

DOI: 10.18523/2617-4529.2025.8.98-107

УДК 582.573.16:581.543(477.63)

Чипиляк Т. Ф., Ахмедова В. В.

Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України, Кривий Ріг, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ОКРЕМИХ ВИДІВ ЦИБУЛИННИХ У КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ КРИВОРІЗЖЯ)

Визначено еколого-біологічні особливості розвитку видів родин *Asparagaceae* (*Camassia leichtlinii*, *Hyacinthoides hispanica*, *Muscari heldreichii*, *Scilla litardieri*, *S. sardensis*); *Iridaceae* (*Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*, *Juno bucharica*); *Liliaceae* (*Tulipa neustruevae*, *T. turkestanica*, *T. urumiensis*) в умовах степової зони України. Дослідження проведено на колекціях Криворізького ботанічного саду НАН України. Кліматичні умови характерні для степової зони: нестача вологи в повітрі і ґрунті, високі літні температури повітря. Річна сума опадів становить 350–450 мм, з дефіцитом зволоження влітку. Опрацьовано матеріал за 2017–2024 рр., визначали початок квітнування та загальну його тривалість.

Отримані результати доводять, що за інтродукції в Криворізжя відбуваються зміни в генеративному розвитку рослин. Протягом 2017–2024 рр. зафіксовано стабілізацію терміну початку квітнування, що підтверджено зменшенням меж варіювання цього показника: у 2017–2020 рр. межі становили ± 11 – 18 діб, у 2021–2024 рр. – ± 6 – 10 діб. Фаза цвітіння в більшості видів проходить у квітні – найбільш кліматично сприятливий час. Такі результати також підтверджуються величиною середньодобової температури повітря на початок цвітіння рослин: на початкових етапах інтродукції вона варіювала від $2,5$ °C до 22 °C. Упродовж останніх років *Tulipa turkestanica*, *T. neustruevae*, *T. urumiensis* починали квітнути за температури 10 – 18 °C; *Crocus tauricus* і *C. tommasinianus* – за 4 – 7 °C, *Juno bucharica* – за 8 – 13 °C; *Hyacinthoides hispanica*, *Scilla sardensis*, *Muscari heldreichii* – за 7 – 15 °C, *Scilla litardieri*, *Camassia leichtlinii* – за 15 – 20 °C. Середня тривалість цвітіння видів у кліматичних умовах Криворізжя не перевищує 12 – 15 діб незалежно від родової належності. Найдовше (до 20 діб) у наших умовах квітнуть рослини *Camassia leichtlinii* (вид доволі широкої екологічної пластичності) та *Juno bucharica*, у якого кліматичні умови в первинному ареалі схожі з такими в центрі інтродукції. Незважаючи на короткотривале квітнування, за умови використання широкого асортименту видів, сортів і форм досліджених родів можливо створити декоративний ефект і прикрасити міські ландшафти в степових умовах України впродовж двох місяців – з середини березня до III декади травня.

Ключові слова: цибулинні рослини, ритми розвитку, початок квітнування, тривалість квітнування.

Вступ

Розвиток ландшафтного будівництва, міського озеленення був би неможливий без науково-практичної діяльності із введення в культуру найбільш витривалих і декоративних видів, сортів та форм рослин у певному природно-кліматичному регіоні, що, своєю чергою, сприяє розв'язанню багатьох практичних завдань з оптимізації антропогенних ландшафтів [1].

Цими питаннями займаються ботанічні сади, і саме інтродукція рослин є одним із найважливіших наукових напрямів їхньої роботи, що має вирішальне значення в збагаченні фіторізноманіття на глобальному і регіональному рівнях. Впровадження нових видів рослин передбачає дослідження їхніх біологічних особливостей, оцінювання декоративних якостей та рівня життєздатності в конкретних ґрунтово-кліматичних

умовах. Результати досліджень дають змогу виявити рівень пристосованості рослин до умов вибраної кліматичної зони. Адже відомо, що рослини є індикаторами кліматичних умов існування [2,3,4], тому одним із важливих біологічних досліджень є визначення циклічності біоритмів розвитку на тлі кліматичних змін, які стали особливо помітними в степовій зоні України і виявляються в значних підвищеннях температур і дефіциті опадів [5].

Саме в цій географічній зоні розташований промисловий регіон Криворіжжя, центром якого є велике місто Кривий Ріг, де умови для росту й розвитку рослин значно відрізняються від природних, а в останні десятиліття зафіксовано зміни в термінах і тривалості сезонних фаз розвитку окремих видів і культур квітково-декоративних рослин [6,7]. Такі зміни призводять до появи негативних тенденцій на території міських ландшафтів: знижується життєвий рівень рослин і їхніх декоративних показників, відбувається зміщення термінів квіткування та їхньої тривалості. Тож сучасне місто потребує розроблення еколого-компенсаційних заходів для повноцінного функціонування культурфітоценозів, а також їхньої декоративної привабливості впродовж усього року [8].

Першими квітники прикрашають ранньоквітучі весняні рослини, переважна більшість яких є цибулинними (крокуси, гіацинти, тюльпани, нарциси тощо), але через вплив кліматичних змін у рослин змінюється динаміка ростових процесів, що сприяє зменшенню несприятливого впливу зовнішніх чинників. Досліджень ритмів

сезонного розвитку таких видів в умовах Криворіжжя досі не проводили, тож, з огляду на зазначене вище, **метою цього дослідження** є визначення еколого-біологічних особливостей розвитку видів родин Asparagaceae Juss., Iridaceae Juss. та Liliaceae Juss. в умовах степової зони України (на прикладі Криворіжжя).

