

УДК 581.4:582.542.1(477.63)
DOI <https://doi.org/10.26661/2410-0943-2024-1-01>

Мінливість морфологічних ознак вегетативних органів видів родів *Festuca L.*, *Miscanthus Anderss.* при інтродукції в степову зону України

Зубровська О. М.

Криворізький ботанічний сад Національної академії наук України
zubrovaska@ukr.net

Ключові слова: *Poaceae*
Barnhart, фенологія,
морфологія листка, сезонний
розвиток.

В умовах постійних кліматичних аномалій та швидких змін навколишнього середовища необхідна розробка заходів із упередження й нівелювання близьких і віддалених їх наслідків для біорізноманіття. Це викликає необхідність вивчення перебудов різного рівня розвитку в аборигенних та інтродукованих трав'янистих багаторічників, які зростають в колекціях ботанічних садів. У статті наведено еколого-біологічні особливості розвитку видів родин *Poaceae* *Barnhart* та мінливість морфологічних ознак їх асиміляційних органів в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України (степова зона України). Встановлено, що *Festuca cinerea* і *Miscanthus sinensis*, які зростають на території саду значний час, добре пристосовуються до ґрунтово-кліматичних умов району інтродукції, проходять повний цикл розвитку і відзначаються високою декоративністю. Міскантус характеризувався середнім весняним відростанням і розтягнутими фенофазами, тоді як костриця – раннім весняним відростанням зі швидкими темпами розвитку. За життєвою формою обидва види щільнокущові трав'янисті полікарпіки, гемікриптофіти. Доведено, що рослини *F. cinerea* за останні 15 років достовірно не змінили ритми розвитку, хоча цвісти починали на 15 діб раніше, ніж в природних ареалах України. У *M. sinensis* на 35–40 діб збільшився вегетаційний період (за рахунок відносно теплої осені та зими). Порівняно з показниками природних місцезростань в умовах інтродукції рослини *M. sinensis* формували в 1,5–1,7 раза коротші пагони, тоді як ростові параметри *F. cinerea* залишалися незмінними. З'ясовано, що довготривала посуха у серпні-вересні 2023 р. впливала на скорочення загальної площі листка на 11% у *M. sinensis* та 16% у *F. cinerea* внаслідок зменшення його ширини. Очевидно, більш значні зміни в морфології листка *F. cinerea* свідчать про здатність виду краще пристосовуватися до зміни сезонних кліматичних умов через прояв ксероморфних ознак.

Ключові слова: *Poaceae* *Barnhart*, фенологія, морфологія листка, сезонний розвиток.

Morphological features of the variability of vegetative organs of species of the genera *Festuca* L., *Miscanthus* Anderss. introduced into the steppe zone of Ukraine

Zubrovskaya O. M.

Kyryvi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

zubrovskaya@ukr.net

Key words: *Poaceae* Barnhart, phenology, leaf morphology, seasonal development.

Given the ongoing climate anomalies and rapid environmental changes, it becomes crucial to develop strategies aimed at averting and mitigating their immediate and long-term impacts on biodiversity. This highlights the need to investigate the rearrangements occurring across diverse developmental stages among native and introduced herbaceous perennials cultivated within botanical garden collections. The article presents the ecological and biological peculiarities of the development of species of the family *Poaceae* Barnhart and the morphological features of the variability of their assimilation organs in the conditions of the Kyryvi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (steppe zone of Ukraine). *F. cinerea* and *M. sinensis* grow in the garden for a long time. It has been established that they adapt well to the soil and climatic conditions of introduction, go through a full cycle of development and are characterized by high decorativeness. *M. sinensis* had an average spring regrowth and extended phenophases. *F. cinerea* had an early spring regrowth and a rapid development rate. It has been proven that *F. cinerea* plants have not reliably changed their development rhythms over the past 15 years, although they began to bloom 15 days earlier than in the natural habitats of Ukraine. Whereas the vegetation period in *M. sinensis* increased by 35-40 days. Under the conditions of introduction, *M. sinensis* plants formed 1.5-1.7 times shorter shoots compared to natural habitats, while the growth parameters of *F. cinerea* remained unchanged. Prolonged drought in August-September 2023 affected the reduction of the total leaf area by 11% in *M. sinensis* and 16% in *F. cinerea* due to a reduction in its width. Obviously, notable changes in the morphology of the leaf of *F. cinerea* indicate the ability of the species to better adapt to seasonal climatic conditions at the expense of the manifestation of xeromorphic features.

Key words: *Poaceae* Barnhart, phenology, leaf morphology, seasonal development.

