

## ФЕНОЛОГІЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ FRAILEA BRITTON & ROSE (CACTACEAE) В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Визначено ступінь міжвидової варіабельності представників роду *Frailea Britton & Rose* (Cactaceae) в строках початку сезону вегетації, тривалості сезону вегетації та сезону цвітіння і плодоношення, співвідношенні в річному циклі розвитку тривалості сезонів вегетації та цвітіння. Наведені результати досліджень щодо впливу ряду факторів на фенологію представників роду в умовах захищеного ґрунту.

**Ключові слова:** фенологія, сезон вегетації, сезон цвітіння та плодоношення, міжвидова варіабельність, морфометричні характеристики.

Определена степень межвидовой вариабельности представителей рода *Frailea Britton & Rose* (Cactaceae) в сроках начала сезона вегетации, длительности сезона вегетации и сезона цветения и плодоношения, соотношении в годовом цикле развития длительности сезонов вегетации и цветения. Приведены результаты исследований по влиянию ряда факторов на фенологию представителей рода в условиях защищенного грунта.

**Ключевые слова:** фенология, сезон вегетации, сезон цветения и плодоношения, межвидовая вариабельность, морфометрические характеристики.

The degree of interspecies variability of the *Frailea Britton & Rose* (Cactaceae) genus representatives in growing season beginning, growing season and flowering and fruiting season duration, growing and flowering seasons ratio in a year development circle are determined. The results of observations of the several factors influenced on the phenology of the genus under glasshouse conditions are presented.

**Key words:** phenology, the growing season, the season of flowering and fruiting, interspecies variability, the morphometric characteristics.

**Вступ.** Вивчення загальної фенології, як і її невід'ємної частини – фенології цвітіння, є важливою складовою вивчення біології розвитку всіх видів рослин.

Не дивлячись на досить добру вивченість фенології представників деяких родів родини Cactaceae, які ростуть в природному середовищі, існує серйозний недолік у подібних дослідженнях, що проводяться над рослинами, які культивуються в умовах захищеного ґрунту. Характерною особливістю більшості представників родини є уповільнене проходження рослинами основних етапів індивідуального розвитку, що робить їх незручним об'єктом для проведення досліджень з онтогенезу та фенології цвітіння в умовах культури. Представники ж роду *Frailea* мають ряд рис біології розвитку (швидкий перехід у генеративну стадію розвитку більш тривалий, у порівнянні з іншими родами сезон

цвітіння та плодоношення, наявність у життєвому циклі специфічного чергування хазмогамії та клейстогамії) [3; 7], що дозволяють за короткий проміжок часу провести повноцінні дослідження онтогенезу та фенології цих рослин.

Аналіз досліджень і публікацій. У дослідженнях, проведених на деяких видах родини Cactaceae, багатьма авторами був виділений ряд кліматичних факторів, що впливають на фенологію рослин. В їх числі: температура повітря, фотоперіод, атмосферні опади та інші. Також відмічений значний вплив віку та морфометричних характеристик рослин на фенологію цвітіння [4; 6; 8].

Задачі дослідження. У цьому дослідженні нами були поставлені такі задачі:

1. Вивчити ступінь впливу ряду кліматичних факторів на фенологію представників роду *Frailea*;

2. Визначити характер впливу на фенологію вікових і морфометричних характеристик рослин, що вивчаються;

3. Вивчити ступінь міжвидової варіабельності представників роду *Frailea* в строках настання основних фенофаз.

Матеріали і методи. Як об'єкт досліджень під час вивчення фенології представників роду були використані різновікові групи рослин таких видів: *Frailea angelesii* R. Kiesling ex K. H. Prestle, *F. mammifera* A. F. H. Buining & A. J. Brederoo, *F. castanea* Backeberg, *F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose, *F. colombiana* (Werdermann) Backeberg, *F. pumila* (Lemaire) Britton & Rose, *F. grahliana* (F. Haage) Britton & Rose, *F. schilinzkyana* (F. Haage) Britton & Rose, *F. gracillima* (Lemaire) Britton & Rose. Основна частина фенологічних спостережень проведена на базі колекції родини *Sactaceae* автора роботи (м. Миколаїв), а також колекції рослин відділу тропічних і субтропічних рослин Національного ботанічного саду ім. Гришка НАН України (м. Київ).

