

СТАН ІНТРОДУКЦІЙНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ *CRAMBE PONTICA* *STEVEN EX RUPR.* НА ЗАЛІЗОРУДНОМУ ВІДВАЛІ (КРИВИЙ РІГ)

Павленко А.О., Красова О.О.

Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
вул. Маршака, 50, 50089, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл.
anolpavl@gmail.com, kras.kbs.17@gmail.com

Охарактеризовано сучасний стан інтродукційної популяції *Crambe pontica* на автомобільному відвалі Першотравневого кар'єру Північного ГЗК.

Виявлено, що на території відвалу популяція *C. pontica* внаслідок екоотпічної та фітоценотичної гетерогенності розподілена на чотири популяційні локуси. Перший з них є первинним осередком створення популяції в ході рекультивацийного експерименту, де досліджуваний вид був висіяний разом із насінням *Stipa ucrainica* P.A. Smirn. Решта локусів сформувалась в результаті спонтанного поширення виду: два з них приурочені до екоотпів з розрідженою трав'яною рослинністю на кам'янистому плато і суглинисто-кам'янистому схилі; останній являє собою розріджене насадження *Pinus pallasiana* D. Don. Побудовано та проаналізовано онтогенетичні спектри субпопуляційних локусів за 2017 та 2020 роки, визначено їх типи та категоріальну належність згідно з класифікацією Т.О. Работнова. Встановлена належність популяції загалом до нормальних повночленних, однак пропорції різновікових особин розрізняються в субпопуляційних локусах. Ознаки кращого стану субпопуляцій відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть за умови часткового затінення в сосновому насадженні; за обставин міжвидової конкуренції у зімкнутому злаковому угрупованні фіксуються прояви «старіння».

У ретроспективному плані спостерігаються значні коливання чисельності особин *C. pontica* протягом 20 років до початку наших досліджень. З'ясовано, що таке явище спричинене дією погодних флуктуацій. Попри тривалі засухи в останні роки та екологічну невідповідність щодо умов зростання *C. pontica* в межах природного ареалу, інтродукційна популяція созофіту, включеного до Червоної книги України здатна до самопідтримання. Це забезпечується прихованими адаптивними можливостями стенотопного виду.

Результати досліджень доцільно враховувати в системі коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель. *Ключові слова:* інтродукційна популяція, динаміка, *Crambe pontica*, залізорудні відвали, постмайнінгові ландшафти, рекультивация, Криворіжжя, созофіт.

The state of introduced population of *Crambe pontica* Steven ex Rupr. on an iron ore waste dump (Kryvyi Rih). Pavlenko A., Krasova O.

We characterized the current state of the introduced population of *Crambe pontica* on the automobile dump of the Pershotravnevyi quarry of the Northern ODC.

It was found that the population of *C. pontica* is divided into four population loci due to ecotopic and phytocoenotic heterogeneity on the territory of the dump. The first of these loci is the primary population center during the revegetation experiment, where the studied species was sown together with the seeds of *Stipa ucrainica* P.A. Smyrn. The rest of the loci were formed as a result of the spontaneous spread of the species: two of them are confined to ecotopes with sparse grassy vegetation on a rocky plateau and a loamy-rocky slope; the latter is a sparse plantation of *Pinus pallasiana* D. Don.

The ontogenetic spectra of subpopulation loci for years 2017 and 2020 are constructed and analyzed, their types and categorical affiliation are determined according to T.O. Rabotnov's classification. The affiliation of the population as a whole to normal full-membered type has been established, however, the proportions of different-aged individuals vary in subpopulation loci. Signs of the best condition of subpopulations are observed in the conditions of sparse grass cover, even at partial shading in a pine plantation; under the circumstances of interspecific competition in a closed grass community, manifestations of "aging" are recorded.

In retrospect, there have been significant fluctuations in the number of *C. pontica* during the 20 years prior to our studies. This phenomenon has been found to be caused by weather fluctuations. Despite prolonged droughts in recent years and ecological inconsistencies in the growing conditions of *C. pontica* within the natural range, the introduced population of sozophyte species, which is included in the Red Book of Ukraine, is capable of self-sufficiency. This is provided by the hidden adaptive capabilities of the stenotopic species.