Вступ

Загрози, пов'язані зі змінами клімату, погіршенням екологічної ситуації і зменшенням біорізноманіття в останні роки перейшли до розряду глобальних та визначають екологічну безпеку навколишнього середовища^{1,2}. Динаміка кліматичних змін в Україні значною мірою повторює таку на глобальному рівні, а їх істотніший прояв фіксується у степовій зоні, яка займає 40% площі країни і є найбільш антропогенно трансформованою³. За умов швидких змін клімату, постійних кліматичних аномалій, їх тривалості і сили впливу на довкілля відбуваються фенотипічні зміни морфологічної будови органів рослин, їх анатомічної структури та окремих фізіологічних процесів^{1,4}. Характер таких перебудов, особливо у рослин, які здатні переносити довготривалі посухи, поки що мало досліджений на деградованих і техногенно змінених територіях Право-

бережного Степу України, хоча актуальність їх вивчення, у якості механізмів адаптації інтродуцентів до різних умов вирощування, підкреслюється у статті 12 Конвенції з біорізноманіття⁵. Різномічне дослідження біології рослин на регіональному рівні дозволить розробити шляхи підвищення рівня життєвості рослин та прогнозувати розширення фіторізноманіття за рахунок нових швидкозростаючих, декоративних, толерантних до абіотичних чинників видів і культиварів. За даними дослідження стану квітничково-декоративних насаджень м. Кривий Ріг⁶, існує низка негативних моментів щодо їх формування і ефективного використання. Покращити стан таких насаджень, на нашу думку, можна саме за рахунок представників родини *Poaceae* Barnhart, які володіють високою екологічною пластичністю і підвищеною стійкістю до посушливих умов зростання.

Загальновідомо, що ріст листків досить повно характеризує поведінку багаторічних рослин у певному середовищі і відображає функціонування системи рослинного організму в цілому, а не його окремих підсистем, та дозволяє визначити пов'язаність розвитку рослини з умовами зростання⁷. Оскільки площа листка, їх розміри у комплексі з розвитком надземних вегетативних і генеративних органів наглядно характеризує стан рослини за стресової дії багатьох чинників їх детальне вивчення дозволить нам поглибити уявлення про адаптаційні реакції рослин-інтродуцентів. Саме тому **метою роботи** було дослідити еколого-біологічні особливості сезонного розвитку видів родини Poaceae та мінливість морфологічних ознак їх асиміляційних органів в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України (Правобережний Степ України).

Матеріали та методи досліджень

Об'єктами дослідження виступали *Miscanthus sinensis* Anderss. і *Festuca cinerea* Vill, які проходять інтродукційні дослідження у Криворізькому ботанічному саду НАН України (КБС) понад 15 років (2004–2023 рр.). Еколого-біологічні показники рослин і терміни проходження фенологічних фаз росту та розвитку визначали загальноприйнятими методами⁸. Фіксували фази початку весняного відростання, цвітіння, початку плодоношення, закінчення вегетації. Життєві форми описували за К. Раункієром⁹.

Для аналізу кількісних змін у обох досліджуваних видів відбиралися листки з середньої частини однорічного пагона у три етапи: III декада травня (25.05.2023 р.), III декада липня (25.07.2023 р.) і III декада вересня (25.09.2023 р.). Морфологічні показники надземних пагонів описували за С.М. Зиман зі співавторами¹⁰. А площу листової поверхні злаків визначали розрахунковим методом^{11,12}, за формулою:

$$S = k \cdot L \cdot B,$$

де k – перевідний коефіцієнт (0,686 для міскантусу китайського і 0,798 для костриці); L та B – довжина та ширина листка, см. Коефіцієнт видовженості листка визначали як відношення довжини листової пластинки до її ширини¹³.

Статистичну обробку даних і ступінь залежності досліджуваних параметрів (кореляцію) проводили методами параметричної варіаційної статистики на 95% рівні значущості ($P \leq 0,05$) за О.О. Єгоршиним¹⁴, використовуючи пакет програм Microsoft Office Excel.