У цьому дослідженні використані загальноприйняті методики фенологічних спостережень [2; 5] зі змінами, внесеними для вивчення фенології представників роду *Frailea*.

Протягом 2009-2011 років фенологія фрайлей вивчалася в такі фенофази: початок вегетації, початок бутонізації, визрівання останніх плодів, завершення вегетації. З причини здатності всіх видів фрайлей, що досліджуються, до формування великої кількості клейстогамних квітів – не використовувалися фенофази відкриття перших і останніх квітів. Фенологічні спостереження за рослинами проводилися один раз на п'ять діб у перші два тижні з моменту початку вегетації і один раз на десять діб у подальший період.

Щорічно в момент формування перших бутонів проводились морфометричні виміри всіх видів, що вивчалися. Як розмірна характеристика, за відомими під час вивчення шароподібних кактусів методиками [6], використовувався об'єм еліпсоїду, що вираховувався за висотою та шириною надземної частини рослини.

При статистичній обробці експериментальних даних використані загальноприйняті методики [1]. Достовірність всіх отриманих даних перевірялася за допомогою критерію достовірності Ст'юдента.

Результати дослідження та їх обговорення. Вивчення протягом 2009-2011 років фенології різновікових груп представників роду *Frailea* виявило високий ступінь міжвидової варіабельності в строках настання основних фенофаз, а також у тривалості сезонів вегетації та цвітіння. Найбільший за тривалістю сезон вегетації спостерігався у *F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose та *F. castanea* Backeberg всіх вікових категорій. Аналіз співвідношення в річному циклі розвитку сезонів вегетації та

цвітіння говорить про найбільше співпадання їх тривалості у вищезгаданих видів III-го і більше років цвітіння. Бутонізація у цих рослин починається практично одночасно з початком вегетації, а визрівання останніх плодів відбувається наприкінці сезону вегетації і в деяких випадках після його завершення. Найменший за тривалістю сезон цвітіння та плодоношення по відношенню до тривалості сезону вегетації у рослин III-го і більше років цвітіння мають *F. colombiana* (Werdermann) Backeberg, *F. pumila* (Lemaire) Britton & Rose, *F. schilinzkyana* (F. Haage) Britton & Rose (табл.).

Вивчення впливу вікових і морфометричних характеристик рослин на фенологію представників роду вказало на високий ступінь впливу вищеперелічених факторів на тривалість сезону цвітіння та на відсутність їхнього впливу на тривалість сезону вегетації (табл.). Застосування методу кореляційного аналізу виявило високий ступінь позитивної кореляції між морфометричними показниками рослин і тривалістю сезону цвітіння у рослин I-II-го років цвітіння [3].

У всіх видів фрайлей I-го року цвітіння час початку бутонізації визначається їхніми морфометричними показниками, а саме досягненням розмірів, оптимальних для початку цвітіння [3]. У рослин III-го і більше років цвітіння початок і кінець сезону вегетації, тривалість сезону вегетації, початок і кінець сезону цвітіння та плодоношення визначаються кліматичними факторами, що в умовах захищеного ґрунту означає створення умов, сприятливих для вегетації.

Протягом 2009-2011 років вивчений ступінь впливу на фенологію представників роду *Frailea* таких кліматичних факторів:

- температура повітря;
- вологість повітря;
- вологість субстрату;
- довжина світлового дня.

Всі спостереження проводилися при природному фотоперіоді, температурі та вологості повітря. У всіх видів фрайлей, що досліджувалися, протягом всіх років спостережень відмічено відсутність впливу вологості повітря та насичення вологою субстрату на початок сезону вегетації всіх вікових груп рослин.

