УДК 633.11: 581.524.13
DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-8

АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ БУР'ЯНІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

***С.Є. ОКРУШКО**, кандидат с.-г. наук, доцент*
Вінницький національний аграрний університет

У статті узагальнено результати фітотоксичного впливу водорозчинних виділень із різних бур'янів на процеси проростання насіння пшениці озимої. За мету досліджень було взято встановлення в лабораторних умовах алелопатичної дії водних витяжок із стебел, листя та кореневої системи найбільш поширених бур'янів Вінницької області в концентрації 1:10.

У ході експерименту було встановлено, що наявність алелопатично-активних речовин всіх дослідних видів бур'янів даної концентрації негативно впливає на енергію проростання насіння пшениці озимої. В контрольному варіанті на 4 добу проросли всі насінини культури, а в дослідних варіантах 1-3% насінин пшениці перебували у фазі набубнявіння. На схожість насіння пшениці озимої та подальший ріст кореневої системи й стебла проростків водні витяжки різних видів бур'янів мали різну гальмуючу дію. Негативний вплив водорозчинних виділень із Erodium cicutarium L.*, Cirsium arvense* L. *та Sonchus arvensis* L. *зменшив на 5,8-4,0% висоту проростків пшениці. А довжина кореневої системи культури була меншою відповідно на 5,7; 5,8 та 5% порівняно із контрольним варіантом.*

Водорозчинні виділення із Stellaria media L. *та Matricaria perforata* Merat. *мали найменший вплив на ростові процеси пшениці озимої. Відставання висоти паростків від контрольного варіанту було відповідно 1,3% та 2,0%. Довжина зародкового корінця пшениці була меншою на 1,8% та 3,8% під впливом водорозчинних виділень зірочника середнього та ромашки непахучої. Загальна довжина кореневої системи пшениці озимої гальмувалася ними на 2,4% та 2,6% відповідно по відношенню до контролю. Результати проведених досліджень дають обґрунтування появи недружніх сходів та відставання в рості рослин пшениці озимої.*

***Ключові слова:** алелопатія, бур'яни, водні витяжки, пригнічення ростових процесів, пшениця озима.*

Табл. 2. Рис. 1. Літ. 16.

Постановка проблеми. Недобір врожаю зерна пшениці озимої через присутність у її посівах небажаної рослинності коливається в межах 10-35%. Негативний вплив бур'яни чинять на культуру вже з моменту висіву її насіння у ґрунт. Величезні запаси вегетативних органів розмноження та насіння сегетальних рослин створюють потенційну загрозу культурному фітоценозу. Заорювання рослин бур'янів після збирання попередника у товщу ґрунту може дати неочікуваний ефект алелопатичного впливу. Діяльність мікроорганізмів та наявність ґрунтової вологи із подрібнених залишків рослин формують середовище, яке істотно впливатиме на умови проростання насіння культури. Наявність біологічно активних речовин та їх концентрація можуть змінювати швидкість проростання насіння пшениці озимої, подальший розвиток проростків та формування взаємовідносин в ценозі. Старт конкурентним відносинам між культурними рослинами та бур'янами починають давати з моменту появи проростків на поверхні ґрунту. Але умови проростання

насіння культури теж мають вплив на адаптацію проростків до навколишнього середовища. Поява дружніх на рівномірних сходів пшениці озимої є запорукою не лише для високої конкурентної здатності культури, але й основою високого врожаю зерна.

Під час проростання насіння пшениці запасні речовини зернівки переходять у розчинні форми завдяки діяльності ферментів. Зазвичай в цей період насінина використовує вологи близько 57-62 % від власної ваги. Але якщо в ґрунтовому розчині містяться алелопатично активні речовини бур'янів, то вони можуть вступати у взаємодію із ферментами та запасними речовинами зернівки. І це матиме певний вплив на появу сходів культурних рослин.

Проблема хімічної взаємодії рослин є комплексною та ключовою для сільського господарства. Питання алелопатичної взаємодії рослин у вітчизняній та світовій науці досліджено на даний час недостатньою мірою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Шкідлива дія сегетальної рослинності на озиму пшеницю є багатогранним чинником. В останні роки все більше дослідників звертають увагу на хімічну взаємодію між культурними рослинами та бур'янами. Тому що, від стартових умов, які складаються під час проростання насіння культури, і будуть залежати конкурентні властивості учасників ценозу та рівень продуктивності його складових.

Між рослинами конкурентні відносини розпочинаються з хімічної взаємодії. Загальновідомо, що наявність бур'янів у посівах пшениці озимої веде до зниження продуктивності культури. Час сумісного росту сегетальної рослинності з культурою та видовий склад бур'янів мають істотний вплив на кущистість, висоту рослин, формування елементів структури врожаю пшениці озимої. Алелопатичний тиск є взаємним між компонентами ценозу, але вивчається, як правило, з огляду його дії на культурні рослини.

У фітонцидології розділяють прижиттєві (активні й пасивні) та посмертні виділення рослин. Окремо використовується термін міазміни – виділення з відмерлих та гниючих тканин рослин.

Після завершення вегетації у ґрунті та на його поверхні рослинні залишки, як культурних так і бур'янів, починають розкладатися. І, відповідно, ці міазміни мають вплив на рослинність, що буде рости на даній території [10].

Пшениця належить до культур, які виявляють сильну алелопатичну активність. Бензоксазиноїди та фенольні сполуки є найважливішими алелохімічними речовинами, про які повідомляється у пшениці [4].

Ферулова кислота виявлена у всіх злаках. Водні екстракти в концентраціях 2,0% і 4,0% мали алелопатичний вплив на швидкість проростання, довжину пагонів і коренів проростків пшениці спельти, ячменю і тритикале, а екстракти стебла та листя впливали на довжину коренів та пагонів озимої пшениці. Таким чином, поєднання сухого зернового порошку з підвищеним вмістом CO_2 стимулює початковий ріст озимої пшениці [2].

Накопичення токсичних речовин у ґрунті, ґрунтовтома, посилений розвиток патогенів на території вимагали від науковців детального розгляду питань, пов’язаних із фітонцидологією, алелохімією, агрофітоценологією.