The results of research should be taken into account in the system of corrective management of the development of biogeocoenotic cover of disturbed lands. *Key words:* introductory population, dynamics, *Crambe pontica*, iron ore waste dumps, post-mining landscapes, revegetation, Kryvyi Rih, sozophyte.

Постановка проблеми. На території Криворізького залізорудного басейну 140 років ведеться підземний і відкритий видобуток залізної руди (офіційною датою початку її промислового видобутку вважають 1881 рік). Однією з характерних форм новоствореного техногенного ландшафту є відвали – пози-

тивні акумулятивні форми, в межах яких відбувається накопичення мінерального матеріалу. Висота окремих із них сягає 100 м, а загальна площа складає близько 70 км², тобто майже 30% площі, що займають усі техногенні форми рельєфу [1]. Згідно з земельним законодавством України землі,

які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних та інших робіт, підлягають рекультивациі. У комплексі досліджень з біологічної рекультивациі важливе місце займає вивчення структури та життєвості популяцій аборигенних та інтродукованих рослин. Такі відомості надають можливість виявлення перспективних видів, толерантних до специфічних умов техноекосистем.

Актуальність досліджень. Біологічна ефективність фітомеліорації визначається способом господарського використання антропогенно трансформованих геосистем та вибором рослин для утворення фітоценозів [2]. Проте штучно створені рослинні угруповання через певний час опиняються на шляху саморозвитку, адже вони ніяким чином не лишаються поза дією суцесійних процесів. Отже, актуальним є моніторинг стану популяцій, що є складовими елементами штучних фітоструктур. Популяційні дослідження становлять основу для розробки способів раціонального використання природних рослинних ресурсів, створення системи коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням формування популяцій інтродуцентів на відвалах гірничопромислових відходів у степовій зоні в останні роки присвячена поки що незначна кількість публікацій. Переважно це стосується деревних рослин – *Pinus pallasiana* D. Don [3], *Populus bolleana* Lauche, *P. × berolinensis* Dipp., *P. simonii* Carr. [4], *Tamarix ramosissima* Ledeb. [5]. Особливості формування локальної популяції середземноморського напівчагарничка виду *Hyssopus officinalis* L. установлені М.О. Баранцем та І.І. Коршиковим [6]. Нами розглянуто специфіку розвитку інтродукційної популяції рідкісного созофіту *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя [7].

Стосовно популяції *Crambe pontica* Steven ex Rupr. [*Crambe maritima* auct. non L.], виду, включеного до Червоної книги України [8], дослідження проводились у двох напрямках. Неодноразово їх стан вивчався на територіях природного поширення виду [9; 10; 11]. Ріст і розвиток катрану понтичного *ex situ*, детальний опис морфології різних вікових груп проведені в ботанічних садах [12; 13]. Слід відмітити також публікацію щодо виникнення спонтанної популяції катрану в околицях Харкова [14].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Техногенні ландшафти, виведені з експлуатації, в результаті проведеної рекультивациі та подальшого саморозвитку все більше набувають аналогії з природними екосистемами. Ці території розглядаються як рефугіуми для раритетних видів флори, зокрема і тих, що натуралізувалися в ході рекультивациі. Новим напрямом збагачення фіто-

різноманіття індустріального регіону стало привнесення раритетних видів до технотопів. Тому за мету досліджень було поставлено виявлення динаміки онтогенетичної структури інтродукційної популяції созофіту *C. pontica* у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя.

Новизна. У статті вперше висвітлені особливості субпопуляційних фрагментів *C. pontica*, здатність їх до самопідтримання в екологічній обстановці, яка кардинально відрізняється від кліматичних та едафічних умов у межах первинного ареалу виду.

Матеріали та методи досліджень. Відвал Першотравневого кар'єру Північного гірничозбагачувального комбінату (ПРАТ ПівнГЗК) сформований на початку 70-х років минулого століття в північній частині Кривого Рогу. Він відсипаний залізістими кварцитами, сланцями, суглинками та глинами і має 3 яруси (берми). Загальна площа поверхні становить 40 га. Із західного боку відвал межує з кар'єром, зі східного – з балкою Грядкувата [15].