У всіх випадках початок вегетації наступав у повністю сухому субстраті до початку першого масового поливу, що проводиться після традиційної при вирощуванні представників родини *Sactaceae* в умовах захищеного ґрунту сухої та холодної зими. Також зафіксовано відсутність впливу вологості повітря та субстрату на закінчення сезону вегетації.

Залежність тривалості сезону вегетації, сезону цвітіння та плодоношення від віку та морфометричних характеристик представників роду *Frailea*

ВИД	РІК ЦВІТІННЯ	ТРИВАЛІСТЬ СЕЗОНУ ВЕГЕТАЦІЇ (ДНІ)		S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub> (%)	ТРИВАЛІСТЬ СЕЗОНУ ЦВІТІННЯ ТА ПЛОДОНОШЕННЯ (ДНІ)		РОЗМІР РОСЛИН (СМ <sup>3</sup> )	S <sub>x</sub>	C <sub>v</sub> (%)
		$\frac{M \pm M_M}{MIN-MAX}$				$\frac{M \pm M_M}{MIN-MAX}$				
FRAILEA CATAPHRACSTA	I	$\frac{278 \pm 2}{265-300}$		8	2,9	$\frac{81 \pm 2}{40-120}$		$\frac{0,38 \pm 0,05}{0,16-0,59}$	0,17	44,7
	II	$\frac{280 \pm 1}{270-300}$		7	2,5	$\frac{193 \pm 1}{170-210}$		$\frac{2,04 \pm 0,09}{1,68-2,41}$	0,28	13,7
	III	$\frac{282 \pm 1}{270-300}$		9	3,2	$\frac{262 \pm 3}{210-320}$		$\frac{4,04 \pm 0,05}{3,27-4,71}$	0,18	4,5
FRAILEA CASTANEA	I	$\frac{277 \pm 3}{265-300}$		10	3,6	$\frac{69 \pm 3}{40-120}$		$\frac{0,52 \pm 0,08}{0,41-1,06}$	0,22	42,3
	II	$\frac{278 \pm 2}{265-300}$		8	2,9	$\frac{176 \pm 2}{140-200}$		$\frac{1,53 \pm 0,06}{1,06-2,03}$	0,11	7,2
	III	$\frac{282 \pm 2}{270-300}$		5	1,8	$\frac{269 \pm 2}{200-320}$		$\frac{2,38 \pm 0,07}{2,03-2,83}$	0,31	13,0
FRAILEA MAMMIFERA	I	$\frac{250 \pm 1}{240-270}$		7	2,8	$\frac{90 \pm 6}{40-130}$		$\frac{1,77 \pm 0,21}{0,83-2,28}$	0,53	29,9
	II	$\frac{252 \pm 3}{240-270}$		10	3,9	$\frac{142 \pm 2}{80-180}$		$\frac{3,49 \pm 0,25}{1,77-8,18}$	1,84	52,7
	III	$\frac{252 \pm 2}{240-270}$		9	3,6	$\frac{205 \pm 1}{190-220}$		$\frac{7,72 \pm 1,00}{4,19-16,50}$	3,90	50,5
FRAILEA ANGELESII	I	$\frac{240 \pm 2}{230-255}$		6	2,5	$\frac{69 \pm 2}{40-90}$		$\frac{1,02 \pm 0,13}{0,47-1,68}$	0,51	50,0