Алелопатія − ще одна важлива техніка боротьби з бур’янами, яка є екологічно чистою успішно використовується в різних культурах. Бур'яни контролюють за допомогою алелопатичних мульч, культур сівозміни, проміжних культур і позакореневого внесення алелопатичних водних екстрактів [7].

Ще один аспект застосування хімічної взаємодії між рослинами в землеробстві полягає в тому, що можна використовувати ці біологічно активні речовини як фітогербіциди. На відміну від синтетичних вони формуються рослинами, тому мають бути безпечними для довкілля.

Урожайність основних польових культур значно знижується через забур'яненість. Неефективна практика боротьби з бур’янами, а також надмірне використання хімічних гербіцидів різко забруднили навколишнє середовище та здоров’я людей, окрім розвитку резистентності видів бур’янів. Таким чином, використання алелопатичних рослин для дослідження фітохімічних речовин як потужних органічних альтернатив таким хімічним гербіцидам стало незамінним [1].

Присутність бур’янів на полях де вирощується пшениця озима веде до погіршення якості зерна й зниження рівня продуктивності культури. Та проблему впливу міазмінів бур’янів на проростання насіння пшениці вивчено ще недостатньо. Хоча закордонні колеги-гербологи мають певні напрацювання в цьому питанні.

Зроблено висновок, що порошок із видів бур’янів знижує проростання та подальший ріст рослин пшениці, що вказує на важливість відповідних заходів у належний час проти видів бур’янів для збору кращого врожаю [6].

Пшениця озима традиційно позиціонується як культура із високою конкурентною здатністю завдяки швидкому росту та нагромадженню листової й стеблової маси, озимій формі розвитку, відносно раннім строкам звільнення території. Разом з тим, сортові особливості цієї культури теж мають істотний вплив на пригнічення бур’янів.

За даними Yedra V.Á. та ін. (2023) Мауріціо є найперспективнішим сортом пшениці для стійкого контролю бур’янів, і що скринінг сортів сільськогосподарських культур з алелопатичним потенціалом, що призводить до витіснення синтетичних гербіцидів, є неминучим рішенням у екологічному та сталому сільському господарстві [9].

Алелопатична дія одних рослин на інші відбувається при нагромадженні в середовищі їх перебування фізіологічно активних речовин – так званих колінів. Ці речовини істотно впливають на процеси проростання насіння, на ріст і розвиток рослин, на їх хімічний склад, а також їх стійкість до хвороб і шкідників й несприятливих умов зовнішнього середовища. Вони можуть посилювати або гальмувати ростові процеси в рослинах інших видів [11, 12].

Результати досліджень Shao Q.Q. та ін. (2019) показали, що екстракти Descurainia sophia, Galium tricorne, Vicia sativa продемонстрували алелопатичне пригнічення проростання насіння пшениці. Алелопатичні показники схожості насіння пшениці становили від -0,12 до -0,19, висоти проростків і довжини кореня від -0,70 до -0,87 і від -0,70 до -0,91 відповідно [8].

У складі бур'янів можлива зміна домінуючих видів. Наприклад, навесні у посіві пшениці озимої серед бур'янів можуть переважати зимуючі бур'яни з коротким вегетаційним періодом – грицики звичайні, талабан польовий, фіалка польова, а починаючи із середини червня, домінантами стають коренепаросткові види [3].

Інгібуючий ефект на початковий ріст усіх досліджуваних видів був пропорційний зростанню концентрації в усіх обробках. Вплив на початковий ріст був сильнішим у порівнянні з впливом на схожість досліджуваних видів. Нижчі концентрації викликали стимуляцію проростання [5].

Також алелопатичний вплив міазмінів залежить від умов середовища, де вони знаходяться. За даними Tsytsiura Ya. (2022) є відмінності в оцінці дії біохімічно активних речовин на фільтрувальному папері та в ґрунтовому середовищі. Усереднені дані показують загальне зниження алелопатичного ефекту на схожість насіння редьки олійної саме за вирощування на ґрунтовому субстраті на 0,2-2,0 % залежно від концентрації екстракту. Сам характер динаміки формування схожості мав різнорідний характер і видову специфічність від повільно-спадного характеру до характеру із стрибкоскопічним зниженням, що вказує на користь причин біохімічної природи [14].

Тобто, в ґрунтовому середовищі проходять певні хімічні реакції між біологічно активними речовинами, що ведуть до зменшення алелопатичного тиску на культурні рослини. Хімічний склад водорозчинних виділень буде залежати від сукупної дії цілого комплексу факторів та змінюватися з часом. Саме в цьому й полягає складність проведення досліджень та формування їх результатів.

Буферність ґрунту та мікробіологічні процеси, які в ньому відбуваються, можуть зменшувати фітотоксичність водорозчинних виділень на проростки пшениці [10].

На погодні умови по-різному реагують не тільки біологічні групи, а й окремі види бур'янів. Так, в умовах з підвищеною вологістю ґрунту краще проростають сокирки польові, лобода біла, гірчаки, метлюг звичайний, подорожник великий. За умов з помірною вологістю виділяються – зірочник середній, шпергель звичайний, мак-самосійка, гірчак шорсткий, щириця звичайна та інші. А от для посушливих умов характерні – підмаренник чіпкий, вівсюг звичайний, осоти, талабан польовий [15].

Співвідношення C:N впливає на швидкість розкладання рослинних решток і надходження азоту в ґрунт. Післяжнивні рештки зернових культур мають співвідношення C:N=80-85:1, а бобових і коренеплодів 25- 30:1, тому вони

швидше розкладаються. При чергуванні їх розклад біомаси проходить швидше. При C:N<20 мінералізація проходить швидше без використання мікроорганізмами ґрунтового азоту [13].

Отже, розкладання рослинних решток у ґрунті є складним біохімічним процесом на який має вплив значна кількість різноманітних чинників. Наявність біологічно активних речовин у водному розчині ґрунту, їх хімічний склад, температурний режим, чисельність різних груп мікроорганізмів – все це визначатиме умови проростання насіння культурних рослин та подальший розвиток проростків. Пролонгована алелопатична післядія колінів може тривати досить довгий час.

Фітотоксичні продукти розкладу рослинних решток бур'янів можуть спричиняти негативні екологічні та економічні наслідки. І це потрібно враховувати в сучасному аграрному виробництві.