Криворізький регіон належить до помірно-континентальної суббореальної семіаридної кліматичної підзони. Характерними рисами клімату є спекотне сухе літо, досить холодна, а в більшості випадків малосніжна зима, інтенсивно перебігаюча весна, часті посухи та суховії [16].

В основу роботи покладено матеріали польових досліджень, виконані авторами восени 2017 та 2020 років. Онтогенетична структура популяції в межах окремих локусів вивчалася за загальноприйнятими методиками [17; 18]. Вікові групи виділені згідно з описом О.А. Михайлової [13] та на основі власних уточнень. Кліматодіаграми побудовані за методом Вальтера – Госсена [19]. Латинські назви видів наведено за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [20].

Виклад основного матеріалу. *Crambe pontica* – європейсько-середземноморський вид, який має поширення на літоральних пісках та черепашниках із різкою зміною зволоження у Причорномор'ї та Приазов'ї. Вважається, що зменшення його чисельності зумовлене не лише антропогенними, а й природними причинами – насамперед стенотопністю і низькою конкурентною спроможністю виду [8].

Проте на Криворіжжі *C. pontica* поширюється як адвентивний вид уздовж залізничних шляхів. Спонтанно сформовані локальні популяції його відмічені на залізородних відвалах у центральній частині Кривого Рогу поблизу станції Вечірній Кут. Наразі катран понтійський використовується для рекультивациі техногенних ландшафтів у регіоні.

У 1975 році на трьох ділянках відвалу Першотравневого кар'єру, розташованих на другому і третьому ярусах, в ході рекультивацийного експерименту було висіяно насіння кількох десятків видів вищих рослин, зокрема і *C. pontica* [21]. Нині рослини цього виду розселилися по всій відвальній поверхні, але найвища концентрація їх спостерігається на верх-