Результати

Кривий Ріг – одне з найбільших промислових міст України, розташоване у степовій зоні. Антропогенні ландшафти міста мають збіднений біотичний компонент, застарілий у сенсі сучасного

озеленення, а рослини в штучних фітоценозах пригнічені і не виявляють в повній мірі властивих їм декоративних якостей⁶. Природно-кліматичні умови характеризуються нестачею вологи у повітрі і ґрунті, аномально високими літніми (до +38°C) й осінніми (до +29°C у вересні) температурами та нестійким сніговим покривом взимку. Влітку часто спостерігаються суховії, а взимку – відлиги, іноді з підвищенням температури у січні-лютому до +5,5°C – +15,2°C (у 2020–2023 рр.). За останні 30 років на Криворіжжі середньорічна температура повітря підвищилася на понад 2,5°C і складає +8,7 – +11,5°C (у 2003–2023 рр.). Сума активних температур (вище за +10°C) у середньому становить 3100°C. Річна сума опадів у 2003–2023 роках коливалася в межах 200–560 мм^{15,16}.

Злакові (Poaceae), або токоногові – одна з найбільших родин покритонасінних рослин, що складається з близько 12000 видів багатоцільового використання, 340 з яких зростають і в Україні¹⁷. Для степової зони України як *M. sinensis*, так і *F. cinerea* є інтродуцентами. Хоча костриця сизувата і зустрічається в Україні, однак ареал її поширення охоплює переважно лісостепову зону^{18,19}, а природні місцезростання міскантусу китайського – Західна Африка, та Азія²⁰. В умовах КБС досліджувані види родини Poaceae за життєвою формою – щільнокущові трав'янисті полікарпіки з асимілюючими пагонами несуккулентного типу, гемікриптофіти. Тоді як за строками відростання *M. sinensis* – весняно-літньо-осінньоозелена рослина із середнім весняним відростанням і розтягнутими фенофазами, а *F. cinerea* – зимовозелена рослина раннього весняного відростання зі швидкими темпами розвитку.

Приспосовуючись до кліматичних умов конкретної території, рослини суттєво міняють ритміку процесів росту і розвитку, тому особливості реакції на кліматичні зміни у згаданих видів значно відрізнялися. Так, рослини *F. cinerea* в умовах КБС протягом 2004–2023 років достовірно не змінили терміни фаз вегетації та тривалість вегетаційного періоду, враховуючи широкую амплітуду коливання дат початку і кінця сезонного розвитку (18–27 діб). Весняне відростання відбувається в другій половині березня, а завершення вегетації – у II–III декаді листопада (табл. 1). Цвітіння швидкоплинне (7–15 діб), порційне і припадає на кінець травня, плоди визрівають у другій половині червня.

На відміну від попереднього виду, весняне відростання рослин *M. sinensis* в інтродукційних умовах спостерігається на початку квітня з різницею 5–10 діб, залежно від настання сталих позитивних температур (табл. 1). Завершення вегетації за останні п'ять років відбувається у I декаді грудня, тоді як у 2004–2006 рр. – на початку листопада.

Таблиця 1 – Фенорозвиток видів родини Poaceae Varnhart інтродукованих у Криворізький ботанічний сад НАН України

Роки дослідження	Початок вегетації	Початок цвітіння	Початок плодоношення	Закінчення вегетації	Діб вегетації
<i>Festuca cinerea</i> Vill.					
2004-2009	18.03±11	17.05±3	22.06±6	10.11±28	238,2±33,4
2010-2015	16.03±8	27.05±13	1.07±14	15.11±20	241,8±21,0
2019-2023	20.03±21	22.05±8	30.06±8	3.12±13	261,8±38,3
<i>Miskantus sinensis</i> Anderss.					
2004-2006	19.04±5	7.08±7	10.09±8	1.11±18	192,7±24,6
2007-2011	4.04±13	11.08±4	17.09±2	22.11±15	235,3±4,9
2019-2023	4.04±14	5.08±16	12.09±16	13.12±4	251,3±15,6