Об'єкти і методи дослідження

Об'єктами дослідження є рослини видів родини Asparagaceae Juss. – *Camassia leichtlinii* (Baker) S. Watson, *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm., *Muscari heldreichii* Boissier, *Scilla litardieri* Breistr. (*Scilla pratensis* Waldst. & Kit.), *Scilla sardensis* Whittall ex Barr & Sugden (*Chionodoxa sardensis* Whittall ex Barr & Sugden), родини Iridaceae Juss. – *Crocus tauricus* (Trautv.) Puring (*Crocus adamii* auct. non J. Gay, *Crocus biflorus* auct. non Mill.), *Crocus tommasinianus* Herb. (*Crocus serbicus* A. Kern. ex Maw), *Juno bucharica* (Foster) Vved. та родини Liliaceae Juss. – *Tulipa neustruevae* Pobed. (*Tulipa dasystemonoides* Vved.), *Tulipa turkestanica* (Regel) Regel, *Tulipa urumiensis* Stapf. (*Tulipa tarda* Stapf.).

Спостереження проводили на колекційних ділянках Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України (далі – КБС), де кліматичні умови є характерними для степової зони, а саме: нестача вологи в повітрі і ґрунті, високі літні температури повітря (до +36,7–38,1 °C), часті суховії. Річна сума опадів становить 350–450 мм, а протягом літніх місяців спостерігається дефіцит балансу зволоження: за вегетаційний період випадає лише 100–150 мм опадів [9].

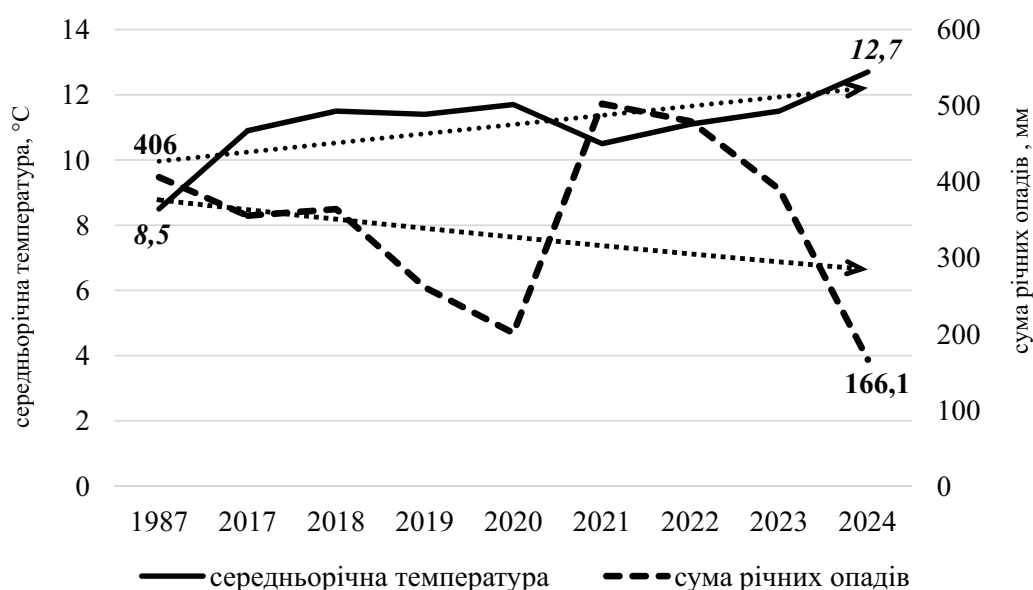


Рис. 1. Кліматичні показники в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України протягом 2017–2024 рр.

Протягом восьми років досліджень кліматичні умови також були складними, зафіксовано підвищення середньої річної температури повітря та зменшення суми річних опадів (рис. 1) [10].

Опрацьовано матеріал щодо проходження окремих фаз генеративного розвитку протягом останніх восьми років дослідження (2017–2024 рр.) – початок квітання та загальна його тривалість [11]. Статистичну обробку даних проводили методами параметричної статистики [12]. Статистичну достовірність різниці між середніми значеннями у вибірках було встановлено на рівні $p < 0,05$, з обрахуванням дисперсії та критерію Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення

Для введення в культуру певного виду рослин потрібно дослідити біогеографію виду шляхом оцінювання його автохтонного ареалу, адже успішність інтродукції залежить від того, наскільки широка екологічна амплітуда притаманна виду [1]. Проведений інформаційний аналіз показав, що первинні ареали видів роду *Tulipa* L. та *Juno bucharica* розташовані в Азії (табл. 1), а кліматичні параметри цих територій наближені до таких у степовій зоні України [13–15]. Досліджувані нами представники родин Asparagaceae та Iridaceae (*Hyacinthoides hispanica*, *Muscari heldreichii*,

Scilla litardieri, *S. sardensis*, *Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*) переважно походять із Європи, де трапляються в лісах, на тінистих схилах пагорбів і потребують доволі значного рівня опадів. Це вказує на доволі вузьку екологічну валентність цих видів [16–19]. Первинний ареал *Camassia leichtlinii* розташований у західній частині Північної Америки, а кліматичні умови територій, де трапляється вид, є доволі різноманітними [20]. Попередньо такі дані вказують на те, що для переважної більшості досліджуваних нами видів характерна неширока екологічна пластичність, але види роду *Tulipa* L. та *Juno bucharica* в природі зростають в умовах високих літніх температур та низького рівня вологозабезпечення, що характерно й для степової зони України, де було проведено дослідження. Види також відрізняються за декоративними показниками та термінами квітання (табл. 1), тому в процесі створення нових квіткових композицій на це потрібно зважати.

Під час дослідження сезонних ритмів розвитку основну увагу приділяли квітванню видів – початок і тривалість періоду декоративного ефекту, який здатні відтворити інтродуценти в умовах Криворіжжя. Аналіз отриманих результатів показав, що представники родини Asparagaceae найсильніше потерпали в наших кліматичних умовах.

