

АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛЕНУ ЯСЕНЕЛИСТОГО

Москаленко Микола Павлович,

кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології та методики навчання біології
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0002-0580-9314
Web of Science Researcher ID: GRJ-5377-2022

У статті актуалізовано питання хімічної взаємодії рослин у природних фітоценозах. Предмет роботи – алелопатичний вплив інвазійних видів на ріст і розвиток інших рослин. Для конкретного експериментального дослідження було обрано клен ясенелистий (американський), яскравий представник групи адвентивних видів. Метою статті було визначити алелопатичні властивості надземних вегетативних органів клену ясенелистого, які могли б певною мірою проявити механізми швидкого заселення цим видом природних фітоценозів в Україні. Основним методом дослідження були біотести. Як тестову культуру було обрано пшеницю, класичний об'єкт. Було встановлено, що обробка витяжками з вегетативних органів клену ясенелистого викликала зниження відсотку схожості насіння тестової культури через 72 години після обробки. Витяжка з листків забезпечила зменшення відсотка схожості насіння тестової культури в 8 разів в порівнянні з контролем. Зафіксовано, що загальні розміри проростків тестової культури після обробки витяжкою з бруньок клену ясенелистого були меншими, ніж у контролі у 1,6 раза, після обробки витяжкою з листків – у 4 рази. Було встановлено негативний алелопатичний вплив речовин із дослідних витяжок вегетативних органів клену ясенелистого на ріст і розвиток як цілого проростку тестової культури, так і його коренів та пагонів. Пагін проростку тестової культури виявився більш чутливим до негативної алелопатичної дії клену ясенелистого, ніж корінь. Встановлено зміни алелопатичної активності листків клену ясенелистого протягом вегетаційного періоду: відбулось значне її зниження у дослідних пробах з травня по вересень. Отримані результати дають підставу констатувати, що одним з механізмів, який забезпечив агресивне поширення клену ясенелистого в природних і змінених фітоценозах може бути його висока негативна алелопатична активність по відношенню до інших видів. У статті визначено напрям можливих подальших досліджень хімічної взаємодії адвентивних та аборигенних видів рослин.

Ключові слова: клен ясенелистий, алелопатична активність, тестова культура, інвазійний вид, фітоценоз, інгібуюча дія, вегетаційний період.

Moskalenko Mykola. Allelopathic Properties of the Boxelder Maple

The article addresses the issue of chemical interactions between plants in natural phytocenoses. The subject of the work is the allelopathic effect of invasive species on the growth and development of other plants. For the specific experimental study, the boxelder maple (*Acer negundo*), a prominent representative of the group of adventive species, was chosen. The aim of the article was to determine the allelopathic properties of the aboveground vegetative organs of the boxelder maple, which could somewhat clarify the mechanisms of its rapid colonization of natural phytocenoses in Ukraine. The main research method was bioassays. Wheat was chosen as the test culture, a classic object. It was established that treatment with extracts from the vegetative organs of the boxelder maple caused a decrease in seed germination percentage of the test culture 72 hours after treatment. The leaf extract resulted in an 8-fold reduction in seed germination percentage compared to the control. It was recorded that the total size of the test culture seedlings after treatment with the boxelder maple bud extract was 1.6 times smaller than the control, and after treatment with the leaf extract, it was 4 times smaller. A negative allelopathic effect of substances from the experimental extracts of the boxelder maple vegetative organs on the growth and development of both the whole seedling of the test culture and its roots and shoots was identified. The seedling's shoot was found to be more sensitive to the negative allelopathic effect of the boxelder maple than the root. Changes in the allelopathic activity of the boxelder maple leaves throughout the growing season were observed: a significant decrease in its activity was noted in the experimental samples from May to September. The results obtained provide grounds to state that one of the mechanisms ensuring the aggressive spread of the boxelder maple in natural and altered phytocenoses could be its high negative allelopathic activity toward other species. The article outlines directions for further research on the chemical interaction between adventive and indigenous plant species.

Key words: boxelder maple, allelopathic activity, test culture, invasive species, phytocenosis, inhibitory effect, growing season.

