин різко знижується, і це зумовлює зниження структурних і функціональних показників клітин і загалом їх життєздатність.

Визначено, що в бур'янів під дією ПМВ відбувається така перебудова організації клітинних компонентів, у результаті якої збільшується хаотичність і знижується впорядкованість у клітинах. Також встановлено рострегулюючу дію пластової мінералізованої води, що зумовлено вмістом фітогормонів абсцизової кислоти (АБК) та зеатину.

Список використаних джерел

1. Балюк С.А., Воротинцева Л.І. Про стан ґрунтового покриву України, його родючість, деградацію та охорону. Моніторинг та показники нейтрального рівня деградації земель в Україні. Львів : Простір-М, 2018. 96 с.
2. Балюк С., Медведєв В., Воротинцева Л., Шимель В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів та заходи щодо досягнення її нейтрального рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. Вип. 95. № (8). С. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk201708-01>.
3. Будзьяк О., Будзюк В. Планування природокористування земельних ділянок України в умовах зміни клімату. *Агросвіт*. 2018. № 1. С. 3–9.
4. Леонтьюк А.С., Леонтьюк Л.А., Сикало А.І. Інформаційний аналіз у морфологічних дослідженнях. Київ : Наука та техніка, 1981. 160 с.
5. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Горб О.О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 85–91.
6. Писаренко П.В., Матюха В.Л., Писаренко П.П. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в північному степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 80–89.
7. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Тараненко А.О. Агроекологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунтові мікроорганізми. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 157–164.
8. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А. Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2022. Vol. 6 (3). P. 252–261.
9. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А. Дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 196–202.

10. Рева М.А. Супутньо-пластова вода в Східному нафтогазоносному регіоні України як джерело небезпеки або цінний ресурс. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія «Геологія»*. 2016. № 1. С. 81–85.
11. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.3:2007. [Чинний від 2009-04-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 18 с. (Національні стандарти України).
12. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.6:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 30 с. (Національні стандарти України).
13. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 7832:2015. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 21 с. (Національні стандарти України).
14. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.2:2007. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 15 с. (Національні стандарти України).
15. Якість ґрунту. Оцінка впливу ґрунту, забрудненого нафтовими вуглеводнями: ISO 11504:2017. [Чинний від 2018-08-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 42 с. (Національні стандарти України).
16. Drugak V.M., Tretyak N.A. Methodological bases of formation of ecology of land use in the system of public interests. *Ecological sciences*. 2018. № 1. P. 61–68.
17. Nelson A., Barber L., Evans H. Nitrogen fixation associated witgrasses in Oregon. *Microbiol.* 1996. V. 22. № 4. P. 523–540.
18. Obire O., Amusan F. The Environmental Impact of Oilfield Formation Water on a Freshwater Stream in Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2013. Vol. 7 (1). P. 61–66. <https://doi.org/10.4314/jasem.v7i1.17167>.
19. Pisarenko P.V., Samoilik M.S., Taranenko A.O., Tsova Yu.A. Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Scientific journals of Vinnitsa national agrarian university. Agriculture and forestry*. 2022. № 24. P. 192–202. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-14.
20. Pisarenko P.V., Samoylik M.S., Korchagin O.P. Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 341 (1). P. 346–355. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012002>.
21. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Tsova Y., Kalinichenko A. Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. 2022. Vol. 20. № 4. P. 785–792. doi.org/10.15159/AR.22.045.
22. Rinaudo G. Fixation biologique de l'azote dans trois types de sol de rizieres. *These Doc. Ing., Montpellier*. 1970. P. 192–215.

Pysarenko P. V.

*Doctor of Agricultural Sciences,
Professor at the Department of Ecology, Balanced Nature Management
and Environmental Protection,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: pavlo.pysarenko@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4915-265X

Samoilik M. S.

*Doctor of Economic Sciences,
Professor at the Department of Ecology, Balanced Nature Management
and Environmental Protection,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: pavlo.pysarenko@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4915-265X

Dychenko O. Yu.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Ecology, Balanced Nature Management
and Environmental Protection,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0113-9998

Shpyrna V. H.

Postgraduate Student (specialty 201 "Agronomy"),
Department of Ecology, Balanced Nature Management
and Environmental Protection,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

Zhilin O. S.