	II	$\frac{240 \pm 1}{230-260}$		3	1,3	$\frac{170 \pm 1}{150-180}$		$\frac{3,00 \pm 0,13}{1,59-3,63}$	0,62	20,7
	III	$\frac{242 \pm 1}{230-260}$		7	2,9	$\frac{196 \pm 1}{170-210}$		$\frac{3,64 \pm 0,10}{2,83-4,24}$	0,41	11,3
FRAILEA COLOMBIANA	I	$\frac{260 \pm 4}{250-280}$		7	2,7	$\frac{87 \pm 2}{40-110}$		$\frac{2,57 \pm 0,19}{0,7-5,58}$	1,40	54,5
	II	$\frac{262 \pm 1}{250-280}$		5	1,9	$\frac{127 \pm 4}{90-150}$		$\frac{9,88 \pm 0,62}{5,58-14,14}$	3,24	32,8
	III	$\frac{262 \pm 2}{250-280}$		2	0,8	$\frac{148 \pm 4}{120-180}$		$\frac{14,08 \pm 0,68}{9,21-18,82}$	3,50	24,9
FRAILEA PUMILA	I	$\frac{250 \pm 3}{235-265}$		11	4,4	$\frac{64 \pm 2}{40-90}$		$\frac{4,19 \pm 0,17}{3,05-5,58}$	0,98	23,4
	II	$\frac{257 \pm 1}{245-275}$		7	2,7	$\frac{119 \pm 1}{80-150}$		$\frac{9,57 \pm 0,53}{5,58-14,14}$	3,82	39,9
	III	$\frac{256 \pm 1}{245-275}$		6	2,3	$\frac{148 \pm 2}{110-180}$		$\frac{14,59 \pm 0,88}{8,18-18,82}$	3,52	24,1
FRAILEA GRAHLIANA	I	$\frac{285 \pm 2}{270-300}$		10	3,5	$\frac{124 \pm 3}{80-150}$		$\frac{1,77 \pm 0,13}{0,82-2,46}$	0,67	37,9
	II	$\frac{287 \pm 1}{275-300}$		5	1,7	$\frac{190 \pm 1}{170-210}$		$\frac{3,21 \pm 0,08}{2,46-4,16}$	0,37	11,5
	III	$\frac{288 \pm 1}{275-305}$		5	1,7	$\frac{225 \pm 2}{170-250}$		$\frac{4,89 \pm 0,07}{4,16-5,73}$	0,35	7,2
FRAILEA SCHILINZKYANA	I	$\frac{283 \pm 3}{275-300}$		9	3,2	$\frac{68 \pm 2}{50-80}$		$\frac{0,52 \pm 0,11}{0,25-1,13}$	0,27	51,9
	II	$\frac{285 \pm 1}{275-300}$		6	2,1	$\frac{154 \pm 3}{130-180}$		$\frac{2,14 \pm 0,23}{1,13-3,27}$	0,90	42,1
	III	$\frac{287 \pm 1}{275-300}$		2	0,7	$\frac{164 \pm 2}{150-170}$		$\frac{3,60 \pm 0,25}{2,51-4,91}$	0,99	27,5
FRAILEA GRACILLIMA	I	$\frac{273 \pm 2}{265-280}$		6	2,2	$\frac{103 \pm 5}{40-190}$		$\frac{1,77 \pm 0,20}{0,46-4,02}$	1,15	64,9
	II	$\frac{277 \pm 1}{265-290}$		3	1,1	$\frac{188 \pm 1}{170-200}$		$\frac{3,93 \pm 0,35}{1,05-8,38}$	2,46	62,6
	III	$\frac{277 \pm 1}{265-290}$		2	0,7	$\frac{206 \pm 2}{170-240}$		$\frac{10,48 \pm 0,39}{8,38-12,57}$	1,62	15,5