Вступ. У природних екосистемах, а частіше у змінених урбанізованих ландшафтах, доволі часто з'являються нові види рослин не властиві цьому біотопу. Деякі з них є надзвичайно життєздатними і залишаються у фітоценозі. Така натуралізація стає можливою з кількох причин. Передусім це умови існування, що виявились оптимальними для цього виду та його біологічні характеристики. У багатьох випадках такі рослини здатні виділяти в довкілля речовини, що негативно впливають на аборигенні види та забезпечують конкурентну перевагу перед ними (це називається алелопатична дія).

Такі рослини називають адвентивними (зайшлими, випадковими видами). Процес зміни видового складу природного фітоценозу під впливом таких інвазійних видів відбувається у відносно короткі історичні терміни, а його тенденції та динаміку можна простежити протягом десятків років. З погляду збереження природного біорізноманіття це вже є проблемою багатьох екосистем. Одним із видів рослин, які швидко поширились на території України протягом останнього століття був клен ясенелистий (американський) (*Acer negundo*). Зараз цю деревну породу можна побачити повсюди.

Харківський ботанік-акліматизатор Іван Каразін отримав зразки клена ясенелистого, здатного витримувати умови наших широт, із Північної Америки. Рослину рекламували для створення швидкорослих лісів та лісозахисних смуг, що сприяло її масовому поширенню. Вона має швидкий ріст, високу плодючість, інтенсивне вкорінення, гнучку й густу крону та пригнічує розвиток молодшої порослі інших видів. Через це змінюється усталений видовий склад фітоценозу, який перетворюється на моновидове угруповання. Окрім цього пилок клена ясенелистого спричиняє алергічні реакції у людей.

Метою нашого дослідження було встановлення алелопатичних властивостей клену ясенелистого (американського), які могли сприяти витісненню ним багатьох місцевих видів із місцевих фітоценозів.

Матеріали та методи досліджень. Біологічним матеріалом для проведення досліджень було обрано листки та листкові бруньки клену ясенелистого, який росте у межах зони суворого режиму розташованої на землях Лепехівського водозабору, відведених для господарської діяльності КП «Міськводоканал» [5, с. 10].

Рослини цього виду утворили суцільну смугу вздовж русла річки Сумка шириною 10-12 м. Вік дерев становив 35–40 років. Одержання біологічного матеріалу та виготовлення водних розчинів здійснювали за методом тестових біопроб Гродзинського А.М. [2, с. 25-36]. Дослідження проводились протягом вегетаційного періоду 2024 року (травень-вересень). Листки та бруньки клену зібрані з третього ярусу гілок, починаючи від головного стовбура, були фізіологічно зрілі та мали максимальну площу листової поверхні. Для отримання водної витяжки з рослинного матеріалу вказані органи розтирали в ступці у співвідношенні 1:10 (1 г ваги органу на 100 мл дистильованої води). Розчини фільтрували через добу після їх приготування. Після цього в чашки Петрі вносили по 5 мл отриманої витяжки, на фільтрувальний папір висівали насіння тестової культури – пшениці. Для досягнення поставленої мети було проведено модельні досліді в чашках Петрі у трикратній повторності (в одній повторності – 100 насінин) за наступною схемою: контроль (дистильована вода + насіння пшениці); дослід І (витяжка з бруньок клену + насіння пшениці); дослід ІІ (витяжка з листків клену + насіння пшениці). Проростання насіння відбувалося за температури 20°C.

Біопроба на проростання насіння передбачала підрахунок кількості пророслого насіння на дослідному розчині порівняно з проростанням в контролі, де використовували дистильовану воду через 72 години після початку досліді. Результати досліді встановлювали шляхом:

- підрахунку % пророслого насіння тестової культури у контролі та досліді;
- порівняння середньої довжини корінців проростків тестової культури у контролі та досліді;
- порівняння середньої довжини пагонів проростків тестової культури у контролі та досліді;
- порівняння середньої довжини цілих проростків тестової культури у контролі та досліді.

Результати експерименту подано у графічному вигляді.

Результати. Перший етап дослідження відбувався у червні 2024 року. Проростання насіння тестової культури у дослідних варіантах та контролі мало значні відмінності. Через 72 години після обробки дослідними витяжками та дистильованою водою схожість насіння у контролі становила 90%, у досліді І – 69%, у досліді ІІ – 11%.

Проміжний висновок цілком очевидний: речовини, що містяться у вегетативних органах клену ясенелистого, інгібують проростання насіння інших видів протягом перших 72 годин після намочування. Інтенсивність алелопатичної гальмівної дії була різною. Речовини, отримані з витяжки листків клену, мали значно сильніший негативний вплив, ніж речовини, отримані з витяжки бруньок клену ясенелистого.