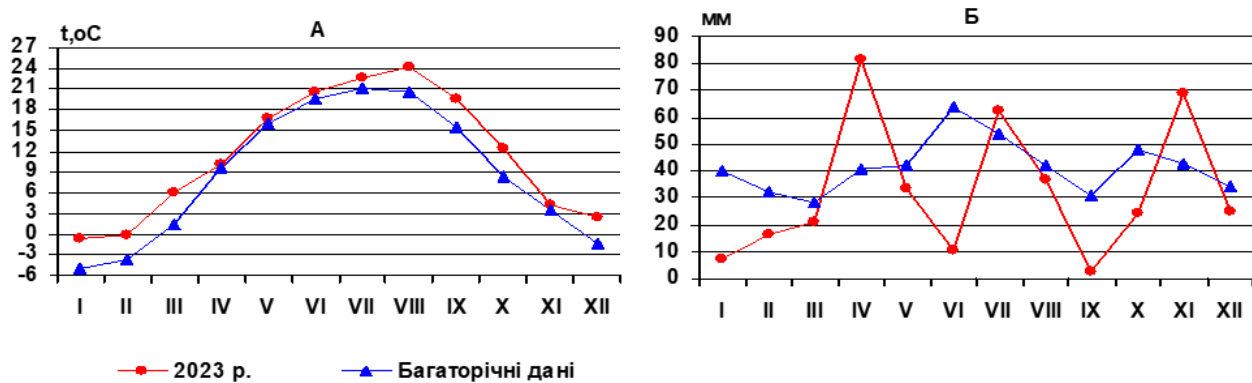


Рис. 1. Характеристика метеорологічних умов 2023 року (за даними метеостанції КБС НАН України м. Кривий Ріг): А – середньомісячна температура повітря, Б – середньомісячна сума опадів; багаторічні дані наведені за архівом погоди¹⁶.

Завдяки таким змінам вегетаційний період збільшується на 35–40 діб і досягає 251 доби. Достовірно підтверджених змін ритмів розвитку генеративної сфери рослин цього виду не виявлено: цвітіння починається в першій половині серпня, плодоношення – у другій половині вересня.

Дослідження морфоструктурних змін асиміляційних органів протягом сезонного онтогенетичного розвитку проводили у 2023 році, який відрізнявся досить складними метеорологічними умовами вирощування (рис. 1).

Оскільки рослина багаторічного злаку являє собою складну систему пагонів різних порядків, які відрізняються між собою за віком і ступенем сформованості, то вивчення розвитку пагонів та їх морфологічних характеристик є важливим питанням інтродукції²¹. Основні морфометричні параметри надземної частини досліджуваних видів в умовах КБС були оцінені у період їх інтенсивної вегетації (кінець серпня). *M. sinensis* – кореневищний трав'янистий багаторічник, з пагонами анізотропного типу, близько 25% з яких є озимими. Вегетативне відновлення виду симподіальне, а кушіння пагонів постгенеративне. Бруньки відновлення (4–6 шт.), розташовані на вкорочених міжвузлях кореневища і формуються в кінці

листопада. Рослини міскантусу мали найбільші ростові параметрами серед досліджуваних злаків (табл. 2). Висота вегетативно-генеративного пагону в середньому сягала 150,8 см та майже в 20 разів перевищувала показники костриці. В умовах інтродукції на пагоні *M. sinensis* формується до 15 міжвузль, котрі біля основи пагона дуже короткі, а у префлоральній та флоральній зоні видовжуються.

F. cinerea – трав'янистий вічнозелений багаторічник, який відноситься до групи вузьколистих костриць Британських островів^{22,23}, низовий щільнокущовий злак²⁴. На відміну від міскантусів, вегетативні пагони у досліджуваного виду дуже короткі з вкороченими міжвузлями, а висоту куща в основному формує довжина листків. Вузол кушіння у рослин *F. cinerea* знаходиться біля поверхні ґрунту (0,5–1 см), бокові вегетативні пагони щільно прилягають один до одного та ростуть перпендикулярно до ґрунтової поверхні. В умовах КБС пагони *F. cinerea* містять 4–5 міжвузль і сягають завдовжки до 8,0–9,0 см та близько 3 мм у діаметрі (табл. 2).

Листок один з основних органів рослини, що виконує функції фотосинтезу, транспірації, газообміну і сприяє нагромадженню біомаси. В умовах

Таблиця 2 – Морфологія вегетативно-генеративних пагонів видів родини Poaceae Barnhart

Довжина пагона, см	Діаметр стебла, см	Кількість листків на пагоні, шт.	Довжина міжвузль, см		Кількість міжвузль, шт.
			Префлоральна зона	Флоральна зона	
<i>Miskantus sinensis</i> Anderss.					
150,8±3,30	0,5±0,02	15,2±0,54	11,0±0,67	6,2±0,54	15,2±0,54
<i>Festuca cinerea</i> Vill.					
8,6±0,45	0,3±0,01	8,2±0,31	0,6±0,02	0,2±0,04	4,2±0,31

Таблиця 3 – Мінливість морфологічних ознак листка видів родини Poaceae Barnhart протягом сезонного розвитку в умовах Криворізького ботанічного саду

Етап дослідження	Довжина листка (з черешком), см	Ширина листка, см	Площа листка, см ²	K _в
<i>Miskantus sinensis</i> Anderss.				
III декада травня	51,5±0,17	1,5±0,28	53,0±0,15	34,3
III декада липня	71,9±0,61*	1,7±0,04	83,9±0,25*	42,3
III декада вересня	73,6±0,40*	1,5±0,61	75,7±0,47*	49,1
<i>Festuca cinerea</i> Vill.				
III декада травня	21,4±0,50	0,1±0,01	1,7±0,06	214,0
III декада липня	27,8±0,27*	0,13±0,01*	2,9±0,16*	214,0
III декада вересня	31,0±0,18*	0,1±0,02*	2,5±0,17	310,0

Примітка: K_в – коефіцієнт видовженості листка (співвідношення довжини до ширини листка); * – розбіжності достовірні відносно контролю за t-критерієм Стьюдента при $\rho \leq 0,05$.