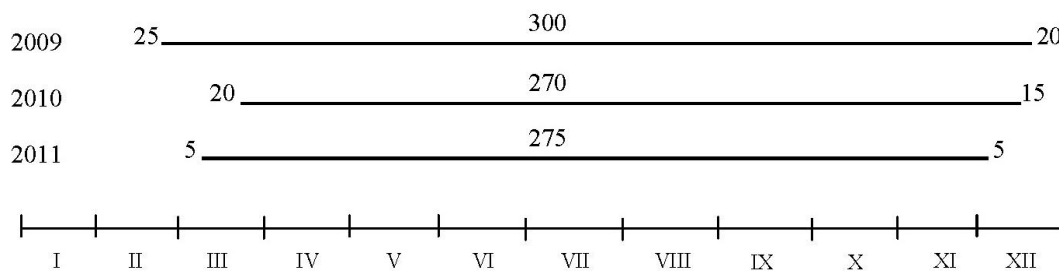
Примітка: s<sub>x</sub> – середнє квадратичне відхилення; C<sub>v</sub> – коефіцієнт варіації.

Фіксування моменту початку вегетації представників роду при природному фотоперіоді вказує на відсутність впливу довжини світлового дня на початок сезону вегетації. У всіх представників роду, що вивчалися, зафіксована різниця в початку сезону вегетації до 20-25 діб між 2009 та 2011 роками.

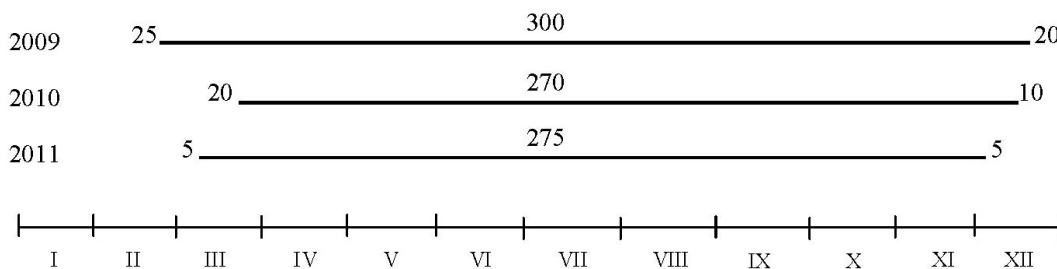
Вивчення протягом трьох років досліджень ходу мінімальних і максимальних температур вказує на відсутність впливу мінімальних добових температур на початок сезону вегетації та про значний вплив

максимальних добових температур на початок росту рослин. Стійке підвищення максимальної добової температури вище + 25 °С протягом 6-8 діб приводило до початку вегетації у багатьох видів (рис. 1-2). Відмічена значна міжвидова варіабельність у строках початку росту рослин. Найбільш швидко вегетація починається у *F. colombiana* (Werdermann) Backeberg, *F. pumila* (Lemaire) Britton & Rose, *F. castanea* Backeberg, *F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose – в середньому на 10 діб раніше, ніж у інших видів, що вивчалися.

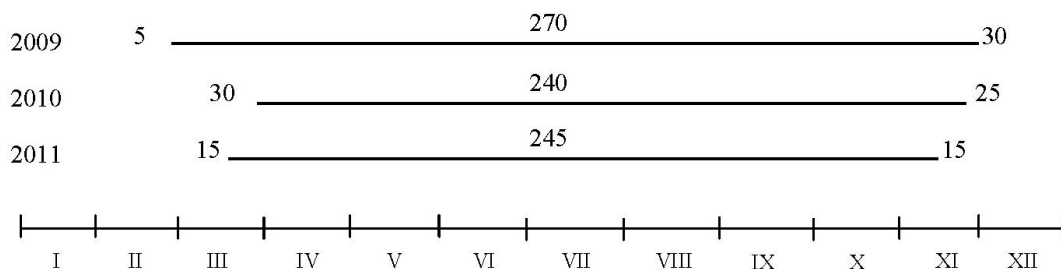
*F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose



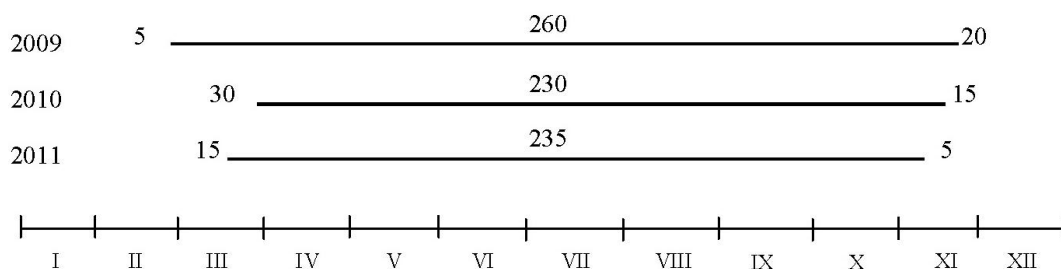
*F. castanea* Backeberg

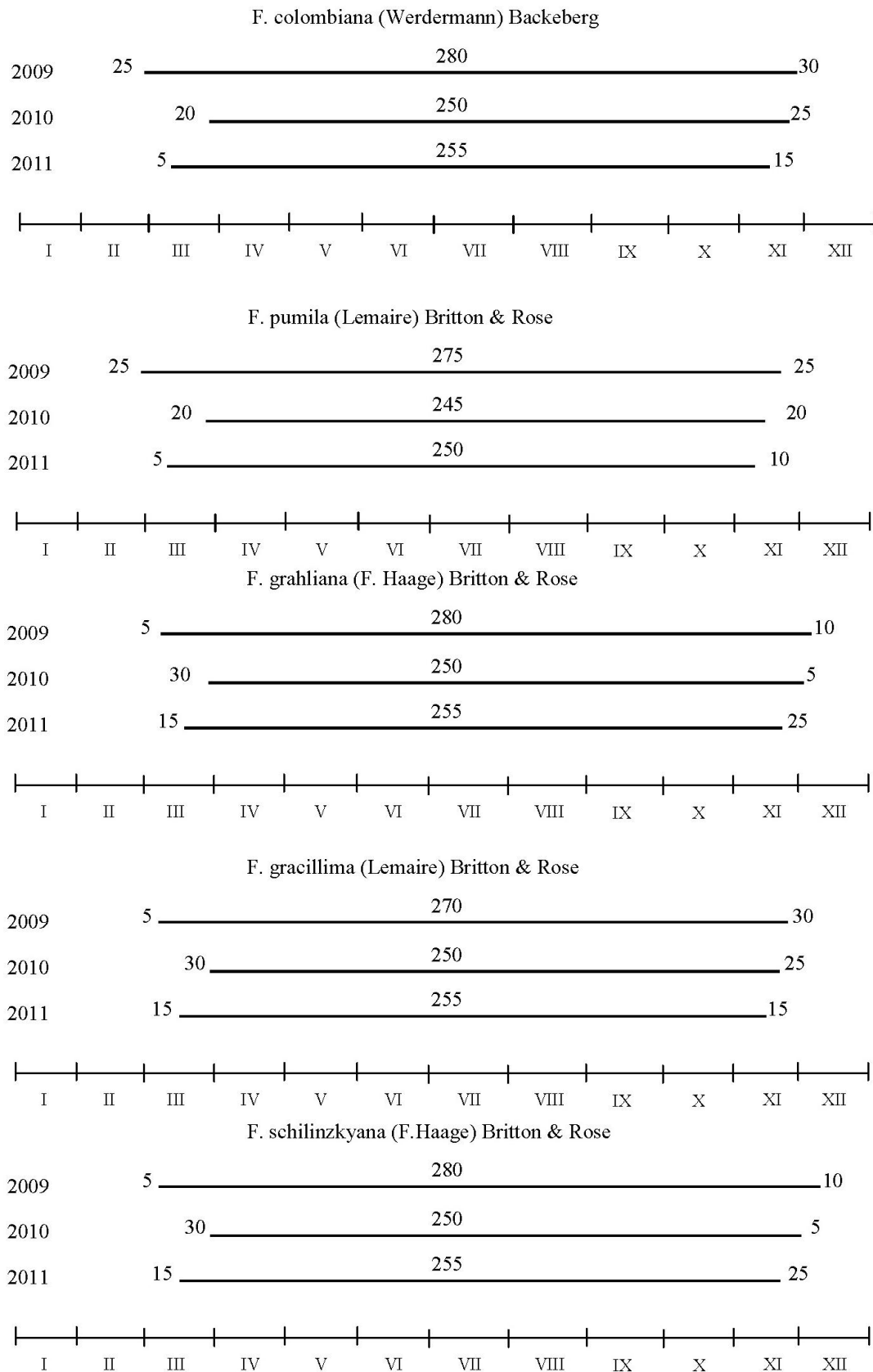


*F. mammifera* A.F.H. Buining & A.J. Brederoo



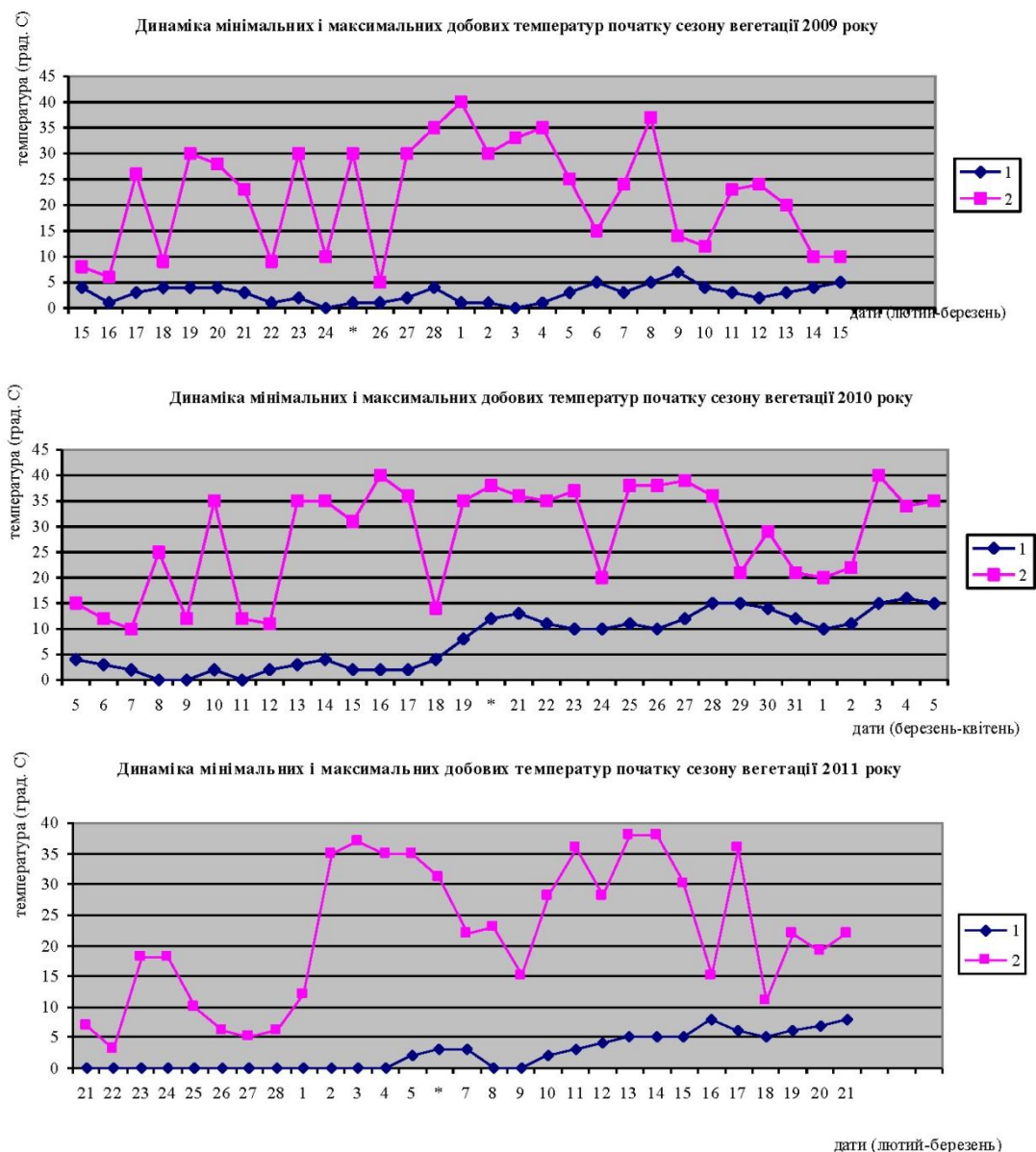
*F. angelesii* R. Kiesling ex K.H. Prestle





**Рис. 1.** Тривалість сезону вегетації представників роду *Frailea* Britton & Rose (Cactaceae)

*Примітки:* горизонтальні лінії показують середню тривалість сезону вегетації (в днях) з вказівкою початкових та кінцевих дат. Римськими літерами позначено місяці року.