Для всебічного аналізу хімічної взаємодії клену ясенелистого з іншими видами рослин ми дослідили довжину коренів проростків пшениці у контролі та дослідних варіантах експерименту (рис. 1). Через 72 години після замочування насіння у дослідних витяжках довжина коренів у контролі становила 19,3 мм, у варіанті з витяжкою з бруньок – 15,5 мм, у варіанті з витяжкою з листків клену – 4,3 мм.

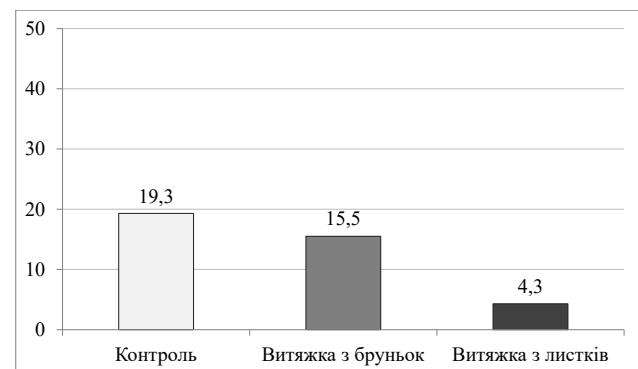


Рис. 1. Довжина коренів проростків тестової культури через 72 години після обробки витяжками концентрації 1:10 з вегетативних органів клену ясенелистого (мм)

Таким чином, речовини з вегетативних органів клену ясенелистого гальмували не лише стартові процеси проростання, а й подальший ріст і розвиток отриманих проростків тестової культури. Дані рисунку 1 наглядно ілюструють негативний алелопатичний вплив речовин витяжок з вегетативних органів клену ясенелистого на ріст і розвиток коренів проростків тестової культури. Ефект такої дії виражений набагато сильніше у варіанті витяжки з листків клену в порівнянні з його бруньками. На користь такого висновку говорить факт того, що довжина коренів проростків у варіанті з листовою витяжкою була майже в 5 разів меншою, ніж у контролі. Натомість дія речовин витяжки з бруньок призвела до зменшення довжини кореня в цьому варіанті досліді лише на 20% порівняно з контролем.

Ростові процеси в різних органах рослини мають спільні риси та певні особливості. Для з'ясування цих особливостей у повному обсязі в межах нашого дослідження ми проаналізували вплив речовин із дослідних витяжок на ріст і розвиток пагонів проростків тестової культури (рис. 2).

Із представлених результатів видно, що ситуація з негативним алелопатичним впливом на ріст коренів проростків тестової культури повторилась і для пагонів. Через 72 години після замочування насіння у дослідних витяжках довжина пагонів у контролі була 11 мм, у варіанті з витяжкою з бруньок – 3,2 мм, у варіанті витяжки з листків клену – 2,5 мм. Рістінгібуючий вплив речовин у дослідних витяжках мав спільну спрямованість, лише відрізнявся за силою дії. У варіанті витяжок з бруньок зафіксовано довжину пагону проростку, яка була у 3,4 рази меншою, ніж у контролі, у варіанті витяжок з листків – у 5 разів меншою. Відзначимо, що в останньому варіанті відбувся фактично лише старт росту пагонів, і показник 2,5 мм довжини пагонів проростків яскраво про це свідчить. Таким чином, зважаючи

на отримані результати, можемо констатувати більшу чутливість пагону проростку тестової культури до дії дослідних витяжок у порівнянні з коренем.

Для отримання повної та об'єктивної картини алелопатичної дії вегетативних наземних органів клену ясенелистого на ріст і розвиток тестової культури ми проаналізували зміну загальної довжини проростків у досліді та контролі (рис. 3).

Зафіксовано, що загальні розміри проростків тестової культури після обробки витяжкою з бруньок клена ясенелистого були менші, ніж в контролі у 1,6 рази, після обробки витяжкою з листків – більше ніж у 4 рази. Таким чином, на рівні цілого проростку було встановлено негативний алелопатичний вплив речовин з дослідних витяжок клена ясенелистого на ріст і розвиток тестової культури.