Таблиця 1

Опис видів родин Asparagaceae Juss., Iridaceae Juss. та Liliaceae Juss., інтродукованих у Криворізький ботанічний сад НАН України

Об'єкти дослідження	Первинний ареал, кліматичні умови в ареалі (температура повітря взимку / влітку, сума річних опадів, мм)	Термін квітання / тривалість	Декоративні показники
1	2	3	4
<i>Camassia leichtlinii</i> (Baker) S. Watson	Британська Колумбія зима: від +1 °C до +6,5 °C; літо: +12–21 °C; 1100 мм Штат Орегон зима: від +1,5 °C до +8,5 °C; літо: +13–27 °C; 1200 мм Штат Вашингтон зима: від -1 °C до +8 °C; літо: +25–31 °C; 850 мм Штат Каліфорнія зима: від +2,5 °C до +15 °C; літо: +19–35 °C; 300 мм	середина квітня – травень до червня / 30–40 днів	квітки білі, кремові, h рослин = 60–120 см
<i>Hyacinthoides hispanica</i> (Mill.) Rothm.	Португалія зима: від +14 °C до +18 °C; літо: +20–23 °C; 1200 мм Гібралтар зима: від +9 °C до +14,5 °C; літо: +19–28 °C; 800 мм Іспанія зима: від +4 °C до +12 °C; літо: +19–26 °C; 1200 мм	середина березня – початок травня / до 30 днів	квітки ніжно-бузкові, h рослин = 15–50 см
<i>Muscari heldreichii</i> Boissier	Греція зима: від +5,5 °C до +11 °C; літо: +20–31 °C; 700 мм	середина березня – квітень / 25–30 днів	квітки яскраво-сині, або фіолетові, h рослин = 15 см

Продовження табл. 1

Об'єкти дослідження	Первинний ареал, кліматичні умови в ареалі (температура повітря взимку / влітку, сума річних опадів, мм)	Термін квітнування / тривалість	Декоративні показники
1	2	3	4
<i>Scilla litardieri</i> Breistr.	Греція зима: від +5,5 °C до +11 °C; літо: +20–31 °C; 700 мм Німеччина зима: від -2 °C до +3,5 °C; літо: +13–24 °C; 500–800 мм Хорватія зима: від +4 °C до +13 °C; літо: +18–28 °C; 1180 мм Словенія зима: від -2,5 °C до +4,5 °C; літо: +15,5–24 °C; 800–1200 мм	початок травня / 30 днів	квітки яскраво-сині або фіолетові, h рослин = 25–30 см
<i>Scilla sardensis</i> Whittall ex Barr & Sugden	Туреччина зима: від +5 °C до +8 °C; літо: +20–29 °C; 600–1200 мм	кінець березня – початок квітня / до 30 днів	квітки від ніжно-синіх до фіолетово-синіх, h рослин = 8–12 см
<i>Crocus tauricus</i> (Trautv.) Puring	Болгарія зима: від -4 °C до +4,5 °C; літо: +14–24 °C; 650 мм Угорщина зима: від -4 °C до +4,5 °C; літо: +16–27 °C; 500–900 мм Албанія зима: від +3 °C до +13 °C; літо: +16–30 °C; 1100 мм	кінець лютого – початок квітня / до 35 днів	квітки ніжно-фіолетові, h рослин = 10–15 см
<i>Crocus tommasinianus</i> Herb.	Болгарія зима: від -7 °C до +4 °C; літо: +20–25 °C; 730 мм Угорщина зима: від -1 °C до -5 °C; літо: +17–19 °C; 450–900 мм Албанія зима: від -8 °C до +9 °C; літо: +24–25 °C; 800–2000 мм	лютий – березень / до 30 днів	квітки ніжно-фіолетові, h рослин = 7–8 см
<i>Juno bucharica</i> (Foster) Vved.	Афганістан зима: від -7 °C до +5 °C; літо: +17–30 °C; 300 мм Таджикистан зима: від -7 °C до +6,5 °C; літо: +13–30 °C; 300 мм Узбекистан зима: від -4 °C до +7 °C; літо: +18–33 °C; 200–300 мм	квітень – травень / 15 днів	квітки світло- або темно-жовті, h рослин = 20–40 см
<i>Tulipa neustruevae</i> Pobed.	Узбекистан зима: від -4 °C до +7 °C; літо: +18–33 °C; 200–300 мм Таджикистан зима: від -7 °C до +6,5 °C; літо: +13–30 °C; 300 мм Казахстан зима: від -9 °C до -2 °C; літо: +11–23 °C; 100–500 мм Киргизстан зима: від -6 °C до +5,5 °C; літо: +14–29 °C; 180–600 мм	березень – квітень / до 30 днів	квітки ніжно-жовті, h рослин = 10 см
<i>Tulipa turkestanica</i> (Regel) Regel	Іран зима: від +3 °C до +8 °C; літо: +23–33 °C; 275 мм Узбекистан, Таджикистан, Казахстан, Киргизстан (див. вище)	початок березня / до 30 днів	квітки білі з жовтим центром, h рослин = 15 см
<i>Tulipa urumiensis</i> Stapf	Північно-західний Іран зима: від +7,8 °C до -3,6 °C; літо: +28–36 °C; 250 мм Північний Азербайджан зима: від +3,6 °C до +9 °C; літо: +20–29 °C; 300–600 мм	квітень – травень / 25 днів	квітки жовті, листя з облямівкою, h рослин = 10 см

Hyacinthoides hispanica не квітнув у 2018, 2019 та 2021 рр., *Scilla litardieri* та *S. sardensis* у 2018 та 2020 рр. (табл. 2), що, на нашу думку, зумовлено посушливим літнім періодом попереднього року – часом закладання генеративних бруньок. Для термінів початку квітання характерне значне різноманіття, особливо перші чотири роки (2017–2020) спостережень – від останньої декади березня (*Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*, *Tulipa neustruevae*) до початку травня (*Camassia leichtlinii*). Треба зазначити, що і межі варіювання дати початку квітання в половини досліджуваних видів були доволі широкими – ± 11 –18 діб. У наступні чотири роки (2021–2024) у II–III декадах березня починали квітати *Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*, у II декаді травня – *Camassia leichtlinii* та *Scilla litardieri*, тоді як усі інші види – протягом квітня. До того ж межі варіювання початку квітання зменшилися до ± 6 –10 діб, що може вказувати на адаптивні зміни, які відбуваються в умовах інтродукції в переважної кількості видів.