**Рис. 2.** Динаміка мінімальних і максимальних добових температур початку сезону вегетації 2009-2011 років  
Примітки: зірочкою позначена дата початку вегетації деяких видів фрайлей.

У той же час стійке зниження максимальних добових температур нижче + 15 °С призводить до припинення вегетації рослин.

Фіксування строків початку вегетації та бутонізації представників роду *Frailea* дозволяє говорити про значну міжвидову варіабельність у проміжку часу між початком росту та появою перших бутонів. У рослин III-IV років найбільш швидко сезон цвітіння та плодоношення настає у *F. castanea* Backeberg, *F. cataphracta* (Dams) Britton & Rose – практично одночасно з початком сезону вегетації. Більше часу для формування перших бутонів потребують *F. grahliana* (F. Haage) Britton & Rose, *Frailea gracillima* (Lemaire) Britton & Rose, *F. mammifera* A.F.H. Buining & A.J. Brederoo, *Frailea angelesii* R. Kiesling ex K.H. Prestle – до 8-30 діб. Пізніше за всіх сезон цвітіння та плодоношення починається у *F. colombiana* (Werdermann) Backeberg, *F. pumila* (Lemaire) Britton & Rose,

*F. schilinzkyana* (F. Haage) Britton & Rose – через 30-60 діб після початку вегетації.

#### Висновки.

1. Вивчення фенології різних представників роду *Frailea* показало на значну міжвидову варіабельність у строках початку сезону вегетації, тривалості сезону вегетації та сезону цвітіння і плодоношення, співвідношенні в річному циклі розвитку тривалості сезону вегетації та сезону цвітіння і плодоношення.

2. Встановлена залежність тривалості сезону цвітіння та плодоношення від вікових та морфометричних характеристик у рослин I-II років цвітіння та відсутність залежності тривалості сезону вегетації всіх вікових груп фрайлей від цих факторів.

3. Вивчення впливу кліматичних факторів на фенологію представників роду вказало на значний вплив максимальних добових температур на початок та кінець сезону вегетації.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. школа, 1990. – 415 с.
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М. : Б.и., 1975. – 28 с.
3. Непеин А. Ю. Особенности репродуктивной фенологии представителей рода *Frailea* Britton & Rose (Cactaceae Juss.) в условиях культуры / А. Ю. Непеин // Интродукція рослин : міжнародний науковий журнал. – Київ : Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України : Академперіодика, 2011. – № 2. – С. 40–45.
4. Bustamante E. Effects of plant size and weather on the flowering phenology of the organ pipe cactus (*Stenocereus thurberi*) / E. Bustamante, A. Burquez // *Ann. Bot.* – 2008. – 102, № 6. – P. 10191030.
5. McIntosh M. E. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae) / M. E. McIntosh // *Plant Ecol.* – 2002. – 159. – P. 113.
6. McIntosh M. E. Plant size, breeding system, and limits to reproductive success in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae) / M. E. McIntosh. // *Plant Ecol.* – 2002. – 162. – P. 273288.
7. Metzinger D., Kiesling R. Notes on the diversity, biology, and taxonomy of *Frailea* (Cactaceae) / D. Metzinger, R. Kiesling // *Bradleya*. – 2006. – 24. – P. 115128.
8. Petit S. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curacao / S. Petit. // *Journal of Arid Environments*. – 2001. – 49. – P. 521531.

**Рецензенти:** Грабак Н. Х., д.с.-г.н., професор;  
Буюн Л. І., д.б.н, професор.

© Непеин А. Ю., 2012

*Дата надходження статті до редколегії 15.12.2012 р.*

**НЕПЕІН Андрій Юрійович** – провідний науковий співробітник наукового відділу Національного природного парку «Білобережжя Святослава», м. Очаків.

**Коло наукових інтересів:** біологія розвитку представників родини Cactaceae.