інтродукції КБС у рослин *M. sinensis* від початку весняного відростання один за одним розвиваються дуже жорсткі, зелені, стеблові листки лінійної або ланцетно-лінійної форми з паралельним жилкуванням і яскраво вираженою середньою жилкою. Листкорозміщення чергове (спіральне). У *F. cinerea* листки сизо-зеленого кольору, вузько-лінійні, жорсткі, шкірясті, загострені на кінці. Листкорозміщення супротивне.

Відмітимо, що протягом сезонного онтогенетичного розвитку згаданих видів будова листків залишалася сталою, тоді як ростові параметри (довжина, ширина і площа листової пластинки) змінювалися. Так, ширина листків у *M. sinensis* за вегетаційний період достовірно не змінювалася (показники варіювали в межах $\pm 13\%$) і сягала 1,5–1,7 см. Тоді як розміри довжини та площі листка відзначалися більш значними змінами, про що свідчить коефіцієнт видовженості листка (табл. 3). У III декаді липня довжина листової пластинки виду збільшувалася у 1,4 раза, а площа – у 1,6 раза відносно весняних показників. Наприкінці вересня ширина листка у рослин *M. sinensis* зменшувалася до рівня весняних показників, а довжина залишалася практично незмінною, що призвело до скорочення на 11% площі листової поверхні.

На відміну від попереднього виду у *F. cinerea* всі ростові показники листка достовірно реагували на зміну кліматичних умов протягом вегетації (табл. 3). Порівняно з весняними показ-

никами у III декаді липня довжина і ширина листка виду збільшувалася на 30%, а його площа зросла у 1,7 рази. Проте у найбільш посушливий період (серпень-вересень) відбувалося пригнічення ростових процесів в асиміляційних органах костриці: ширина скорочувалася на 30%, а довжина навпаки зростала на 12% відносно попереднього періоду досліджень. Як наслідок у костриці сизуватої листок видовжився (коефіцієнт видовженості листка на 40% перевищує контрольні рівні), а площа листової пластинки зменшилася на 16%.

Для визначення сили впливу екологічних чинників середовища, в якому проходить розвиток рослин, був проведений корелятивний аналіз залежності параметрів листка від температури повітря та кількості опадів. Отримані результати свідчили про наявність прямої кореляційної залежності між кліматичними умовами та розмірами листків. Причому, в більшій мірі на зміну ростових показників листка обох видів рослин протягом онтогенетичного розвитку впливав недостатній рівень зволоження, а сила зв'язку міцнішала з часом, що підтверджується кореляційними коефіцієнтами середнього рівня від $r=+0,32$ до $r=+0,57$. Відмітимо, що у рослин *F. cinerea* ступінь сполученості ростових параметрів із сумою атмосферних опадів в умовах КБС був вищий ($r = +0,35 - +0,57$), ніж у *M. sinensis* ($r = +0,32 - +0,48$). Натомість, температурний фактор майже не впливав на розвиток листка досліджуваних злаків ($r > +0,2$).

Обговорення

Фенологічні реакції рослин через зміну клімату вже зараз впливають на моделі біорізноманіття та їх трофічні взаємодії, а також на функції екосистем у світі. Багато видів рослин реагують на підвищення температури, змінюючи час фенологічних фаз розвитку у бік раннього весняного відростання та пізнішого осіннього завершення розвитку, що призводить до загального збільшення тривалості вегетаційного періоду⁸. Яскравим прикладом цього в інтродукційних умовах КБС є рослини *M. sinensis*, у яких період вегетації збільшився на 35–40 днів порівняно з 2004–2009 рр. Тоді як *F. cinerea* за останні 15 років достовірно не змінила терміни фенофаз і тривалість сезонного розвитку. Це може свідчити або про низький рівень пластичності виду, або ж навпаки про високий рівень його життєвості, що підтверджується широким ареалом розповсюдження²⁴.