В умовах КБС види починали цвітіння за різноманітних температурних показників: середньодобова температура повітря була 2,5–22 °C (рис. 2), але аналіз даних показав, що протягом 2017–2024 рр. цей параметр змінювався. Для виявлення тенденцій розвитку процесу використано показник достовірності апроксимації (R^2). Показник не досягав значень, які вказували б на достовірність змін температурного параметра, але функція збільшувалася (родина Asparagaceae) або ж зменшувалася (*Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*) у приблизній постійності. У *Scilla litardieri* визначено найвищі значення (0,52), і лінія тренду свідчить, що останнім часом цвітіння виду починалося за вищих температур повітря. Види родини Iridaceae (початкові температури 4–16 °C) по-різному реагували на умови інтродукції: рослини *Crocus tauricus* і *C. tommasinianus* в останні роки починають квітати за нижчих температур, тоді як *Juno bucharica* – за значно вищих. Найбільше різнилися результати рослин видів родини Asparagaceae: початкові температури були 3–25 °C.

Таблиця 2

Терміни початку квітання видів родин Asparagaceae Juss., Iridaceae Juss. та Liliaceae Juss. в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України протягом 2017–2024 рр.

Вид	Роки досліджень									
	2017	2018	2019	2020	2017–2020 M $\pm$ m	2021	2022	2023	2024	2021–2024 M $\pm$ m
Asparagaceae Juss.										
<i>Camassia leichtlinii</i> (Baker) S. Watson	–	10.05	8.05	28.04	3.05 $\pm$ 5,0	20.05	8.05	17.05	29.04	10.05 $\pm$ 10,0
<i>Hyacinthoides hispanica</i> (Mill.) Rothm.	11.05	–	–	6.05	9.05 $\pm$ 3,0	–	15.04	20.04	27.04	21.04 $\pm$ 6,0
<i>Muscari heldreichii</i> Boissier	20.04	20.04	22.04	8.04	15.04 $\pm$ 7,0	25.04	20.04	10.04	11.04	17.04 $\pm$ 7,0
<i>Scilla litardieri</i> Breistr.	7.05	–	8.05	1.04	19.04 $\pm$ 18,0	18.05	15.05	13.05	20.05	17.05 $\pm$ 4,0
<i>Scilla sardensis</i> Whittall ex Barr & Sugden	21.03	8.04	25.03	–	30.03 $\pm$ 9,0	6.04	17.04	10.04	20.04	13.04 $\pm$ 7,0
Iridaceae Juss.										
<i>Crocus tommasinianus</i> Herb.	17.03	1.04	18.03	9.03	21.03 $\pm$ 12,0	22.03	12.03	15.03	10.03	16.03 $\pm$ 6,0
<i>Crocus tauricus</i> (Trautv.) Puring	22.03	3.04	25.03	19.03	23.03 $\pm$ 15,0	30.03	15.03	11.03	20.03	20.03 $\pm$ 9,5
<i>Juno bucharica</i> (Foster) Vved.	20.04	20.04	20.04	20.03	5.04 $\pm$ 15,0	25.04	18.04	15.04	8.04	16.04 $\pm$ 8,5
Liliaceae Juss.										
<i>Tulipa urumiensis</i> Stapf	20.04	19.04	22.04	20.04	17.04 $\pm$ 2,0	27.04	15.04	17.04	5.04	16.04 $\pm$ 11,0
<i>Tulipa neustruevae</i> Pobed.	24.03	5.04	4.04	13.03	23.03 $\pm$ 11,0	12.04	25.03	27.03	1.04	3.04 $\pm$ 9,0
<i>Tulipa turkestanica</i> (Regel) Regel	4.04	13.04	12.04	20.03	1.04 $\pm$ 11,0	15.04	25.03	27.03	10.04	5.04 $\pm$ 10,0

Але останні роки *Scilla litardieri*, *Camassia leichtlinii* та *Hyacinthoides hispanica* починають цвітіння за значно вищої температури, тоді як для рослин *Scilla sardensis* показник незначно, але зменшувався.

Визначення тривалості квітнування показало, що досліджені види цибулиних рослин в умовах Криворіжжя цвітуть майже вдвічі менше днів, ніж у природних ареалах. За середніми показниками декоративний ефект триває 12–15 діб незалежно від родової належності (рис. 3).

Найдовше в наших умовах квітують рослини *Camassia leichtlinii* (16–19 діб) та *Juno bucharica* – 17–20 діб. Упродовж восьми років

досліджень достовірних відмінностей у тривалості фази не виявлено. Загалом, за результатами досліджень з'ясовано, що в умовах Криворіжжя у II–III декадах березня ніжно-фіолетовими плямами квітники можуть прикрасити рослини *Crocus tauricus* і *C. tommasinianus*, протягом I–II декад квітня утворюють яскраві жовті куртини *Tulipa turkestanica*, *T. neustruevae* та *T. urumiensis*, а рослини *Hyacinthoides hispanica*, *Muscari heldreichii*, *Scilla sardensis* та *Juno bucharica* в другій половині квітня додадуть краси ландшафтам темно-синіми і біло-жовтими барвами. І вже впродовж I–II декад травня розцвітуть рослини *Scilla litardieri* і *Camassia leichtlinii*.