Метою наших досліджень було вивчення впливу водорозчинних алелопатично активних речовин із 10 видів найбільш поширених видів бур'янів на проростання насіння пшениці озимої.

Умови та методика проведення досліджень. Дослідження проводили в лабораторії фізіології рослин Вінницького національного аграрного університету. Вивчали вплив водних витяжок концентрації 1:10 із різних видів бур'янів на процеси проростання насіння пшениці озимої. Для експерименту відібрали наступні види найбільш шкодочинних багаторічних бур'янів: березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), осот жовтий польовий *(Sonchus arvensis* L.*)* та будяк польовий (*Cirsium arvense* L.*).* Із малорічних видів у дослід взяли злинку канадську (*Erigeron canadensis* L.*),* ромашку непахучу (*Matricaria perforata* Merat*),* грицики звичайні (*Capsella bursa pastoris*), грабельки звичайні (*Erodium cicutarium* L.*),* лободу білу (*Chenopodium album* L.*)*, підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.*),* зірочник середній (*Stellaria media* L.*).*

Програмою досліджень передбачено оцінювання схожості насіння пшениці під дією водних екстрактів найбільш поширених бур'янів в її агрофітоценозах на території Вінницької області. Водні розчини в рівних пропорціях із надземних та підземних частин сегетальних рослин отримували згідно методичних рекомендацій щодо приготування настоїв. Зелену масу досліджуваних бур'янів відбирали влітку під час цвітіння рослин та підсушували до повітряно-сухого стану. Згодом подрібнювали її на частинки розміром близько 3-4 мм. Для екстракції біологічно активних речовин зважували по 10 г сировини кожного виду та поміщали в конічні плоскодонні колби, куди згодом додавали 100 мл дистильованої води. Температура її була 20 °С. Щоб з рослинної маси повною мірою потрапили у воду розчинні речовини вміст кожної колби активно перемішували впродовж 1 хвилини. Далі зразки нагрівали на водяній бані за температури 60 °С впродовж 15 хв. Отриманий екстракт охолоджували протягом 45 хв.

Через добу отримані розчини пропускали через паперові фільтри щоб очистити від рослинної маси. Поміщали 5 мл екстракту кожного виду бур'яну в

чашки Петрі до насінин пшениці озимої. Для цього відбирали 10 штук насінин з єдиної посівної фракції та поміщали в кожну чашку. У контрольному варіанті пророщували насіння пшениці у чашках Петрі з дистильованою водою. Далі пророщували зразки в термостаті за підтримки температурного режиму в межах +20-22 °С у 4-разовій повторності. Показники енергії проростання насіння пшениці в досліді визначалися на 4 добу, а показники схожості – на 7 добу. Теж у цей день в чашки Петрі добавляли ще по 3 мл або дистильованої води (на контрольному варіанті) або водного екстракту відповідного виду бур'яну, який зберігали в холодильнику. Динаміку наростання кореневої системи та стебла в пшениці озимої визначали щодоби в один і той же час.

Статистичний аналіз виконували методом розрахунку показників середньоарифметичних та розмаху варіації: довжини зародкового корінця, довжини колеоптилю та загальної довжини кореневої системи.

Виклад основного матеріалу. Кожний рослинний вид в процесі своєї життєдіяльності виділяє у ґрунт біологічні інгібітори – коліни для пригнічення інших видів. І навіть після закінчення вегетації в процесі розкладання тканин рослин ґрунтове середовище теж насичується їхніми водорозчинними речовинами. Насіння культурних рослин під час проростання поглинає ґрунтову вологу, що містить біологічно активні речовини, виділені з інших рослин. Вони можуть вступати в реакції із ферментами в насінні й це матиме вплив на його швидкість енергії проростання. Згодом з'являється зародковий корінець, у функції якого входить передача води й розчинених в ній речовин до зародка. Тому, на забур'янених територіях сходи культури з'являються на поверхні ґрунту неодночасно, тобто розтягнуто в часі. Сходи можуть бути зріджені, що теж є результатом алелопатичного впливу бур'янистої рослинності. Дружність появи культурних рослин на поверхні ґрунту служить запорукою високої стартової конкуренції з бур'янами.

Хімічна природа колінів є дуже різноманітною, але характерною особливістю їх є нестійкість у хімічному плані. Алелопатична активність кожного виду є важливою ознакою для конкуренції та виживання його на певній території. Процес накопичення колінів у ґрунті з часом призводить до значної алелопатичної активності в осінній період та може проявлятися як пригніченням, так стимулюванням рослин у фітоценозах. Як процес алелопатія характеризується комплексною взаємодією, в якій задіяні не лише вищі рослини, але й ґрунтові мікроорганізми. Від їхньої діяльності буде залежати алелопатичний тиск одних видів рослин на інші види. Швидка та рівномірна поява сходів пшениці озимої забезпечує їм домінування у фітоценозі, формування оптимальної густоти посіву, гарантує комфортний та сприятливий мікроклімат. Такі сходи контролюють у фітосередовищі рівень присутності бур'янів та можуть знижувати їх шкодочинну дію.

Багаторічні бур’яни мають здатність до вегетативного розмноження. Завдяки великому запасу поживних речовин у своїх підземних органах вони впродовж усього вегетаційного періоду становлять велику загрозу для культурних рослин. Саме тому для експерименту було взято коренепаросткові бур’яни, що найчастіше зустрічаються як і в посівах озимої пшениці в нашому регіоні, так і в посівах її попередників: березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.) та будяк польовий (*Cirsium arvense* L.). Після збирання попередника озимої пшениці в ході обробітку ґрунту ці бур’яни подрібнюються на частинки та заробляються в ґрунт. Їх вегетативна маса порівняно із більшістю малорічних видів є значною: довжина стебел понад 1 м, висока облиствленість, велика листкова пластинка в осоту та будяка. Тому й надходження органічної речовини та концентрація ґрунтового розчину є істотними факторами впливу на процеси проростання насіння культурних рослин. Хімічний склад бур’янів найчастіше розглядають із точки зору агрохімії. Наявність та кількість тих чи інших елементів у складі бур’янів свідчить про краще та швидше їхнє поглинання сегетальною рослинністю, про переваги бур’янів у конкуренції з культурними рослинами. Певні види надають перевагу накопиченню окремих елементів: в лободі міститься багато К та Са, в осотах - Cu, капустяні містять Р. Для рослин з родини капустяних характерна наявність у глікозидах сірковмісних речовин.