В екстремальних умовах вирощування відповідь рослин охоплює кілька типів адаптивних стратегій, які, першочергово, пов'язані з модифікаціями фотосинтетичних структур, що регулюють водний статус і фізіологічні функції рослин зменшенням провідності продихів, листової поверхні, збільшенням співвідношення корінь/пагін^{25,26}. Адаптація рослин до нових ґрунтово-кліматичних умов проявляється не лише в морфологічних ознаках і фізіологічних реакціях, а й в особливостях їх розвитку^{27,28}. Одне з найбільш яскравих відображень життєдіяльності рослинного організму в змінених умовах довкілля є приріст рослин у висоту, який залежить від сукупності процесів обміну²⁹. Основні морфометричні параметри досліджуваних нами багаторічних злакових рослин залежали від їх видових особливостей та екологічних чинників зростання. Зауважимо, що ростові параметри пагонів *F. cinerea* мало відрізнялися від природних місцезростань³⁰, тоді як рослини *M. sinensis* формували на 20 см коротші і на 20% менші в діаметрі пагони, ніж у інтродукованих рослин з вологішої лісостепової зони^{21,31}. А в умовах теплого і вологого клімату природних для *M. sinensis* місцезростань^{24,32} висота рослин зазвичай сягає до 2,5 м. Встановлено, вочевидь, зумовлено ксерофітизацією тканин пагона у посушливих умовах Правобережно-степового Придніпров'я.

Ріст листків досить повно характеризує поведінку злаків у певному середовищі, відбиває функціонування системи рослинного організму в цілому і дозволяє визначити пов'язаність розвитку рослини з умовами зростання. В посушливих умовах вирощування дефіцит вологи, насамперед, призводить до зменшення кількості листків на рослині, їх індивідуального розміру та тривалості життя, які напряму залежать від тургору,

асимілюючого запасу листка, температури повітря і водного потенціалу ґрунту^{33,34}. Розвиток листків і пагонів на морфологічному рівні також реагує на температурний стрес – спостерігаються реакції ауксинзалежного подовження гіпокотилу та черешка^{7,26}.

Досліджені нами особливості морфогенезу листків у *M. sinensis* і *F. cinerea* протягом сезонного онтогенетичного розвитку свідчать про те, що будова їх листків залишалася сталою, тоді як ростові параметри змінювалися залежно від фаз розвитку та кліматичних умов. Відмітимо, що навіть у найсприятливіший для росту і розвитку період (середньодобова температура повітря +22,9°C і достатній рівень зволоження) обидва види формували у 1,3 (*M. sinensis*) і 1,5 рази (*F. cinerea*) коротші і вужчі листки, порівняно з рослинами з природних місцезростань^{18,24}. У лісостеповій зоні України для рослин *M. sinensis* умови зростання набагато комфортніші, так як органи асиміляції у них розвиваються на 15% більші за розмірами, відносно наших показників³¹.

Характерною особливістю розвитку декоративних злаків в інтродукційних умовах КБС у найпосушливіший період (середньомісячна температура повітря коливалася в межах +22,8–23,9°C, а в окремі дні сягала +29,2°C, тоді як сума опадів не перевищувала 2,4 мм) було видовження листової пластинки та скорочення площі листової поверхні на 11 і 16% для *M. sinensis* і *F. cinerea* відповідно, що сприяло зменшенню транспіраційної поверхні і, вочевидь, є ознакою ксероморфізації асиміляційних органів. Такі пристосувальні морфологічні реакції листка у костриці, як стверджують інші дослідники^{35,36}, поряд з видоспецифічним скручуванням листка в трубку, дозволяють рослині економити воду та забезпечують її виживання у несприятливих ксерофітних умовах довкілля. На зміну ростових показників листка обох видів на даному етапі сезонного розвитку в більшій мірі впливав недостатній рівень зволоження, на що вказують розраховані нами кореляційні коефіцієнти середнього рівня від $r=+0,42$ до $r=+0,57$. Зазначене добре узгоджується з дослідженнями V. De Micco³³, котрий довів, що вологість повітря є лімітуючим фактором росту багатьох видів рослин у посушливих умовах зростання. На відміну від сумарної кількості опадів, температурний фактор, за нашими даними, лише опосередковано впливав на морфометричні показники листків згаданих видів ($r > +0,2$).

Висновки

Таким чином, встановлено, що в умовах посушливої степової зони України рослини *M. sinensis* та *F. cinerea* проходять всі етапи сезонного ритму розвитку. Кліматичні зміни у першого виду призвели до більш раннього початку

вегетатії (на 5–10 діб) та подовження її періоду (на 35–40 діб), тоді як у другого ритми розвитку достовірно не змінюються за останні 15 років. З'ясовано, що в умовах інтродукції (Степ України), порівняно з даними в природних ареалах, ростові параметри пагонів *F. cinerea* залишалися сталими, тоді як рослини *M. sinensis* формували в 1,5–1,7 раза коротші і на 20% менші в діаметрі пагони.