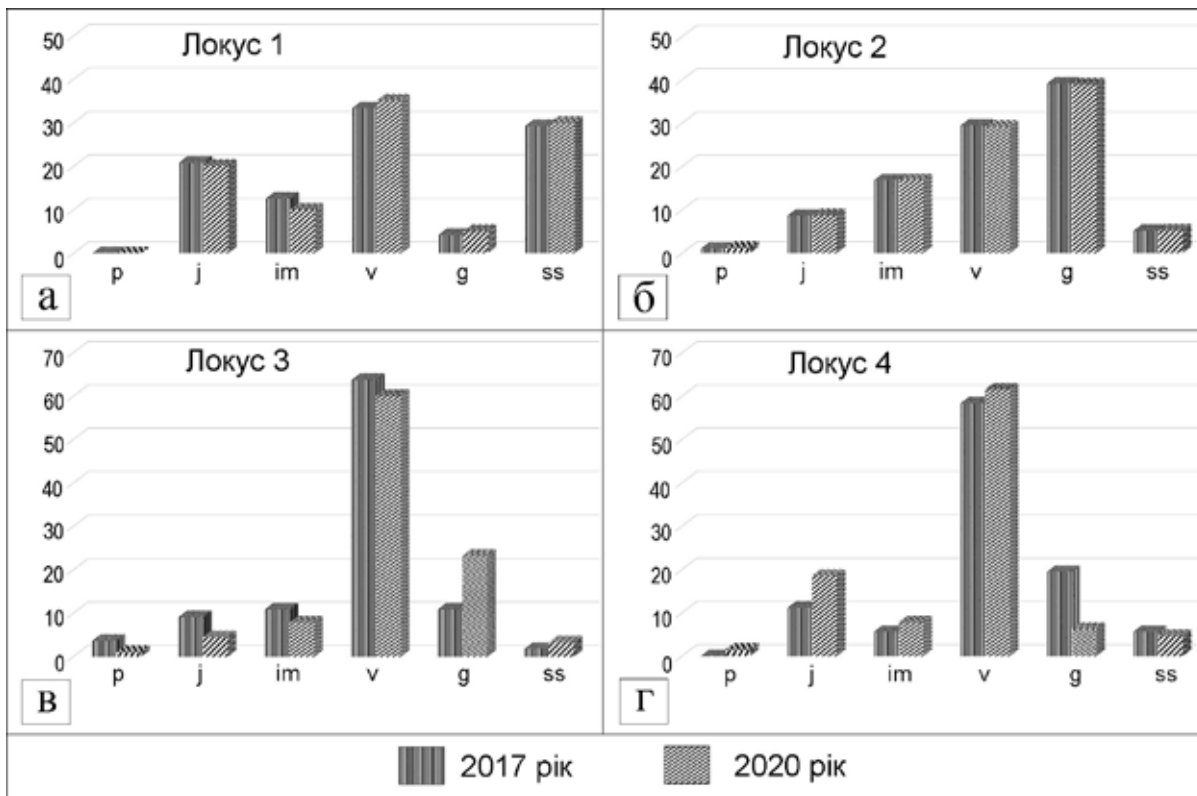


Рис. 1. Онтогенетична структура *C. roptica* у субпопуляційних локусах: а – локусу 1; б – локусу 2; в – локусу 3; г – локусу 4

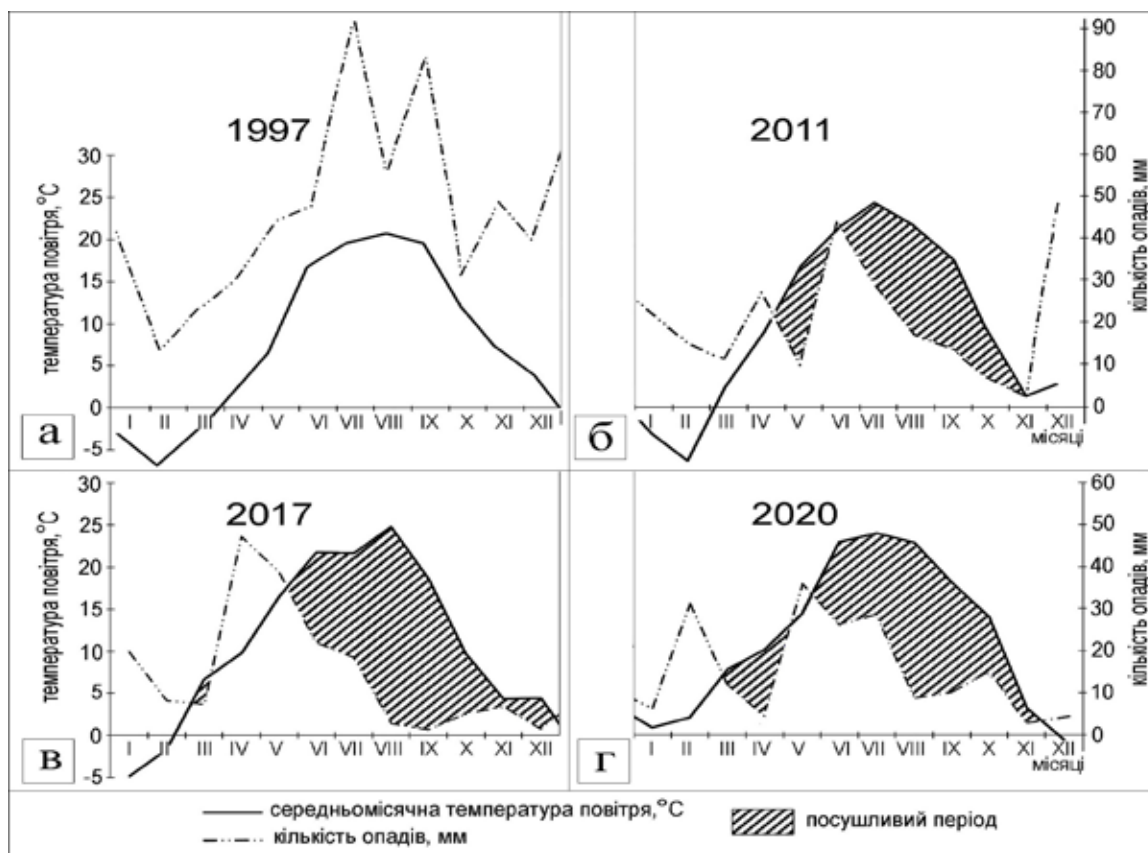


Рис. 2. Кліматодіаграми: а, б – 1997 та 2011 років (за даними метеостанції Кривий Ріг); в, г – 2017–2020 років (за даними метеостанції «Davis 6152 C Vantage Pro 2», КБС НАН України)

ній бермі та схилі, який переходить у борт кар'єру. Тут інтродукційна популяція катрану внаслідок екологічної та фітоценотичної гетерогенності досить чітко розподілена на чотири популяційні локуси.