Фармакологія теж вивчає хімічний склад бур’янів з метою їх використання як лікарської сировини. Тому є значна кількість інформації щодо наявності тих чи інших хімічних сполук у більшості видів бур’янів. Найбільшу зацікавленість у гербологів викликає наявність у бур’янистих рослинах глікозидів, дубильних речовин, алкалоїдів, органічних кислот, сапоннів та ефірних олій.

В рослинах глікозиди формуються для знешкодження дуже активного аглікону, який утворюється в процесі метаболізму в рослинному організмі або може потрапити в нього ззовні. Наявність глікозидів слугує захистом для рослин проти поїдання їхньої маси тваринами чи пошкодження мікроорганізмами.

Дубильні речовини (таніни) за своїми хімічними характеристиками подібні до групи глікозидів. Об'єднують вони значну кількість безазотистих сполук ароматичного ряду з групи багатоатомних фенолів. Дубильні речовини захищають рослини від негативної дії ультрафіолету та мають антимікробну дію. Також вони захищають рослини й від гниття. Алкалоїди − це складні гетероциклічні сполуки. За їхньою допомогою відбувається перетворення та збереження азоту в рослинах. Вони мають високу біологічну активність задля захисної функції в рослинах. Всі алкалоїди мають лужні властивості. Вони локалізуються в основному у корені і листках рослини. Алкалоїди є нелеткими, гіркими на смак, фізіологічно дуже активними речовинами. Для утворення алкалоїдів амінокислоти являються основними органічними сполуками.

Органічні кислоти – це багатоосновні оксикислоти. Вони містяться в клітинному соку рослин у вільному стані та можуть бути у вигляді солей або ефірів. Деякі органічні кислоти активізують ферменти, підвищують схожість насіння і продуктивність культурних рослин, стимулюючи їх ростові процеси.

Сапоніни – складні безазотисті сполуки групи глікозидів із поверхнево-активними властивостями. До їх складу входять моносахариди та аглікони. Стероїдні сапоніни мають фунгіцидну дію. Ефірні олії захищають рослини від збудників хвороб і шкідників, від поїдання тваринами та є активними метаболітами обмінних процесів. Але їх наявність гальмує проростання насіння. В ґрунті під впливом ефірних олій можуть накопичуватися коліни, які зумовлюють явище ґрунтовтоми. Склад та концентрація цих речовин у рослинах може варіювати в різних їхніх органах, залежати від фізіологічного стану та умов росту. Під дією факторів зовнішнього середовища ці біологічно активні речовини можуть змінюватися та піддаватися цілому ряду хімічних перетворень. Саме тому досить складно оцінити їхню дію на інші види рослин та спрогнозувати розвиток міжвидових взаємовідносин рослин у ценозі. Внаслідок поглинання кореневою системою алелопатично активних речовин відбуваються зміни у процесах метаболізму тих рослин, що їх отримують. Ці процеси змінюють як свою інтенсивність так і напрямок. Згодом це відображається на фізіологічному стані рослини. Присутність хімічних сполук у тих видів бур'янів, що було взято для дослідження наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідних бур'янів

Назва бур'янів	Глікозиди	Дубильні речовини	Алкалоїди	Органічні кислоти	Сапоніни	Інше
Convolvulus arvensis L.	+		+		+	вітаміни
Sonchus arvensis L.		+				каротин і каучук
Cirsium arvense L.		+	+	+		вітаміни, каучук
Erigeron canadensis L.		+	+	+	+	кумарин, вітаміни та ефірну олію
Matricaria perforata Merat	+					ефірну олію
Capsella bursa pastoris	+	+		+	+	вітаміни та ефірну олію
Erodium cicutarium L.	+	+		+		вітаміни та смоли
Chenopodium album L.			+	+	+	вітаміни та ефірну олію
Galium aparine L.	+	+		+		вітамін С
Stellaria media L.		+			+	

Джерело: сформовано на основі [16]

Як видно із даних таблиці 1 у складі більшості видів бур'янів містилися дубильні речовини (за винятком *Convolvulus arvensis* L., *Matricaria perforata* Merat. та *Chenopodium album* L.). Але до складу березки польової входить значна кількість глікозиду конвольвулину, смола та флавоноїди.

Після збирання попередника у ґрунтове середовище наступним обробітком ґрунту загортаються рештки культурних рослин та бур'яни. Їхня коренева система теж подрібнюється та слугує джерелом міазмінів. В залежності від вологості ґрунту, мікробіологічного його складу, доступу повітря, глибини загортання решток, видового складу зароблених рослин і буде залежати швидкість розкладання органічних речовин. Та, відповідно, надходження алелопатично активних речовин у ґрунт, їх вплив на проростання насіння культури, що є наступною згідно схеми сівозміни.

Так як наявність глікозидів, дубильних речовин, алкалоїдів в рослинах захищає їх пошкодження мікроорганізмами, то й рослинні рештки таких бур'янів мікробіоті теж проблематично буде розкладати до неорганічних речовин. Тобто впродовж більшого проміжку часу, порівняно із тими рештками, що не містять глікозидів, ґрунт міститиме частинки сегетальної рослинності. Ці частинки будуть джерелом біологічно активних речовин (БАР) і тривалий час визначатимуть умови проростання культурних рослин. Ефірні олії на відміну від органічних кислот своєю присутністю гальмують проростання насіння. Отже, наявність у ґрунті решток бур'янів забезпечує поступове надходження їхніх алелопатично активних речовин у посівний шар.

Для озимих культур вплив БАР буде сильнішим, ніж для ярих культур. Тому що впродовж зимового періоду значна частина алелопатично активних речовин мігрує із посівного шару, частково втратить свою активність, вступить в хімічну взаємодію з іншими речовинами та змінить ефективність. Саме тому, в нашому досліді вивчався алелопатичний вплив міазмінів бур'янів на проростання насіння пшениці озимої.