Встановлено морфологічні особливості формування листків за впливу екстремальних кліматич-

них умов 2023 року. Доведено, що восени (кінець вересня) в обох досліджуваних видів відбувається зменшення площі листкової пластинки на 11–16%, порівняно з показниками влітку. Видоспецифічність адаптаційного пристосування декоративних злаків виявлялась у різній інтенсивності збільшення або зменшення лінійних параметрів асиміляційних органів (довжини і ширини). Виявлені реакції сприяли регуляції транспірації і забезпечували захист рослин за дії посухи, на вплив якої вказують кореляційні коефіцієнти середнього рівня.

Література

- (1) Gray, S. B.; Brady, S. M. Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*. **2016**, *419*, 64-77. doi:10.1016/j.ydbio.2016.07.023
- (2) Дідух, Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: Причини, наслідки, дії. *Вісник НАН України*. **2009**, *2*, 34-44. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnau_2009_2_12 (дата звернення 01.15.2023).
- (3) Лихолат, Ю. В.; Хромих, Н. О.; Дідур, О. О.; Оковитий, С. І.; Матюха, В. Л.; Савосько, В. М.; Лихолат, Т. Ю. *Сучасний стан антропогенної трансформації екосистем степового Придніпров'я*. ФОП Черняхівський Д. О.: Кривий Ріг, 2019; 146 с.
- (4) Недуха, О. М. *Клітинна оболонка і фактори середовища*. Альтерпрес: Київ, 2015; 291 с.
- (5) Global Framework for Biological Diversity (COP15 Global Framework) : Kunming-Montreal global biodiversity framework. <https://www.cbd.int/gbf/> (дата звернення 01.20.2023).
- (6) Чипиляк, Т. Ф.; Зубровська, О. М.; Шоль, Г. Н. *Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України*. Талком: Київ, 2022; 390 с.
- (7) Franklin, K. A. Light and temperature signal crosstalk in plant development. *Curr. Opin. Plant Biol.* **2009**, *12*, 63-68. doi:10.1016/j.pbi.2008.09.007
- (8) Nordt, B.; Hensen, I.; Bucher, S. F.; Freiberg, M.; Primack, R. B.; Stevens, A.-D.; Bonn, A.; Wirth, Ch.; Jakubka, D.; Plos, C.; Sporbert, M.; Römermann, Ch. The PhenObs initiative: A standardised protocol for monitoring phenological responses to climate change using herbaceous plant species in botanical gardens. *Funct. Ecol.* **2021**, *35*, 821-834. doi:10.1111/1365-2435.13747
- (9) Raunkiaer, C. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press: Oxford, 1934; 632 p.
- (10) Зиман С. М., Мосякін С. Л., Булах О. В.; Царенко, О. М.; Фельбаба-Клушина, Л. М. *Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник*. Медіум: Ужгород, 2004; 156 с.
- (11) Малюченко, І. О.; Непеїна, Г. В. *Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт із біології з основами біоекології для студентів спеціальності «101» Екологія» галузь знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» освітньої програми «Екологія» : методичні вказівки*. Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили: Миколаїв, 2021; 112 с.
- (12) Квак, В. М.; Ганженко, О. М.; Зиков, П. Ю.; Хіврич, О. Б. Визначання площі листкової поверхні у різних видів міскантусу розрахунковим методом. *Новітні агротехнології*. [Online] **2017**, *5*, 7 с. <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122228> (дата звернення 02.25.23).
- (13) Ганжа, Д. Морфологічна реакція листків тополі в різних умовах урботехногенного навантаження. *Вісник Львівського у-ту. Серія біологічна*. **2012**, *60*, 163-170.
- (14) Єгоршин, О. О.; Лісовий, М. В. *Математичне планування польових дослідів та статистична обробка експериментальних даних*. Вид-во Ін-ту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського: Харків, 2005; 193 с.
- (15) Паранько, І. С.; Шипунова, В. О. Клімат Криворіжжя. У кн. *Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга*; Паранько, І. С.; Казаков, В. Л.; Калініченко, О. О.; Коцюруба, В. В.; Остапчук, І. О.; Савосько, В. М.; Шипунова, В. О.; Ярков, С. В., Ред.; Р.А. Козлов: Кривий Ріг, 2015; С. 82-102.
- (16) Meteopost. Архів погоди за 2003-2023 pp.: аеропорт м. Кривий Ріг. <https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення 27.01.2024).
- (17) Mosyakin, S. L., Fedoronchuk, M. M. *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. M.G. Kholodny Institute of Botany: Kyiv, 1999; 346 p.
- (18) Беднарська, І. О. Рід *Festuca* L. (*Poaceae*) у флорі західних регіонів України. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.05. Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Київ, 2007.