Локус 1 приурочений до контуру на вершинному плато, відсипаного лесовидними суглинками. Це частина експериментальної ділянки, де 46 років тому проводилась рекультивация; нині тут сформувалися примітивні розвинені ґрунти [22]. У 2020 році виявлено 20 особин *C. pontica*. Наразі тут сформувався «квазістеповий» фітоценоз з домінуванням *Stipa ucrainica* P.A. Smirn, загальне проективне покриття (ЗПП) якого становить 80%. З інших видів різотрав'я наявні *Securigera varia* (L.) Lassen, *Hieracium virosum* Pall., *Seseli campestre* Besser, *Cichorium intybus* L. Загалом цей популяційний локус перебуває в найгіршому стані порівняно з трьома іншими: частка генеративних особин складає лише 5%, тоді як частка субсенільної фракції шестеро більша (30%).

Локус 2 представлений складним комплексом пагорбів, западин та невеликих за площею вирівняних поверхонь, що зумовлено неоднорідністю автомобільної відсипки. Субстратну основу утворюють уламки кварцитів розміром від 10–20 см до 1–2 м у поперечнику. У проміжках між великими уламками зростають дерева – *Betula pendula* Roth, *Ulmus minor* Mill., *Pinus pallasiana* D. Don, *Robinia pseudoacacia* L., *Armeniaca vulgaris* Lam. та кущі – *Crataegus fallacina* Klokov, *Rosa corymbifera* Borkh. Трав'яний покрив фрагментарний. Окрім *C. pontica* (у 2020 році виявлено 172 особини), зустрічаються *Melica transsilvanica* Schur, *Hyssopus officinalis* L., *Seseli campestre*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Linaria genistifolia* (L.) Mill., *Oberna cserei* (Baumg.) Ikonn., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal.

Локус 3. Являє собою бровку та схил південно-західної експозиції відвалу, який нижче переходить в борт кар'єру. Відсипка сформована суглинками з домішкою кварцито-сланцевого щебеню. Окремі дерева представлені *Robinia pseudoacacia*, *Armeniaca vulgaris*, *Acer negundo* L.; кущі – *Rosa corymbifera* та *Elaeagnus angustifolia* L. Схил частково задернований; у місцях з розрідженим травостоєм розвивається поверхнева ерозія субстрату. Протиерозійну роль відіграють переважно злаки – *Festuca valesiaca*, *Melica transsilvanica*, *Stipa ucrainica*. Представниками різотрав'я є *C. pontica* (у 2020 році виявлено 90 особин), *Potentilla obscura* Willd., *Seseli campestre*, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench.

Локус 4 обмежений контуром штучного насадження *Pinus pallasiana* з домішкою *Ulmus minor*, *Cerasus mahaleb* (L.) Mill., *Rosa corymbifera* на схилі західної експозиції. Зімкнутість деревостану – 0,6. У «вікнах» між деревами отримують розвиток трав'яні рослини: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Hyssopus officinalis*, *Hieracium virosum* та *C. pontica*. Представників останнього виду у 2020 році виявлено 65 особин.

Тож едафічні та кліматичні умови посттехногенних екоотопів кардинально відрізняються від тих, що характерні для первинного ареалу *C. pontica*. Загальна чисельність популяції *C. pontica* за три роки практично не змінилась: у 2017 році вона становила 348 особин, а в 2020 – 347. Онтогенетичний стан популяції також виявив стабільність протягом 3-річного часового відрізка (рис. 1). Вікова структура в усіх випадках характеризується «рівноважними» спектрами відносно правої та лівої її частин. В онтогенетичних спектрах присутні всі вікові групи, отже, локальні популяції є повночленними, з максимумом на віргінільних особинах.

Вияток становить локус 2, де максимальна частка припадає на генеративні особини – 39,1% та 38,9% у 2017 та 2020 роках відповідно; утім, наступною за чисельністю віковою групою в цьому локусі також є віргінільні особини: 29,4% (2017 р.) та 29,1% (2020 р.) відповідно.