Визначали енергію проростання насіння пшениці озимої на 4 добу після закладання досліду. За допомогою лінійки вимірювали довжину зародкового корінця почергово виймаючи проростки із чашок Петрі.

Із даних рис. 1 видно, що водні витяжки із всіх видів бур'янів гальмували довжину зародкового корінця пшениці озимої. В контрольному варіанті проросли всі насінини, а от в дослідних варіантах на 4 добу певна частина насінин пшениці перебувала у фазі набубнявіння на час обліку.

Алелопатична дія водорозчинних речовин із різних видів бур'янів мала пригнічувальний вплив на енергію проростання насіння пшениці озимої. Вона залежала від виду бур'яну. Найбільше гальмувалися процеси проростання під впливом біологічно активних речовин із Cirsium arvense L., Erodium cicutarium L. та Sonchus arvensis L. Ці рослини порівняно з іншими видами мають вищий

вміст дубильних речовин та алкалоїдів. Вплив Convolvulus arvensis L. на енергію проростання насіння пшениці озимої мав четверте місце, очевидно через те що вона містить смолисті речовини, глікозиди й алкалоїди при відсутності інформації щодо наявності дубильних речовин. Найменшим був вплив водорозчинних виділень із Stellaria media L. та Matricaria perforata Merat. Що і пояснюється їхнім хімічним складом: відсутністю або низьким вмістом дубильних речовин та глікозидів.

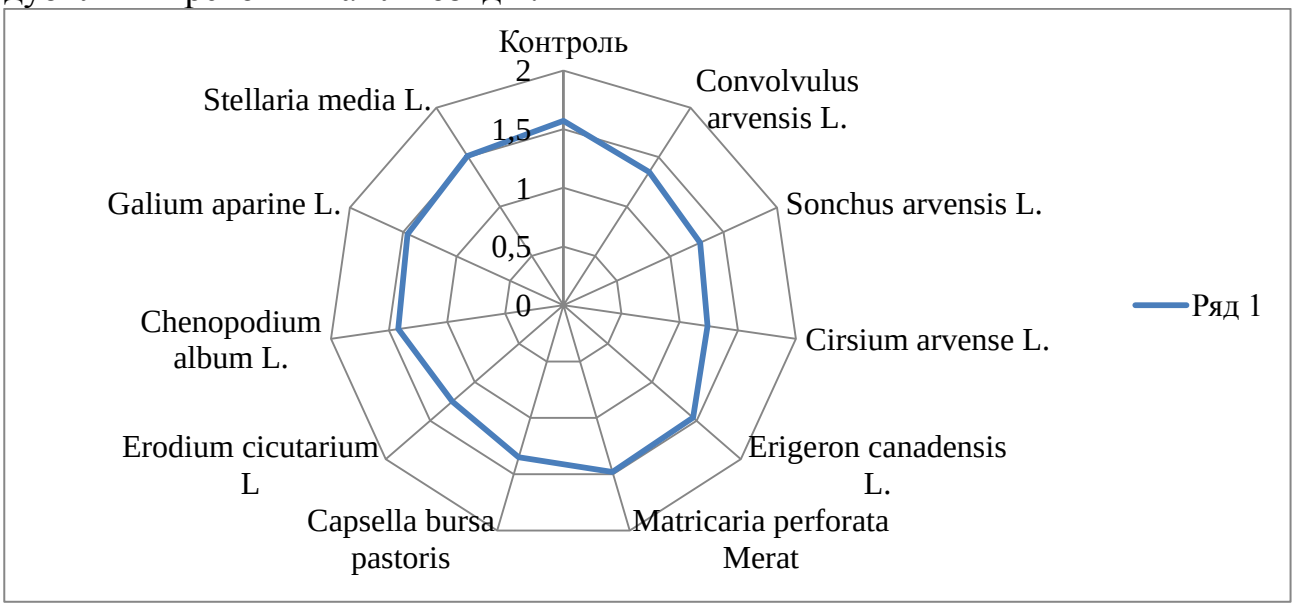

Рис. 1. Довжина зародкового корінця пшениці озимої на 4 добу в залежності від середовища проростання, см.

Джерело: отримано на основі власних результатів досліджень

Зрозуміло, що умови росту мають значний вплив на формування та співвідношення речовин у рослинах. І від цього буде залежати їхній алелопатичний вплив на сусідні організми.

Проведені під час 7 доби обліки також підтвердили дію гальмування водних витяжок із бур'янів на висоту паростка та довжину кореневої системи пшениці озимої (Табл. 2).

Аналогічна закономірність щодо пригнічення ростових процесів у пшениці озимої водними витяжками із різних видів бур'янів продовжувалася в часі. Менший вплив спостерігався на довжину паростка. А от коренева система пшениці більшою мірою постраждала від дії біологічно активних речовин, що знаходилися у водному розчині. Це пояснюється тривалим періодом контакту коренів із водними витяжками з досліджуваних бур'янів. Така реакція культурних рослин узгоджується із науковими даними інших вчених, що вивчають алелопатичну дію колінів. На дослідних варіантах висота паростка була більшою за довжину зародкового корінця.

Ті бур'яни, які завдають найбільше шкоди культурним рослинам під час їхнього сумісного росту відносяться до злісних. Їхня негативна дія проявляється також і на хімічних взаємозв'язках.

Таблиця 2

Висота паростка та довжина кореневої системи пшениці озимої в залежності від середовища проростання насіння, 2023 р.