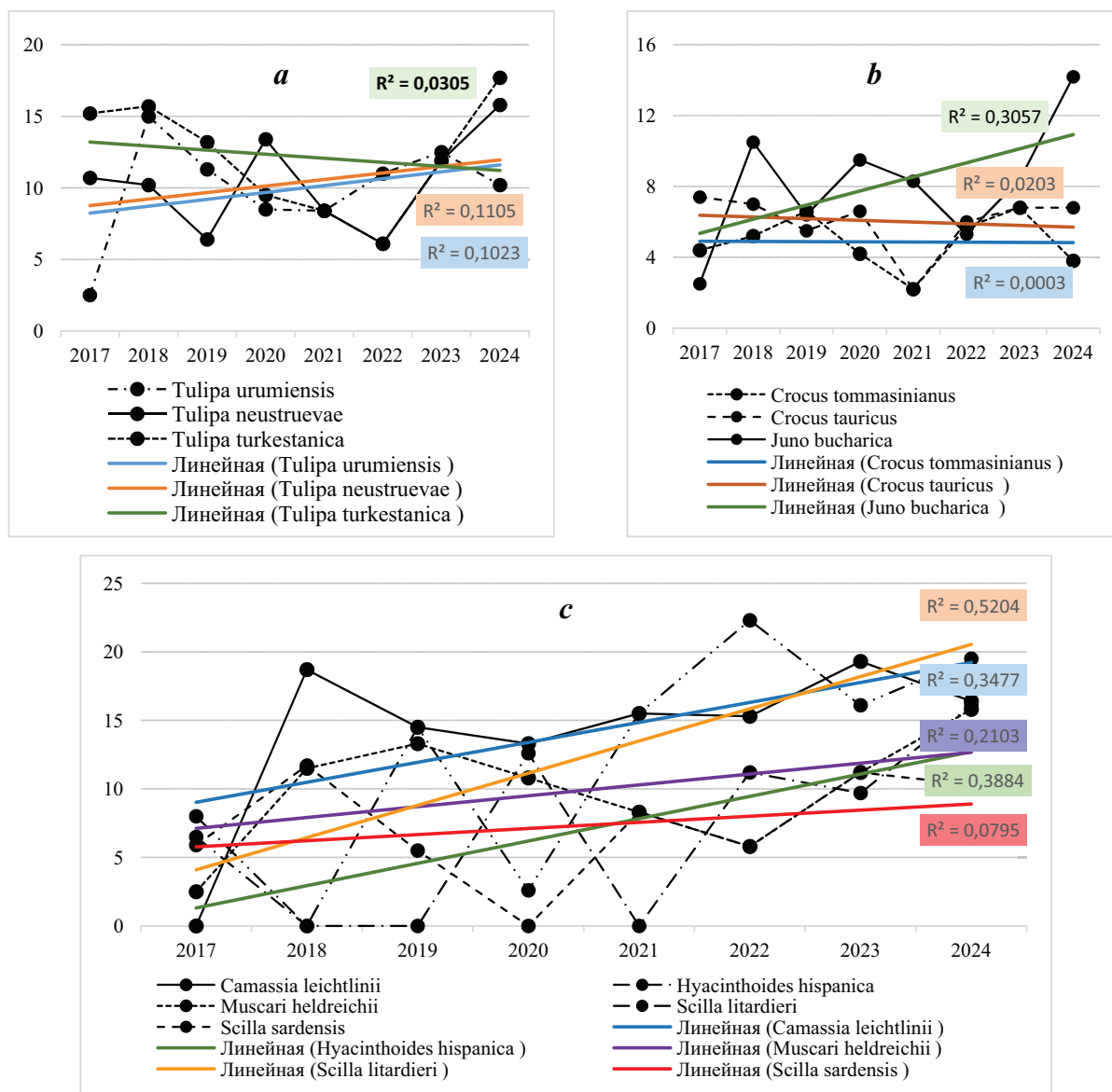


Рис. 2. Температура повітря на початок цвітіння видів родин Liliaceae Juss. (a), Iridaceae Juss. (b) та Asparagus Juss. (c) в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України впродовж 2017–2024 рр. (°C)
Примітка. Нульові показники виставлено в роки, коли цвітіння не було

Висновки

Отримані результати дослідження ритмів сезонного розвитку окремих видів родин Asparagaceae, Iridaceae та Liliaceae доводять, що в кліматичних умовах степової зони України, за інтродукції в Криворіжжя, відбуваються зміни в генеративному розвитку рослин. Протягом 2017–2024 рр. у переважної більшості видів зафіксовано стабілізацію терміну початку квітування, що підтверджено зменшенням меж варіювання цього показника: перші чотири роки – ± 11 –18 діб, наступні

чотири роки – ± 6 –10 діб. Фаза цвітіння переважно проходить у найбільш кліматично сприятливий час – у наших умовах це квітень, для якого характерні невисокі температури повітря і більша кількість опадів. Такі результати також підтверджуються значеннями середньодобової температури повітря на початок цвітіння рослин: на початкових етапах інтродукції вона варіювала від 2,5 °C до 22 °C. Упродовж останніх років (2021–2024) представники родини Liliaceae (*Tulipa turkestanica*, *T. neustruevae*, *T. urumiensis*) починали квітнути