Специфічний розподіл вікових станів спостерігається також у локусі 1: тут частки субсенільних та ювенільних особин є співставними з часткою віргінільних (причому в першому випадку частки майже однакові: 29,2% і 33,3% відповідно у 2017 р. та 30% і 35% відповідно у 2020 р.); частка ж генеративних рослин є найнижчою серед усіх 4 локусів, а частка субсенільних – найвищою. Така диспропорція, очевидно, пояснюється тим, що локус знаходиться у зімкнутому ковиловому угрупованні з доволі потужним шаром підстилки. *C. pontica* у межах первинного ареалу є представником піонерної рослинності класу *Festucetea vaginatae* Soó ex Vicherek 1972 [23], тому уникає міжвидової конкуренції. Стан цієї частини популяції має тренд у бік деградації.

Ознаки кращого стану субпопуляцій відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть за умови часткового затінення в сосновому насадженні.

У ретроспективному плані спостерігаються значні коливання чисельності особин протягом 20 років до початку наших досліджень. Так, М.Г. Сметаною на підставі обробки ряду геоботанічних описів з даного відвалу, виконаних у 1997 році, описана асоціація *Crambetum (ponticae) purum* як проміжна стадія формування рослинного покриву на сильно кам'янистих суглинистих субстратах. У флористично збіднених угрупованнях (10–14 видів на описову ділянку) при загальному проективному покритті 55% на частку *C. pontica* припадало близько половини [24]. Проте на момент 2011 року виявлені лише поодинокі рослини, що не утворюють угруповань [15].

Очевидно, що така динаміка спричинена дією погодних флуктуацій. Як видно з кліматодіаграми 1997 року (рис. 2а), у цьому сприятливому для розвитку рослин вегетаційному сезоні не спостерігалось посух, характерних для регіону.

Натомість у 2011 році зафіксована найменша кількість опадів за останні півстоліття –

247 мм та два посушливих періоди (рис. 2б), і саме це могло стати причиною катастрофічного зменшення чисельності популяції катрану. Зазначимо, що попередній рік був «вологим» (річна сума опадів – 579 мм) [25]. Роки проведення наших досліджень характеризувались тривалими посухами (рис. 2в, г), що вважається проявом глобальних кліматичних змін, проте їм також передували річні періоди зі значною кількістю опадів (2016 – 664 мм; 2019–561 мм).

Усе наведене може свідчити про прояв прихованих адаптивних можливостей *C. pontica*, які забезпечують здатність штучно започаткованої популяції до самопідтримання.

Головні висновки. Таким чином, аналіз динаміки онтогенетичної структури інтродукційної популяції *C. pontica* у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя засвідчив стабільність співвідношення вікових станів протягом трьох останніх років.

Загалом популяція є нормальною повночленною, однак пропорції різновікових особин розрізняються в субпопуляційних локусах. Ознаки кращого стану субпопуляції відмічаються в умовах розрідженого трав'яного покриву, навіть при частковому затіненні в сосновому насадженні; за обставин міжвидової конкуренції у зімкнутому злаковому угрупованні фіксуються прояви «старіння». Ретроспективний аспект дослідження вказує на здатність популяції до самопідтримання, попри погодні флуктуації та екологічну невідповідність щодо умов зростання *C. pontica* в межах природного ареалу.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень популяційної динаміки виду з високими адаптивними можливостями щодо існування в умовах дестабілізованого середовища доцільно враховувати в системі коригуючого управління розвитком біогеоценотичного покриву порушених земель.