Postgraduate Student (specialty 201 «Agronomy»),
Department of Ecology, Balanced Nature Management
and Environmental Protection,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine
E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

MECHANISM OF ACTION OF FORMATIONAL MINERALIZED WATER ON CULTIVATED PLANTS AND WEEDS

Abstract

Currently, in Ukraine, due to the economic and energy crisis, as well as increased requirements for the implementation of environmentally sound technologies, the problem of protecting crops from weeds by inexpensive and effective means has arisen. In this regard, the search for new methods of weed control is becoming especially relevant, while it is desirable that these methods are not technologically complex and, most importantly, that their application in farms does not require large financial costs.

In view of this, we were set the goal of the work, which was aimed at studying the intracellular mechanism of the phytotoxic effect of mineralized water on winter wheat and corn plants and weeds.

The conducted studies of the influence of mineralized water on the subcellular organization of the studied plant objects allowed us to establish a number of facts confirming their diverse effect on cultivated plants and weeds. The effect of mineralized spring water on the chloroplasts of weed cells leads to disorganization, destruction, and loss of order in the localization of membranes in these organelles. Moreover, in weed cells, the volume of these organelles does not increase (as in cultivated plants), but rather decreases.

It was determined that after spraying weeds with mineralized water, the volume fraction of mitochondria decreases, and the volume fraction of mitochondria in winter wheat and corn cells increases under the influence of mineralized water. Therefore, the functions inherent in mitochondria (ATP biosynthesis) in weed cells are disrupted.

Comparative analysis shows that when using mineralized water, the increase in the volume fraction of mitochondria in winter wheat plant cells occurs less intensively than in corn cells. In weeds, there are more volume fractions of chloroplasts and mitochondria, which determine their high ability to obtain and transform energy. Under the influence of mineralized water, their number per unit volume of cells decreases sharply, and this causes a decrease in the structural and functional indicators of cells and their viability in general.

It was determined that in weeds, under the influence of mineralized aquifer water, such a reorganization of the organization of cellular components occurs, as a result of which the chaoticity increases and the orderliness decreases, occurring in the cells of the processes. It was also established that the growth-regulating effect of mineralized aquifer water is due to the content of phytohormones Absciscic acid (ABA) and Zeatin.

Key words: mineralized aquifer water, influence, soil, weeds, cultivated plants.

References

1. Baliuk, S.A., & Vorotyntseva, L.I. (2018). *Pro stan gruntovoho pokryvu Ukrainy, yoho rodiuchist, dehradatsiiu ta okhoronu. Monitorynh ta pokaznyky neitralnoho rinvnia dehradatsii zemel v Ukraini* [On the state of soil cover in Ukraine, its fertility, degradation and protection. Monitoring and indicators of the neutral level of land degradation in Ukraine]. Lviv: Prostir-M [in Ukrainian].
2. Baliuk, S., Medvediev, V., Vorotyntseva, L., & Shymel, V. (2017). Suchasni problemy dehradatsii gruntiv ta zakhody shchodo dosiahnennia yii neitralnoho rinvnia [Modern problems of soil degradation and measures to achieve its neutral level]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 95 (8), 5–11 [in Ukrainian].
3. Budziak, O., & Budziuk, V. (2018). Planuvannia pryrodokorystuvannia zemelnykh dilianok Ukrainy v umovakh zminy klimatu [Environmental planning of land plots in Ukraine in the context of climate change]. *Ahrosvit – Agro world*, 1, 3–9 [in Ukrainian].
4. Leontiuk, A.S., Leontiuk, L.A., & Sykalo, A.I. (1981). *Informatsiyni analiz u morfolohichnykh doslidzhenniakh* [Information analysis in morphological studies]. K: Nauka ta tekhnika [in Ukrainian].
5. Pysarenko, V.M., Pysarenko, P.V., & Horb, O.O. (2019). Formuvannia rodiuchosti hruntu v umovakh orhanichnoho zemlerobstva [Formation of soil fertility in organic farming conditions]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 85–91 [in Ukrainian].
6. Pysarenko, P.V., Matiukha, V.L., & Pysarenko, P.P. (2021). Efektyvnist bakovykh sumishei pestytsydiv proty shkidnykiv ta khvorob u tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v pivnichnomu stepu Ukrainy [Effectiveness of pesticide tank mixtures against pests and diseases in winter wheat growing technology in the northern steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 80–89 [in Ukrainian].