Головною ідеєю другого етапу нашої роботи було з'ясувати, як змінюється алелопатична активність листків клена ясенелистого протягом одного вегетаційного періоду. Для цього збір рослинного матеріалу здійснювали п'ять разів протягом вегетаційного періоду з рів-

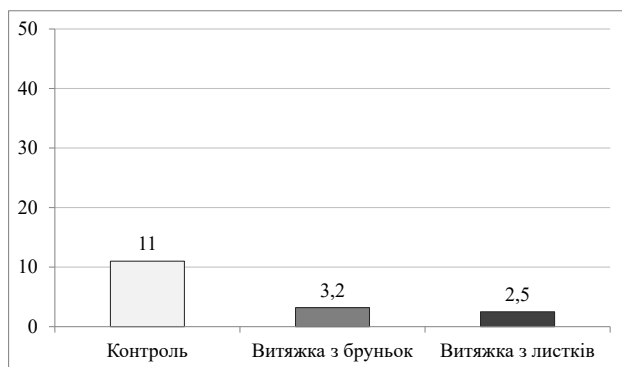


Рис. 2. Довжина пагонів проростків тестової культури через 72 години після обробки витяжками концентрації 1:10 з вегетативних органів клену ясенелистого (мм)

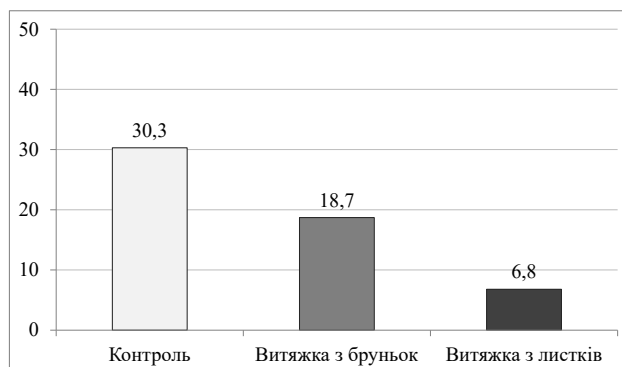


Рис. 3. Загальні розміри проростків тестової культури через 72 години після обробки витяжками концентрації 1:10 з вегетативних органів клену ясенелистого (мм)

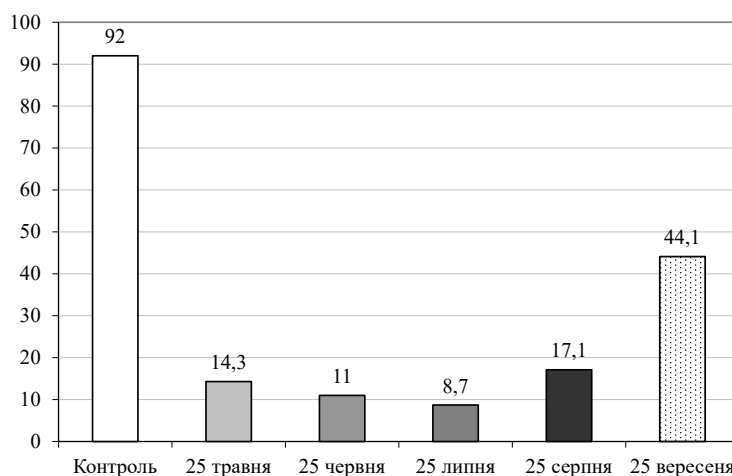


Рис. 4. Схожість насіння тестової культури через 72 години після обробки витяжками концентрації 1:10 з листків різного віку клену ясенелистого, вказані дати збору листків (%)

ними інтервалами у 30 днів кожного місяця, починаючи з травня. В експерименті були використані лише листки дослідних рослин. Всі інші маніпуляції з приготування витяжок, обробки насіння тестової культури та підведення підсумків дослідів точно відповідали методиці проведення експерименту першого етапу (представлені у відповідному розділі роботи).

На рисунку 4 представлені результати визначення схожості тестової культури після обробки витяжками з листків клену різного віку. За контроль взято середні значення за всі виміри кожного місяця дослідження після пророщування насіння тестової культури в дистильованій воді.

Як видно з представленого графіку, найменша схожість зафіксована в варіанті з обробкою витяжкою з листків, зібраних у липні – 8,7%. Протягом другої половини вегетаційного періоду, у серпні та вересні, відбулося значне зниження рівня негативного алелопатичного впливу речовин з дослідних витяжок на процес проростання насіння тестової культури. Якщо в липні відсоток насіння, що проросло в досліді, становив десятю частину від контролю, то у вересні – 48% від рівня контролю. Таким чином, вікові зміни біохімічного складу в листках клена ясенелистого призвели до різкого зниження їх інгібуючої дії на стартові процеси проростання насіння тестової культури.