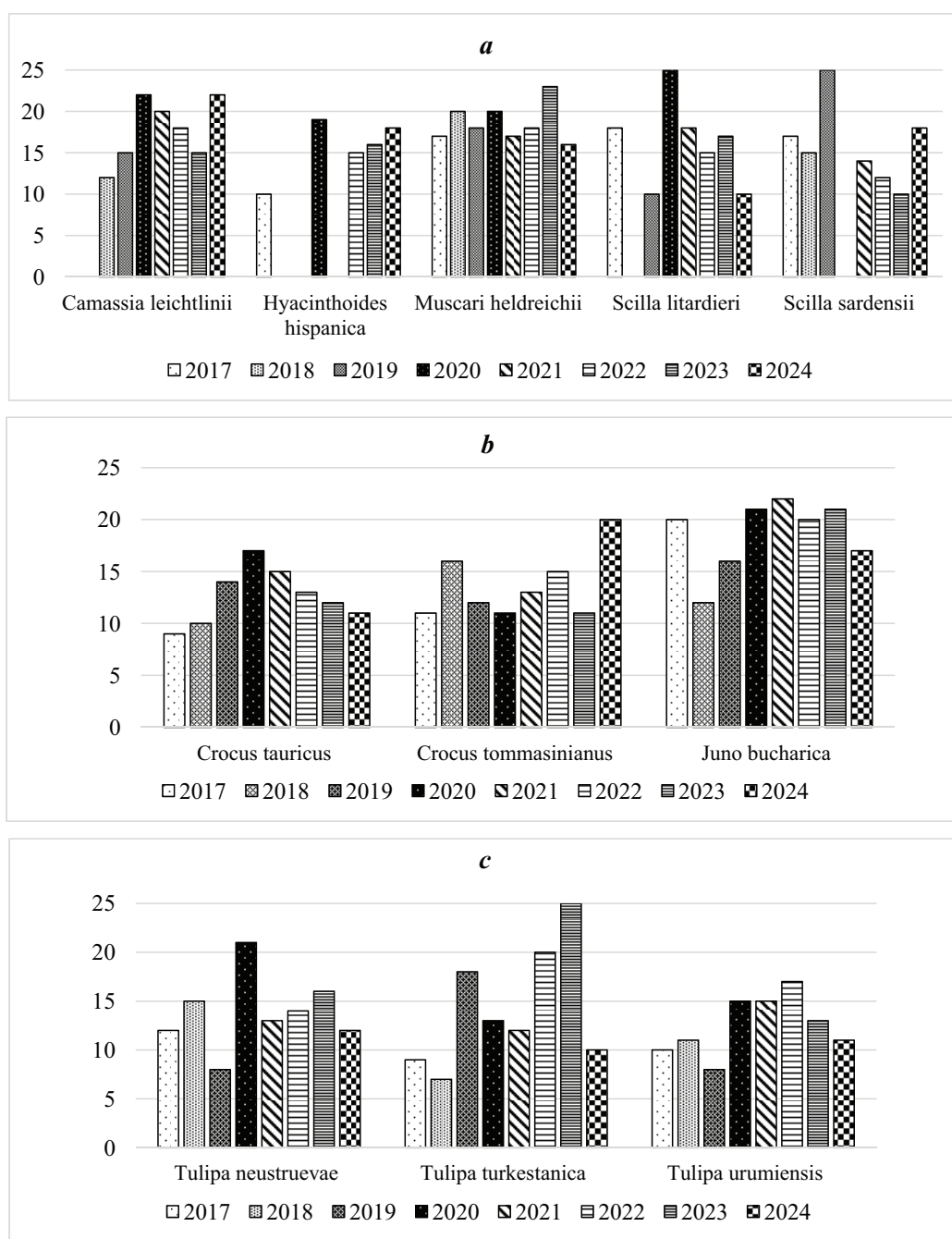


Рис. 3. Тривалість квітування видів родин Asparagaceae Juss. (a), Iridaceae Juss. (b) та Liliaceae Juss. (c) в інтродукції в Криворізький ботанічний сад НАН України протягом 2017–2024 рр. (днів)
Примітка. Якщо стовпчиків немає, це вказує на те, що у визначеному році цвітіння не було

за температури 10–18 °C; види родини Iridaceae: *Crocus tauricus* і *C. tommasinianus* – 4–7 °C, *Juno bucharica* – 8–13 °C; види родини Asparagaceae: *Hyacinthoides hispanica*, *Scilla sardensis*, *Muscari heldreichii* – 7–15 °C, *Scilla litardieri*, *Camassia leichtlinii* – 15–20 °C. На нашу думку, це вказує на адаптивні зміни, що сприяли підвищенню життєздатності рослин у спекотних та посушливих умовах степової України. Середня тривалість цвітіння видів у кліматичних умовах Криворіжжя не перевищує 12–15 дів незалежно від родової належності. Найдовше (до 20 дів) у наших умовах квітуть рослини *Camassia leichtlinii* (вид доволі широкої

екологічної пластичності) та *Juno bucharica* (кліматичні умови природного зростання схожі з такими в центрі інтродукції). Незважаючи на короткотривале квітіння, за умов використання широкого асортименту видів, сортів і форм цих родів можливо створити декоративний ефект і прикрасити міські ландшафти в степових умовах України впродовж двох місяців – з середини березня до III декади травня. Завдяки використанню цибулиних рослин є можливість значно поповнити асортимент квітково-декоративних рослин ранньовесняного квітіння та зменшити витрати на догляд за квітниками протягом сезону.