7. Pysarenko, P.V., Samoylik, M.S., Dychenko, O.Yu., & Taranenko, A.O. (2022). Ahroekolohichni osoblyvosti dii pryrodnykh rozsoliv ta mineraliv na gruntovi mikroorhanizmy [Agroecological features of the action of natural brines and minerals on soil microorganisms]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2. 157–164 [in Ukrainian].
8. Pysarenko, P.V., Samoylik, M.S., Dychenko, O.Yu., & Tsova, Yu.A. (2022). Vykorystannia sumishi SPV ta probiotytykh preparativ yak osnovnoho dobrova na posivakh silskohospodarskykh kultur [Using a mixture of SPV and probiotic preparations as the main fertilizer for agricultural crops]. *Journal of Innovations and Sustainability*, 6 (3), 252–261 [in Ukrainian].
9. Pysarenko, P.V., Samoylik, M.S., Dychenko, O.Yu., & Tsova, Yu.A. (2021). Doslidzhennia funhitsydneykh vlastyvostei mineralizovanoi plastovoi vody na posivakh prosa [Research on the fungicidal properties of mineralized aquifer water on millet crops]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 196–202 [in Ukrainian].
10. Reva M.A. (2016). Suputno-plastova voda v Skhidnomu naftohazonosnomu rehioni Ukrainy yak dzherelo nebezpeky abo tsinnyi resurs [Associated strata water in the Eastern oil and gas region of Ukraine as a source of danger or a valuable resource]. *Visnyk KNU imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia – Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 1, 81–85 [in Ukrainian].
11. Yakist hruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk kadmiiu v hrunti v buferanii amoniino-atsetatnii vytyazhti z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile cadmium compounds in soil in a buffered ammonium acetate extract with pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.3:2007 from 01 April 2009*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
12. Yakist hruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk midi v hrunti v buferanii amoniino-atsetatnii vytyazhti z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile copper compounds in soil in a buffered ammonium acetate extract with pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.6:2007 from 01 January 2009*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
13. Yakist hruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk svyntsiu v odnonormalnii solianokyslii vytyazhti metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile lead compounds in a one-normal hydrochloric acid extract by atomic absorption spectrophotometry]. (2016). *DSTU 7832:2015 from 01 July 2016*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
14. Yakist hruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk tsynku v hrunti v buferanii amoniino-atsetatnii vytyazhti z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. Determination of the content of mobile zinc compounds in soil in a buffered ammonium acetate extract with pH 4.8 by atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 01 April 2009*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
15. Yakist hruntu. Otsinka vplyvu hruntu, zabrudnenoho naftovymy vuhlevodniamy [Soil quality. Impact assessment of soil contaminated with petroleum hydrocarbons]. (2018). *ISO 11504:2017 from 01 August 2018*. Kyiv: DP «UkrNDNTs» [in Ukrainian].
16. Drugak, V.M., & Tretyak, N.A. (2018). Methodological bases of formation of ecology of land use in the system of public interests. *Ecological sciences*. No. 1. P. 61–68 [in English].
17. Nelson, A., Barber, L. & Evans, H. (1996). Nitrogen fixation associated witgrasses in Oregon. *Microbiol.* V. 22, № 4. P. 523–540 [in English].
18. Obire, O. & Amusan, F. (2013). The Environmental Impact of Oilfield Formation Water on a Freshwater Stream in Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. Vol. 7 (1), P. 61–66. <https://doi.org/10.4314/jasem.v7i1.17167> [in English].
19. Pisarenko, P.V., Samoilik, M.S., Taranenko, A.O., & Tsova, Yu.A. (2022). Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Scientific journals of Vinnitsa national agrarian university. Agriculture and forestry*. № 24. P. 192–202. doi:10.37128/2707-5826-2022-1-14 [in English].
20. Pisarenko, P.V., Samoylik, M.S., & Korchagin, O.P. (2019). Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 341 (1). P. 346–355. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012002> [in English].
21. Pysarenko, P., Samojlik, M., Galytska, M., Tsova, Y., & Kalinichenko, A. (2022). Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. Vol. 20. № 4. P. 785–792. doi.org/10.15159/AR.22.045 [in English].
22. Rinaudo, G. (1970). Fixation biologique de l'azote dans trois types de sol de rizieres. *These Doc. Ing., Montpellier*. P. 192–215 [in English].