В дослідних варіантах довжина пагону проростку тестової культури була меншою, ніж в контролі, у 8–9 разів у різні місяці взяття біологічного матеріалу. Найсильніший інгібуючий ефект зафіксовано після використання витяжки з наймолодших листків, зібраних у травні року дослідження: 2,2 мм проти 12,1 мм у контролі. Всі інші дослідні варіанти показали зменшення рівня рістінгібуючої дії з поступовим наближенням до контрольних показників: вереснева проба – довжина пагону проростка тестової культури 8,8 мм проти 12,1 мм у контролі.

Було встановлено, що вплив на ріст кореня проростку тестової культури в усіх варіантах досліду був незрівнянно вищим у травневих пробах порівняно з серпневими та, особливо, вересневими. Відповідно, на рівні цілого проростку ситуація повторилася: обробка витяжками з травневих листків продемонструвала найбільший алелопатичний ефект негативного напрямку на ріст і розвиток проростків тестової культури. Таким чином, вікові зміни в листках клена ясенелистого протягом періоду вегетації призвели до різкого зниження їх інгібуючої дії на ріст і розвиток цілого проростку тестової культури. Необхідно враховувати, що погодні умови літа 2024 року були особливими: постійні високі позитивні температури та відсутність опадів протягом 4 місяців з червня по вересень включно.

Отримані результати щодо характеру алелопатичних властивостей листків і бруньок клена ясенелистого є досить переконливими, та все ж їх потрібно доповнити дослідженнями хімічної активності опадів та ґрунту в межах крони. Хімічна взаємодія рослин відбувається в основному через ґрунт, а він формується за активної участі опадів. Тому наступним ета-

пом експериментів повинні стати дослідження відповідних властивостей опадів та ґрунту на різній глибині під дослідними деревами.

Засновником наукової школи з дослідження хімічної взаємодії рослин в Україні став академік Гродзинський А.М. Особливістю робіт його учнів є тематика, пов'язана з сільськогосподарським виробництвом через актуальний практичний аспект. Для прикладу, такими були дослідження хімічної взаємодії рослин в агробіоценозах ароматичних культур [7, с. 60–64], алелопатичної активності та екологічної структури ґрунту та посівів у сівозмінах [1, с. 35]. Розглядалися і чисто теоретичні питання еволюції наукових поглядів щодо явища ґрунтової [3, с. 162]. Алелопатія часто зустрічається в освітніх програмах для здобувачів освіти біологічного спрямування у закладах вищої освіти. Існують навчальні посібники з агроєкології та алелопатії [4, с. 51; 6, с. 28].

В той же час в інформаційному просторі відсутні роботи, присвячені алелопатичним властивостям інвазійних видів. На сьогодні це є актуальним, адже завдяки агресивній взаємодії з іншими видами рослин у природних та змінених фітоценозах на території України поширилися ромашка без'язичкова, енотера дворічна, робінія несправжньоакацієва, клен ясенелистий, галіозога дрібноквіткова, амброзія полинолиста, цехрус малоквітковий та деякі інші види. Наша розвідка у вигляді дослідження алелопатичної взаємодії клена ясенелистого з сусідами у фітоценозі є спробою почати заповнювати цю прогалину.

Висновки. Встановлено, що речовини у дослідних витяжках з вегетативних органів клену ясенелистого негативно впливали на ростові процеси під час проростання насіння тестової культури. Інтенсивність такої алелопатичної дії листків та бруньок даного виду була різною. Речовини, отримані у витяжці з листків, проявили свій негативний вплив набагато сильніше, ніж у аналогічному варіанті витяжки з бруньок клену ясенелистого. Зафіксовано, що після обробки дослідними витяжками та дистилатом схожість насіння тестової культури в контролі становила 90%, у варіанті з витяжкою з бруньок – 69%, витяжкою з листків – 11%. Дія речовин витяжки з бруньок призвела до зменшення довжини кореня проростка тестової культури на 20% в порівнянні з контролем, у варіанті з листовою витяжкою – майже у 5 разів менше, ніж в контролі. Через 72 години після замочування у дослідному варіанті витяжок з бруньок зафіксовано довжину пагону проростка в 3,4 рази менше, ніж в контролі, у варіанті витяжок з листків – у 5 разів менше. Пагін проростка тестової культури виявився більш чутливим до алелопатичної дії клену ясенелистого, ніж корінь. Було встановлено негативний алелопатичний вплив речовин з дослідних витяжок клена ясенелистого на ріст і розвиток тестової культури на рівні цілого проростка. Зафіксовано, що загальні розміри проростків тестової культури після обробки витяжкою з бруньок клена ясенелистого були менше, ніж в контролі у 1,6 рази, після обробки витяжкою з листків – у 4 рази. Вікові зміни в листках клену