- (19) Гриник, О. М.; Горбенко, Н. Є. Екологічна характеристика газонотвірних трав'яних рослин паркової зони Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. **2011**, 21.9, 58-65.
- (20) *Міскантус в Україні*. ТОВ «ЦП «Компрінт»: Київ, 2019; 256 с.
- (21) Радченко, М. В.; Глупак, З. І.; Данильченко, О. М. Вирощування міскантусу в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. Серія «Аграрія і біологія»*. **2019**, 3(37), 36-41.
- (22) Toman, M. Populations analyse der Sammelart *Festuca cinerea* in Böhmen. *Feddes Repert.* **1974**, 85, 533-574.
- (23) Haveman, R. Het *Festuca ovina*-complex in Nederland. 2. *F. lemanii* Bast. en *F. brevipila* Tracey. *Gorteria*. **2005**, 31, 29-35.
- (24) Greenlee, J. *The encyclopedia of ornamental grasses*. Rodale Press: Emmaus RA, 1992; 182 p.
- (25) Potters, G.; Pasternak, T. P.; Guisez Y.; Palme, K. J.; Jansen, M. A. Stress-induced morphogenetic responses: growing out of trouble? *Trends Plant Sci.* **2007**, 12(3), 98-105. doi:10.1016/j.tplants.2007.01.004
- (26) Hatfield, J. L.; Boote, K. J.; Kimball, B. A.; Ziska, L. H.; Izaurralde, R. C.; Ort, D.; Thomson, A. M.; Wolfe, D. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agron. J.* **2011**, 103, 351-370. doi:10.2134/agronj2010.0303
- (27) Рахметов, Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
- (28) Shipley, B.; De Bello, F.; Cornelissen, J. H. C.; Laliberté, E.; Laughlin, D. C.; Reich, P. B. Reinforcing loose foundation stones in trait based plant ecology / *Oecologia*. **2016**, 180(4), 923-931. doi:10.1007/s00442-016-3549-x
- (29) Darke, Rick. *The encyclopedia of grasses for livable landscapes*. TimberPress Inc.: Portland, 2007; 487 p.
- (30) Foggi, B.; Rossi, G. A survey of the genus *Festuca* L. (Poaceae) in Italy. I. The species of the summit flora in the Tuscan-Emilian Apennines and Apuan Alps. *Willdenowia*. **1996**, 26(1/2), 183-215. doi:10.3372/wi.26.2605
- (31) Щербакова, Т. О.; Рахметов, Д. Б. Морфологічні особливості монокарпічних пагонів видів роду *Miscanthus* Anderss у зв'язку з інтродукцією в Лісостепу та Поліссі України. *Інтродукція рослин*. **2014**, 2, 3-9. http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2014_2_2
- (32) Heaton, E. A.; Long, S. P.; Voigt, T. B.; Jones, M. B.; Clifton-Brown, J. *Miscanthus* for Renewable Energy Generation: European Union Experience and Projections for Illinois. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. **2004**, 9, 433-451. doi:10.1023/B:MITI.0000038848.94134.be
- (33) De Micco, V.; Aronne, G. Morpho-Anatomical Traits for Plant Adaptation to Drought. In book : Plant Responses to Drought Stress. R. Aroca (ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. doi:10.1007/978-3-642-32653-0_2.
- (34) Anjum, Sh. A.; Xie, X.-Yu.; Wang, L.-Ch.; Saleem, M. F.; Man, Ch.; Lei, W. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*. **2011**, 6(9), 2026-2032. doi:10.5897/AJAR10.027.
- (35) Łuszczynska, B. Distribution of *Festuca ovina* group (*Poaceae*) species in the xerothermic communities of the Pińczów Hump and adjacent areas (southern Poland). In *Studies on grasses in Poland*; Frey L. Ed.; Kraków, 2001; P. 201-209.
- (36) Закорко, Н. Г.; Солодовник, А. А. Особливості анатомо-морфологічної будови листка у деяких видів рослин, які пристосовані до зростання у ксерофітних умовах. *Природничі науки : збірник наукових праць*. **2013**, 10, 70-80.