Список літератури

1. Рахметов ДБ. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ: Аграр Медіа Груп; 2011. 398 с.
2. Chuine I. Why does phenology drive species distribution? *Philos Trans R Soc B*. 2010;365:3149–60. doi:10.1098/rstb.2010.0142
3. Menzel A, Sparks TH, Estrella N, Koch E, Aasa A, Ahas R, et al. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob Change Biol*. 2006;12:1969–76. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x
4. Bahuguna RN, Jagadish KS. Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and Experimental Botany* 2015;111:83–90. doi:10.1016/j.envexpbot.2014.10.007
5. Іванюта СП, Коломієць ОО, Малиновська ОА, Якушенко ЛМ. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь. За ред. Іванюти СП. Київ: НІСД; 2020. 110 с.
6. Приходько ММ. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем: монографія. Київ: Центр екологічної освіти та інформації; 2013. 201 с.
7. Чипиляк ТФ, Зубровська ОМ, Шоль ГН. Рослини в урбо-техногенному середовищі степової зони України. Київ: Талком; 2022. 390 с.
8. Голубець МА. Вступ до геосоціосистемології. Львів: Поллі; 2005. 199 с.
9. Паранько ІС, Казаков ВЛ, Калініченко ОО, Коцюрба ВВ, Остапчук ІО, Савосько ВМ, Шипунова ВО, Ярков СВ. Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга. Кривий Ріг: Вид. ПА Козлов; 2015. 272 с.
10. Архів погоди: аеропорт м. Кривий Ріг [Інтернет] [цитовано 2024 Груд. 20]. Доступно на: <https://www.meteoblue.com/uk/weather/forecast/week>
11. Nordt B, Hensen I, Bucher SF, Freiberg M, Primack RB, Stevens AD, et al. The PhenObs initiative: A standardised protocol for monitoring phenological responses to climate change using herbaceous plant species in botanical gardens. *Funct Ecol*. 2021;35:821–34. doi:10.1111/1365-2435.13747
12. Прилуцький ЮІ, Ільченко ОВ, Цимбалюк ОВ, Костерін СО. Статистичні методи в біології. Київ: Наукова думка; 2017. 216 с.
13. Christenhusz MJM, Govaerts A, Zonneveld BJM, Rumsey FJ, Fay MF. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae). *Bot J Linn Soc*. 2013;172(3):280–328. doi:10.1111/boj.12061
14. Dekhkonov D, Tojibaev K, Yusupov Z, Makhmudjanov D, Asatulloev T. Morphology of tulips (*Tulipa*, Liliaceae) in its primary centre of diversity. *Plant Divers Cent Asia*. 2022;1:52–70. doi:10.54981/PCDA/vol1_iss1/a1
15. Crespo MB, Martínez-Azorín M, Mavrodiev EV. Notes on taxonomy and nomenclature of *Juno* irises (*Juno*, Iridaceae). *Phytotaxa*. 2018;376:185–90. doi:10.11646/phytotaxa.387.4.4
16. Nowińska R, Czarna A. Naturalization of the ornamental plant *Crocus tommasinianus* Herb. (Iridaceae) in forest ecosystems: A case study from Poland. *Forests*. 2024;15:1851. doi:10.3390/f15111851
17. Yildirim H, Yetsen K, Özdemir A, Özdemir C. An anatomical study of *Scilla* (Scilloideae) section *Chionodoxa* and *Scilla bifolia* in Turkey. *Planta Daninha*. 2017;35:1–11. doi:10.1590/s0100-83582017350100004
18. Johnson R, Marshall C. Invasive plant alert: Spanish bluebells, *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm. National Park Service, National Capital Region Exotic Plant Management Team; 2012.
19. Çitak BY, Dural H, Uysal T. Comparative anatomical and morphological studies on six *Muscari* species (Asparagaceae). *Biol Divers Conserv*. 2019;12(2):141–50. doi:10.5505/biodicon.2019.92408
20. Missouri Botanical Garden. [*Camassia leichtlinii*] [Internet]. Available from: <https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=q550>. Accessed 9 Apr 2025.

References

1. Rakhmetov DB. Theoretical and applied aspects of plant introduction in Ukraine. Kyiv: Agrar Media Group; 2011. 398 p. Ukrainian.
2. Chuine I. Why does phenology drive species distribution? *Philos Trans R Soc B*. 2010;365:3149–60. doi:10.1098/rstb.2010.0142
3. Menzel A, Sparks TH, Estrella N, Koch E, Aasa A, Ahas R, et al. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob Change Biol*. 2006;12:1969–76. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x
4. Bahuguna RN, Jagadish KS. Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and Experimental Botany* 2015;111:83–90. doi:10.1016/j.envexpbot.2014.10.007
5. Ivanyuta SP, Kolomyiets OO, Malinivska OA, Yakushenko LM. Climate change: consequences and adaptation measures: analytical report. Ed. Ivanyuta SP. Kyiv: NISD; 2020. 110 p. Ukrainian.
6. Prykhodko MM. Ecological safety of natural and anthropogenically modified geosystems: monograph. Kyiv: Center for Environmental Education and Information; 2013. 201 p. Ukrainian.
7. Chipilyak TF, Zubrovskaya OM, Shol GN. Plants in the urban-technical environment of the steppe zone of Ukraine. Kyiv: Talcom; 2022. 390 p. Ukrainian.
8. Holubets MA. Introduction to geosociology. Lviv: Polli; 2005. 199 p. Ukrainian.
9. Paranko IS, Kazakov VL, Kalinichenko OO, Kotsyuruba VV, Ostapchuk IO, Savosko VM, Shipunova VO, Yarkov SV. Physical geography of Kryvorizhzhia: monographic textbook. Kryvyi Rih: Publishing House R.A. Kozlov; 2015. 272 p. Ukrainian.
10. Weather Archive: Kryvyi Rih Airport [Internet] [cited 2024 Dec 20]. Available from: <https://www.meteoblue.com/uk/weather/forecast/week>. Ukrainian.