Варіанти водних витяжок із бур'янів	Паросток, см	Зародковий корінець, см	Загальна довжина кореневої системи, см
1. Контроль (дистильована вода)	3,99±0,05	3,99±0,04	10,43±0,12
2. Convolvulus arvensis L.	3,85±0,03	3,78±0,04	10,03±0,10
3. Sonchus arvensis L.	3,83±0,04	3,68±0,04	9, 91±0,10
4. Cirsium arvense L.	3,80±0,03	3,63±0,04	9,82±0,10
5. Erigeron canadensis L.	3,84±0,04	3,79±0,03	10,08±0,11
6. Matricaria perforata Merat	3,91±0,03	3,84±0,03	10,16±0,11
7. Capsella bursa pastoris	3,83±0,03	3,81±0,03	10,10±0,11
8. Erodium cicutarium L.	3,76±0,03	3,62±0,03	9,84 ±0,10
9. Chenopodium album L.	3,89±0,03	3,76±0,03	10,19±0,11
10. Galium aparine L.	3,87±0,03	3,79±0,03	10,09±0,11
11. Stellaria media L.	3,94±0,04	3,92±0,03	10,18±0,12

Джерело: отримано на основі власних результатів досліджень

Розпочинається вона з проростання насіння та не завершується після відмирання рослин. Водорозчинні речовини з подрібнених ґрунтообробними знаряддями бур'янів накопичуються у ґрунтовому середовищі, та в залежності від рівня їхньої концентрації мають певний вплив на проростання насіння культурних рослин. Більш сильним буде алелопатичний вплив на озимі культури порівняно з ярими. Тому що впродовж зимового періоду концентрація у ґрунті водорозчинних речовин із бур'янів знизиться. Варто також враховувати, що зміни впродовж вегетаційного періоду відбуваються в хімічному складі рослин бур'янів. Нас буде цікавити не лише присутність БАР, а й співвідношення їх та активність метаболічних процесів. Також істотний вплив мають й умови в середовищі, в яке було виділено алелопатично активні речовини.

Найнижчі показники щодо висоти проростка та довжини кореневої системи були зафіксовані на варіантах 8, 4 та 3. Відповідно вони містили водорозчинні екстракти із бур'янів: *Erodium cicutarium* L., *Cirsium arvense* L. *ma Sonchus arvensis* L. Гальмівна їхня дія на висоту проростка була в межах 5,8-4,0%. Зародковий корінець відставав у рості на цих варіантах відповідно на 9,3; 9,0 та 7,8%. Довжина кореневої системи була меншою на 5,7; 5,8 та 5%.

Присутність органічних кислот в *Erodium cicutarium* L. *ma Cirsium arvense* L. могла мати позитивний вплив на ростові процеси у пшениці озимої. Без них інгібуюча дія інших речовин цих видів бур'янів була би ще більшою.

Водорозчинні виділення із *Stellaria media* L. та *Matricaria perforata* Merat. продемонстрували найменший вплив на ростові процеси пшениці озимої. Відставання висоти паростків від контрольного варіанту було відповідно 1,3% та 2,0%. Довжина зародкового корінця пшениці була меншою на 1,8% та 3,8%

під впливом водорозчинних виділень зірочника середнього та ромашки непахучої. Загальна довжина кореневої системи пшениці озимої гальмувалася ними на 2,4% та 2,6% відповідно по відношенню до контрольного варіанта.

Водні витяжки із дослідних бур'янів гальмують ріст кореневої системи пшениці озимої. Відповідно, формуються ослаблені екземпляри, які не зможуть якісно забезпечувати рослину поживними речовинами із ґрунтового середовища. На забур'янених полях не варто очікувати дружної появи сходів культурних рослин, тому що гальмівна дія алелопатично активних речовин істотно знижує енергію проростання насіння. Зрозуміло, що отримані результати в лабораторних умовах будуть відрізнятися від тих, що сформуються в польових. Цілий комплекс факторів впливатиме на процеси розкладу та дії міазмінів на полі. Але основна тенденція гальмування ростових процесів у культурних рослин внаслідок дії бур'янів відмічена аграріями здавна. Нерівномірні сходи пшениці навряд чи забезпечать хорошу конкуренцію з бур'янами, стійкість до хвороб та високий рівень урожайності зерна. Отже, проведення досліджень щодо вивчення алелопатичного впливу злісних видів бур'янів на умови проростання насіння культурних рослин має досить важливе значення для розвитку сучасної аграрної науки. Фітоконкуренція в будь-якому ценозі залежатиме від алелопатичної активності всіх видів, що приймають в ній участь. Деякі з них мають гальмівну дію, деякі – стимулюючу. Тому в цілому не можливо порахувати в польових умовах алелопатичний тиск кожного виду бур'яну на культуру. А от в лабораторії є можливість вивчення міжвидового впливу в змодельованих умовах.

Крім того, також потрібно прийняти до уваги й те, що в процесі проростання насіння пшениці теж буде виділяти у ґрунтове середовище певні сполуки. Ці речовини можуть вступати в хімічні реакції із тими, які вже є у довкіллі. І їх впливи на подальші процеси росту культурних рослин теж потребують вивчення. Хоча пшениця озима характеризуються по відношенню до бур'янів високою конкурентною здатністю, та все ж таки на початку своєї вегетації, впродовж гербокритичного періоду, вона потребує максимально сприятливих умов для свого стартового росту та послідуючого закладання генеративних органів. Явище алелопатії характерне для всіх екосистем; воно включає складний хімічний зв'язок між компонентами системи. Тому сучасний агарний сектор має враховувати алелопатичний вплив при вирощуванні будь-яких сільськогосподарських культур. Мікробіологічні процеси, які проходять в ґрунті та його буферність можуть знижувати негативний алелопатичний вплив водорозчинних виділень бур'янів на проростки пшениці. Тому результати лабораторних досліджень фітотоксичності не завжди повною мірою підтверджуються в польових умовах. Подальше вивчення алелопатичного впливу бур'янів на проростання насіння культурних рослин стане міцною базою для ефективного, економічно вигідного та безпечного рослинництва. А також для зниження можливих екологічних ризиків в сучасному господарюванні.

Висновок і перспективи подальших досліджень. Водорозчинні виділення досліджуваних видів бур'янів гальмують енергію проростання насіння пшениці озимої. Найбільшу гальмівну дію показали біологічно активні речовини із *Cirsium arvense* L., *Erodium cicutarium* L. *ma Sonchus arvensis* L. Подальша тривалість досліду продемонструвала продовження в часі пригнічення ростових процесів у культури водними витяжками із різних видів бур'янів. Відмічено менший вплив їх на довжину паростка. Коренева система пшениці сильніше відреагувала на дію біологічно активних речовин, що знаходилися у водному розчині. Гальмівна дія *Erodium cicutarium L., Cirsium arvense* L. *ma Sonchus arvensis* L. на висоту проростків пшениці була в межах 5,8-4,0%. А довжина кореневої системи культури була меншою відповідно на 5,7; 5,8 та 5%. Водорозчинні виділення із *Stellaria media* L. та *Matricaria perforata* Merat. мали найменший вплив на ростові процеси пшениці озимої.