Література

1. Агаджанов М.Є. Геоінформаційні критерії інформаційно-ресурсної моделі антропогенних форм рельєфу Кривбасу. *Геоінформатика*. 2011. № 1. С. 72–79.
2. Іванов Є.А., Біланюк В.І. Проблеми рекультивативної ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матеріали Четвертої міжнар. наук.-практ. конф. Трускавець, 2017. С. 262–270.
3. Красноштан О.В. Еколого-біологічні детермінанти успішності зростання видів роду *Pinus* L. на залізрудних відвалах Криворіжжя : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16. Дніпро, 2019. 182 с.
4. Данильчук Н.М. Життєздатність видів роду *Populus* L. на залізрудних відвалах Криворіжжя : дис. ... канд. біол. наук : 03.00.16. Львів, 2021. 165 с.
5. Красова О.О., Мазур А.Ю. Досвід використання *Tamarix ramosissima* Ledeb. у рекультивативній об'єктів гірничовидобувної промисловості. *Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК* : мат. IV науково-техн. конф. Кривий Ріг : Видавець Роман Козлов, 2019. С. 172–174.
6. Баранець М.О., Коршиков І.І. Формування й самопідтримання популяції *Hyssopus officinalis* L. в умовах залізрудного відвалу Криворіжжя. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2020. Вип. 34. С. 43–51.
7. Красова О.О., Павленко А.О. Розвиток інтродукційної популяції *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у постмайнінговому ландшафті Криворіжжя. *Інтродукція рослин : сучасний стан, проблеми та перспективи* : мат. МНК. Харків : Колегіум, 2019. С. 270–275.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
9. Оскольская О.И., Лукина А.Е. Состояние популяции катрана морского (*Crambe maritima* L.) в районе косы Северной (Западный Крым). *Екологічний вісник*, 2013. № 1(76). С. 17–19.
10. Михайлова О.А. Современное состояние популяций *Crambe maritima* L. в Крыму. *Ученые записки Таврического федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2014. Том 27 (66), № 5. С. 94–101.
11. Горлова А.П., Подорожний С.М. Характеристика рослинного покриву та стан рідкісних видів рослин на території ландшафтного заказника місцевого значення «Степанівська коса» на прикладі катрану понтійського (*Crambe pontica*). *Мелітопольські краєзнавчі читання* : матеріали II відкритої регіональної наук.-практ. конф. Мелітополь, 2014. С. 27–35.
12. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В. Рост и развитие *Crambe maritima* L. (сем. *Brassicaceae*) в условиях интродукции в ботаническом саду ЮФУ. *Научный журнал КубГАУ*. 2014. № 96(02). С. 1–14.
13. Михайлова О.А. Особенности онтогенеза *Crambe maritima* L. в условиях *ex situ*. *Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2015. Том 1 (67), № 2. С. 105–115.
14. Садрицька А.І., Мирошніченко Т.С., Бенгус Ю.В. Знахідка популяції *Crambe maritima* в околицях Харкова. *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень* : матеріали П'ятої міжнар. наук.-практ. конф. Чернівці : Друк Арт, 2018. С. 213–214.
15. Сметана О.М., Ярошук Ю.В., Долина О.О., Михайленко І.Л. Просторова диференціація екологічного потенціалу посттехногенного ландшафту (відвал Першотравневого кар'єру ПАТ«ПівніГЗК»). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2012. Вип. 17, № 1. С. 35–55.
16. Клімат України / В.А. Дячук, В.М. Бабіченко, З.С. Бондаренко, С.Ф. Рудішина; під. ред. В.М. Ліпінського. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 342 с.
17. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций. *Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения)*. Москва : Наука, 1977. С. 8–20.
18. Работнов Т.А. Структура и методика изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений. *Экология*. 1978. № 2. С. 5–13.

19. Метод клімадіаграм за Госсеном–Вальтером : Практичний poradник. Укладач О.І. Спірін. Харків : ХНАМГ, 2012. 38 с.
20. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 345 p.
21. Пflugина Т.В., Чайка В.Є., Чуприна Т.Т. Природне та штучне заростання відвалів Кривбасу. *Укр. ботан. журн.* 1981. Т. 38, № 4. С. 76–77.
22. Сметана О.М., Долина О.О., Ярошук Ю.В. Диференціація екоотопів посттехногенних ландшафтів (гігро- та літохімічний аспект). *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. Вип. 18. № 1. С. 11–15.
23. Продромус рослинності України / Д.В. Дубина, Т.П. Дзюба, С.М. Ємельянова та ін. Київ : Наукова думка, 2019. 783 с.
24. Сметана М.Г. Синтаксономія степової та рудеральної рослинності Криворіжжя. Кривий Ріг : Видавництво «І. В. І.», 2002. 132 с.
25. Погода и климат. Летопись погоды в Кривом Роге. URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/33791_2.htm (дата звернення: 15.04.2021).