11. Nordt B, Hensen I, Bucher SF, Freiberg M, Primack RB, Stevens AD, et al. The PhenObs initiative: A standardised protocol for monitoring phenological responses to climate change using herbaceous plant species in botanical gardens. *Funct Ecol*. 2021;35:821-34. doi:10.1111/1365-2435.13747
12. Prylutskyi YI, Ilchenko OV, Tsymbaliuk OV, Kosterin SO. Statistical methods in biology. Kyiv: Naukova Dumka; 2017. 216 p. Ukrainian.
13. Christenhusz MJM, Govaerts A, Zonneveld BJM, Rumsey FJ, Fay MF. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae). *Bot J Linn Soc*. 2013;172(3):280-328. doi:10.1111/boj.12061
14. Dekhkonov D, Tojibaev K, Yusupov Z, Makhmudjanov D, Asatullov T. Morphology of tulips (*Tulipa*, Liliaceae) in its primary centre of diversity. *Plant Divers Cent Asia*. 2022;1:52-70. doi:10.54981/PCDA/vol1_iss1/a1
15. Crespo MB, Martínez-Azorín M, Mavrodiev EV. Notes on taxonomy and nomenclature of Juno irises (*Juno*, Iridaceae). *Phytotaxa*. 2018;376:185-90. doi:10.11646/phytotaxa.387.4.4
16. Nowińska R, Czarna A. Naturalization of the ornamental plant *Crocus tommasinianus* Herb. (Iridaceae) in forest ecosystems: A case study from Poland. *Forests*. 2024;15:1851. doi:10.3390/f15111851
17. Yildirim H, Yetsen K, Özdemir A, Özdemir C. An anatomical study of *Scilla* (Scilloideae) section *Chionodoxa* and *Scilla bifolia* in Turkey. *Planta Daninha*. 2017;35:1-11. doi:10.1590/s0100-83582017350100004
18. Johnson R, Marshall C. Invasive plant alert: Spanish bluebells, *Hyacinthoides hispanica* (Mill.) Rothm. National Park Service, National Capital Region Exotic Plant Management Team; 2012.
19. Çitak BY, Dural H, Uysal T. Comparative anatomical and morphological studies on six *Muscari* species (Asparagaceae). *Biol Divers Conserv*. 2019;12(2):141-50. doi:10.5505/biodicon.2019.92408
20. Missouri Botanical Garden. [*Camassia leichtlinii*] [Internet]. Available from: <https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=q550>. Accessed 9 Apr 2025.

T. Chyplyak, V. Akhmedova

Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kryvyi Rih, Ukraine

PECULIARITIES OF THE DEVELOPMENT OF CERTAIN BULBOUS SPECIES UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE (A CASE STUDY OF KRYVORIZHZHIA)

Abstract

The ecological and biological development characteristics of species from the families Asparagaceae (*Camassia leichtlinii*, *Hyacinthoides hispanica*, *Muscari heldreichii*, *Scilla litardieri*, *S. sardensis*), Iridaceae (*Crocus tauricus*, *C. tommasinianus*, *Juno bucharica*), and Liliaceae (*Tulipa neustruevae*, *T. turkestanica*, *T. urumiensis*) were studied under the climatic conditions of the steppe zone of Ukraine, using Kryvorizhzhia as a model area. The research was based on the living collections of the Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. The climatic conditions are typical of the steppe zone, characterized by low air and soil moisture and high summer temperatures. Annual precipitation ranges from 350 to 450 mm, with a moisture deficit during the summer months. The study used materials collected from 2017 to 2024, with particular attention paid to the onset and duration of flowering.

The results indicate that under the climatic conditions of the steppe zone of Ukraine, the introduction of plants to Kryvorizhzhia leads to changes in their generative development. Between 2017 and 2024, the onset of flowering became more stable, as evidenced by a decrease in the range of variation: from ± 11 –18 days in 2017–2020 to ± 6 –10 days in 2021–2024. The flowering phase in most species occurs in April, which is the most climatically favorable time. Such results are also confirmed by the value of the average daily air temperature at the beginning of flowering – at the initial stages of introduction it varied from 2.5 °C to 22 °C. In recent years, *Tulipa turkestanica*, *T. neustruevae*, *T. urumiensis* began to bloom at temperatures of 10–18 °C; *Crocus tauricus* and *C. tommasinianus* – at 4–7 °C, *Juno bucharica* – at 8–13 °C; *Hyacinthoides hispanica*, *Scilla sardensis*, *Muscari heldreichii* – at 7–15 °C, *Scilla litardieri*, *Camassia leichtlinii* – at 15–20 °C. The average duration of flowering of species in the climatic conditions of Kryvorizhzhia does not exceed 12–15 days, regardless of genus. The longest flowering period (up to 20 days) was observed in *Camassia leichtlinii* – a species with high ecological plasticity – and in *Juno bucharica*, whose native range closely resembles the introduction region in terms of climate. Despite the relatively short flowering period, the use of a wide range of species, varieties, and forms of the studied genera makes it possible to create a decorative effect in the urban landscapes of the steppe zone of Ukraine for two months – from mid-March to the end of May.

Keywords: bulbous plants, phenological rhythms, onset of flowering, flowering duration.

ARTICLE HISTORY. Submitted 2 June 2025. Accepted 27 June 2025. Published 18 August 2025

Відомості про авторів Authors Information

Чипиляк Тетяна Федорівна – кандидат біологічних наук, завідувачка відділу природної та культурної флори Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України, Кривий Ріг, Україна

Chypyliak Tetiana – Candidate of Biological Sciences, Head of Department of Natural and Cultural Flora of Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kryvyi Rih, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2193-5350>
chipiljak@i.ua

Ахмедова Вікторія Вугарівна – провідний інженер відділу природної та культурної флори, Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України, Кривий Ріг, Україна

Akhmedova Viktoria – Leading Engineer at the Department of Natural and Cultural Flora, Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kryvyi Rih, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-2685-7175>
Akhmedova@nas.gov.ua



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)