Список використаної літератури

1. Anwar S., Naseem S., Karimi S., Asi M., Akrem A., Ali Z. (2021). Bioherbicidal Activity and Metabolic Profiling of Potent Allelopathic Plant Fractions *Against Major Weeds of Wheat – Way Forward to Lower the Risk of Synthetic Herbicides. Frontiers in Plant Science*. Vol. 12. P. 1-19. 10.3389/fpls.2021.632390. doi.org/10.3389/fpls.2021.632390.

2. Carvalho M., Halecki W., Możdżeń K., Synowiec A. (2022). Autoallelopathic and Allelopathic Influence of Aqueous Winter-Cereal Extracts. *Acta Agrobotanica*. 75. 1-13. DOI:10.5586/aa.753

3. Зуза В.С. Гербологія. Харків: Стиль-Видавництво, 2022. 468 с.

4. Jabran K. (2017). Wheat Allelopathy for Weed Control. P. 1-16. DOI:10.1007/978-3-319-53186-1_2.

5. Novak M., Novak N., Milinovic B. (2021). Differences in allelopathic effect of tree of heaven root extracts and isolated ailanthone on test-species. *Journal of Central European Agriculture*. 22 (3). P. 611-622. DOI: https://doi. org/ 10.5513 /JCEA01/22.3.3098.

6. Pushpa P., Seem P., Baloch N., Buriro S., Soomro M., Khan A., Jogi T., Kandhro Q., Soomro M., Farheen P. (2019). Allelopathic Effect of Weed Species on Germination and Seedling Traits of Wheat Varieties. *Journal of Innovative Sciences*. Vol. 5. P. 100-105. 10.17582/journal.jis/2019/5.2.100.105.

7. Shahzad M., Jabran K., Hussain M., Raza M., Wijaya L.,El-Sheikh M., Alyemeni M. (2021). The impact of different weed management strategies on weed flora of wheat-based cropping systems. PLoS ONE. 16. e0247137. 10.1371/journal.pone.0247137. DOI:10.1371/journal.pone.0247137.

8. Shao Q.Q., Li W.Y., Yan S.H., Zhang C.Y., Huang Sh.Ch., Ren L.T. (2019). Allelopathic effects of different weed extracts on seed germination and seedling growth of wheat. *Pakistan Journal of Botany*. Vol. 51. No. 6. P. 2159-2167 ref.29. DOI:10.30848/PJB2019-6(45).

9. Yedra V.Á, Otero P., Prieto M.A., Simal-Gandara J., Reigosa M.J., Sánchez-Moreiras A.M., Hussain M.I. (2023). Testing the role of allelochemicals in different wheat cultivars to sustainably manage weeds. *Pest Management Science.* Mar 8. DOI: 10.1002/ps.7444. Epub ahead of print. PMID: 36890109.

10. Окрушко С.Є. Вплив водних витяжок *Elytrigia repens L.* на проростання насіння пшениці. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 93-109. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-8.

11. Окрушко С.Є. Вплив водних витяжок із кореневищ *Elytrigia repens L.* на проростання насіння кукурудзи. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика.* 2022. Вип. 2 (4). С. 43-50. DOI: 10.54651/agri.2022.02.05.

12. Okrushko S.E. Allelopathic effect of couch grass (*Elymus repens L.)* on germination of common wheat seeds. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2022. Vol. 109, No. 4. P. 323-328. DOI 10.13080/z-a.2022.109.041.

13. Смага І.С., Черлінка В.Р., Романюк В.В., Цвик Т.І. Землеробство. Бур'яни і сівозміни: навч. посібник. Чернівці, 2022, 122 с.

14. Tsytsiura Ya. (2022). Estimation of species allelopathic susceptibility to perennial weeds by detailing the formation period of germinated seeds of oilseed radish (*Raphanus sativus l. var. oleiformis pers.)* as the test object. A*graarteadus Journal of agricultural science.* Vol. 33. № 1. P. 176-191. DOI:10.4067/S0718-58392020000400661.

15. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Контролювання бур'янів в агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво.* 2020. № 4 (19). С. 135-147. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-5.

16. Copyright © 2023 Лікарські рослини. All Rights Reserved URL: https://www.google.com/search?q=%2F+Copyright+%C2%A9+2023+%D0%9B%D+All+Rights+Reserved&rlz=1C1GGRV_enUA792UA792&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (Дата звернення 6.06.2023 р.).

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Anwar S., Naseem S., Karimi S., Asi M., Akrem A., Ali Z. (2021). Bioherbicidal Activity and Metabolic Profiling of Potent Allelopathic Plant Fractions Against Major Weeds of Wheat –Way Forward to Lower the Risk of Synthetic Herbicides. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 12. P. 1-19. 10.3389/fpls.2021.632390. doi.org/10.3389/fpls.2021.632390. [in English].

2. Carvalho M., Halecki W., Możdżeń K., Synowiec A. (2022). Autoallelopathic and Allelopathic Influence of Aqueous Winter-Cereal Extracts. *Acta Agrobotanica.* 75. 1-13. DOI:10.5586/aa.753. [in English].

3. Zuza V.S. (2022). Herbolohiia [*Herbology*]. Kharkiv: Styl-Yzdat, 468. [in Ukrainian].

4. Jabran K. (2017). Wheat Allelopathy for Weed Control. P. 1-16. DOI: 10.1007/978-3-319-53186-1_2. [in English].

5. Novak M., Novak N., Milinovic B. (2021). Differences in allelopathic effect of tree of heaven root extracts and isolated ailanthone on test-species. *Journal of*

Central European Agriculture. 22 (3), pp. 611-622. DOI: https://doi.org/10.5513 /JCEA01 /22.3.3098. [in English].

6. Pushpa P., Seem P., Baloch N., Buriro S., Soomro M., Khan A., Jogi T., Kandhro Q., Soomro M., Farheen P. (2019). Allelopathic Effect of Weed Species on Germination and Seedling Traits of Wheat Varieties. *Journal of Innovative Sciences.* Vol. 5. P. 100-105. 10.17582/journal.jis/2019/5.2.100.105. [in English].