ясенелистого протягом періоду вегетації призвели до зменшення інгібуючої дії дослідних витяжок з них на схожість насіння тестової культури та подальший ріст і розвиток проростків.

Література:

1. Бойко П.І. Алелопатична активність і екологічний стан ґрунту та посівів у сівозмінах: збірник наукових праць Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Київ, 2006. С. 34-38.
2. Гродзинський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ : Наукова думка, 1973. 205 с.
3. Коваленко Н.П. Еволюція наукових поглядів щодо алелопатичної активності сільськогосподарських культур у сівозмінах. Сільськогосподарська алелопатія: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Чернівці : ЦНП, 2012. Вип. 15, 16. С. 161–173.
4. Москаленко М.П. Алелопатія: навчальний посібник. Суми, 2022. 130 с.
5. Проєкт землеустрою щодо встановлення меж зон санітарної охорони та об'єктів централізованого питного водопостачання водозаборів м. Суми. Департамент забезпечення ресурсних платежів Сумської міської ради. Київ, 2019. 15 с.
6. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. Агроєкологія : навч. посібник. Київ : Вища освіта, 2006. 671 с.
7. Юрчак Л.Д. Алелопатія в агробіоценозах ароматичних рослин. Київ : Фітоцентр, 2005. 411 с.

References:

1. Boiko, P.I. (2006). Alelopatychna aktyvnist i ekolohichniy stan ґruntu ta posiviv u sivozminakh : zbiryk naukovykh prats Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M.M. Hryshka NAN Ukrainy [Allelopathic Activity and Ecological Condition of Soil and Crops in Crop Rotations: Collection of Scientific Papers of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. Kyiv, pp. 34–38 [in Ukrainian].
2. Hrodzynskiy, A.M. (1973). Osnovy khimichnoi vzaïemodii roslin. [Fundamentals of Plant Chemical Interaction]. Kyiv: Naukova dumka, 205p. [in Ukrainian].
3. Kovalenko, N.P. (2012). Evoliutsiia naukovykh pohliadiv shchodo alelopatychnoi aktyvnosti silskohospodarskykh kultur u sivozminakh. Silskohospodarska alelopatii: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbiryk. [The evolution of scientific views on the allelopathic activity of agricultural crops in crop rotations. Agricultural Allelopathy: Interdepartmental Thematic Scientific Collection]. Chernihiv: TsNP, no. 15, 16. pp. 161–173 [in Ukrainian].
4. Moskalenko, M.P. (2022). Alelopatii : navchalnyi posibnyk [Allelopathy: A textbook]. Sumy, 130p. [in Ukrainian].
5. Proïekt zemleustroiï shchodo vstanovlennia mezh zon sanitarnoi okhorony ta ob'ektiv tsentralizovanoho pytnoho vodopostachannia vodozaboriv m. Sumy. Departament zabezpechennia resursnykh platezhiv Sumskoi miskoi rady. (2019). [Land Management Project for Establishing Boundaries of Sanitary Protection Zones and Centralized Drinking Water Supply Facilities for Water Intakes in the City of Sumy. Department of Resource Payment Provision of the Sumy City Council]. Kyiv, 15 p. [in Ukrainian].
6. Smahlii, O.F., Kardashov, A.T., Lytvak, P.V. (2006). Ahroekolohiia : navchalnyi posibnyk [Agroecology: A textbook]. Kyiv : Vyshcha osvita, 671 p. [in Ukrainian].
7. Yurchak, L.D. (2005). Alelopatii v ahrobiotsenozakh aromatychnykh roslin [Allelopathy in Agrobiocenoses of Aromatic Plants]. Kyiv : Fitotsentr, 411 p. [in Ukrainian].