7. Shahzad M., Jabran K., Hussain M., Raza M., Wijaya L., El-Sheikh M., Alyemeni M. (2021). The impact of different weed management strategies on weed flora of wheat-based cropping systems. PLoS ONE. 16. e0247137. 10.1371/journal.pone.0247137. DOI:10.1371/journal.pone.0247137. [in English].

8. Shao Q. Q., Li W. Y., Yan S. H., Zhang C. Y., Huang Sh. Ch., Ren L.T. (2019). Allelopathic effects of different weed extracts on seed germination and seedling growth of wheat. *Pakistan Journal of Botany.* Vol. 51. No. 6. pp. 2159-2167 ref.29. DOI:10.30848/PJB2019-6(45) [in English].

9. Yedra V.Á, Otero P., Prieto M.A., Simal-Gandara J., Reigosa M.J., Sánchez-Moreiras A.M., Hussain M.I. (2023). Testing the role of allelochemicals in different wheat cultivars to sustainably manage weeds. *Pest Management Science.* Mar 8. doi: 10.1002/ps.7444. Epub ahead of print. PMID: 36890109. [in English].

10. Okrushko S.Ye. (2022). Vplyv vodnykh vytiazhok *Elytrigia repens L*. na prorostannia nasinnia pshenytsi [*Effect of aqueous extracts of Elytrigia repens L. on germination of wheat seeds*]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry.* Vol. 4 (27). 93-109. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-8. [in Ukrainian].

11. Okrushko S.Ye. (2022). Vplyv vodnykh vytiazhok iz korenevyshch Elytrigia repens L. na prorostannia nasinnia kukurudzy [*The effect of water extracts from the rhizomes of Elytrigia repens L. on the germination of corn seeds*]. *Zemlerobstvo ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka – Agriculture and crop production: theory and practice.* Vol. 2 (4). 43-50. DOI: 10.54651/agri.2022.02.05. [in Ukrainian].

12. Okrushko S.E. (2022). Allelopathic effect of couch grass (*Elymus repens L.)* on germination of common wheat seeds. *Zemdirbyste-Agriculture.* Vol. 109, No. 4. P. 323-328. DOI 10.13080/z-a.2022.109.041. [in English].

13. Smaha I.S., Cherlinka V.R., Romaniuk V.V., Tsvyk T.I. (2022). Zemlerobstvo. Bur'iany i sivozminy: navch. Posibnyk [*Agriculture. Weeds and crop rotation*]. Chernivtsi. [in Ukrainian].

14. Tsytsiura Ya. (2022). Estimation of species allelopathic susceptibility to perennial weeds by detailing the formation period of germinated seeds of oilseed radish (*Raphanus sativus l. var. oleiformis pers.)* as the test object. A*graarteadus Journal of agricultural science.* Vol. 33. № 1. P. 176-191. DOI:10.4067/S0718-58392020000400661. [in English].

15. Shkatula Yu.M., Votyk V.O. (2020). Kontroliuvannia burianiv v ahrotsenozakh nutu [*Control of weeds in agrocenosis of nutu]*. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry.* № 4 (19). 135-147. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-5. [in Ukrainian].

16. Copyright © 2023 Likarski roslyny. All Rights Reserved URL: https://www.google.com/search?q=%2F+Copyright+%C2%A9+2023+%D0%9B%D+All+Rights+Reserved&rlz=1C1GGRV_enUA792UA792&sourceid=chrome&ie=UTF-8 [in Ukrainian].

ANNOTATION
ALLELOPATIC INFLUENCE OF WEEDS ON THE GERMINATION OF WINTER WHEAT SEEDS

The article summarizes the results of the phytotoxic effect of water-soluble extracts from various weeds on the germination processes of winter wheat seeds. Competitive relations between plant organisms begin with chemical interaction. Therefore, the competitive properties of the participants of the cenosis and the level of productivity of its components will depend on the starting conditions that are formed during the germination of the seeds of the crop. The research was carried out in the laboratory of plant physiology of VNAU. The purpose of the research was to establish in laboratory conditions the allelopathic effect of water extracts from the most common weeds of the Vinnytsia region: Convolvulus arvensis L., Sonchus arvensis L., Cirsium arvense L., Erigeron canadensis L., Matricaria perforata Merat, Capsella bursa pastoris, Erodium cicutarium L., Chenopodium album L., Galium aparine L., Stellaria media L. Water extracts from the stems, leaves and root system of weeds were prepared at a concentration of 1:10. During the experiment, it was established that the presence of allelopathically active substances of all experimental weed species of this concentration negatively affects the germination energy of winter wheat seeds. In the control version, all the seeds of the culture germinated on the 4th day, and in the experimental versions, 1-3% of the wheat seeds were in the swelling phase. Water extractions of different types of weeds had different inhibitory effects on winter wheat seed germination and subsequent growth of the root system and sprout stems. The negative effect of water-soluble secretions from Erodium cicutarium L., Cirsium arvense L. and Sonchus arvensis L. reduced the height of wheat seedlings by 5.8-4.0%. And the length of the root system of the culture was smaller by 5.7, respectively; 5.8 and 5% compared to the control variant. Water-soluble extracts from Stellaria media L. and Matricaria perforata Merat. had the least influence on the growth processes of winter wheat. The difference in sprout height from the control variant was 1.3% and 2.0%, respectively. The length of the germinal root of wheat was shorter by 1.8% and 3.8% under the influence of water-soluble secretions of asteraceae and chamomile. The total length of the root system of winter wheat was inhibited by them by 2.4% and 2.6%, respectively, in relation to the control. The results of the conducted research provide justification for the appearance of unfriendly seedlings and the lag in the growth of winter wheat plants on weedy areas.

Key words: *seed germination, creeping wheatgrass, suppression of growth processes, stimulating action, wheat, allelopathy.*

Table 2. Fig. 1. Lit. 16.

Інформація про автора

Окрушко Світлана Євгенівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: osy@vsau.vin.ua).

Okrushko Svetlana Evgenivna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Botany, Genetics and Plant Protection of Vinnitsia National Agrarian University (21008, Vinnitsia, Soniachna Str. 3, e-mail: osy@vsau.vin.ua).