

was carried out within their natural boundaries. Treatment of fitosociological data was performed with the JUICE software package. The nomenclature of syntaxons was consistent with the International Code of Phytosociological Nomenclature (ICFN). The alliance *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 on the territory of NPP "Pyriatynsky" is represented by 4 associations *Nymphaeo albae–Nupharetum luteae* Nowinski 1927, *Nymphaeetum albae* Vollmar 1947, *Nymphaeetum candidae* Miljan 1958 and *Potamo natantis–Persicarietum natantis* Knapp et Stoffers 1962 nom. mutat. propos. This is first prodrome of alliance *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 for the territory of National Nature Park "Pyriatynsky". The communities of this syntaxon occupy small areas and have a limited distribution in the region. Most of them are rare and vulnerable to changes in environmental conditions. Monitoring of their structure, chorology, and dynamics is an important task to maintain and preserve the species and coenotic diversity of NPP "Pyriatynsky".

*Keywords:* aquatic vegetation, Potametea, syntaxonomy, NPP "Pyriatynsky", phytocenoses, *Nymphaeion albae*.

Надійшла 26.01.2022.

УДК 582.633:581.522

doi: 10.25128/2078-2357.22. 1-2.2

О. В. ПАНКОВА, О. А. МЕЛЬНИЧУК, Л. А. КУБІНСЬКА

Кременецький ботанічний сад  
вул. Ботанічна, 5, Кременець, Тернопільська область, 47003  
e-mail: pankovaolia88@gmail.com

## **ОНТОМОРФОГЕНЕЗ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *AMARANTHUS* L. В УМОВАХ КРЕМЕНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ**

У статті наведені підсумки спостережень за інтродукованими видами роду *Amaranthus* L. в умовах Кременецького ботанічного саду. Мета роботи – встановити особливості онтоморфогенезу рослин видів роду *Amaranthus* за інтродукції в Кременецькому ботанічному саду.

Подано результати дослідження онтогенетичного розвитку десяти колекційних зразків роду *Amaranthus*: *A. caudatus* L. cv. Karmin, *A. caudatus* L. cv. Zolotystyi, *A. caudatus* L. cv. Kremovi ranni, *A. caudatus* L. cv. Kharkyvskyi, *A. caudatus* L. cv. Rushnychok, *A. caudatus* L., *A. cruentus* L. cv. Bulavovydni, *A. hibridus* L. cv. Atlant, *A. paniculatus* L., *A. leucospermus* S.Wats. Подано загальний ботанічний опис видів роду, здійснено аналіз біометричних параметрів пагонів.

У життєвому циклі рослин видів роду *Amaranthus* відмічено наступні періоди розвитку: латентний, прегенеративний, генеративний, постгенеративний та такі вікові стани: насіння, проростки, ювенільний, імагурний, віргінільний, генеративний, відмираючий. Найдовше триває генеративний період, що розпочинається у II–III декаді липня і триває до I декади жовтня.

Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду видів роду *Amaranthus* в умовах Кременецького ботанічного саду становить 130–137 діб. Найкоротша фаза бутонізації – 13–22 діб. Найбільш тривалі вегетативна фаза 42–58 днів та фаза цвітіння 22–33 днів. Тривалість усіх фаз розвитку залежить від видових особливостей та погодних умов.

*Ключові слова:* види роду *Amaranthus* L., інтродукція, онтогенез, морфогенез, періоди, вікові стани.

Головним завданням людства є комплексний підхід у збереженні, вивченні та раціональному використанні природних ресурсів, у тому числі рослинних. Слід зазначити, що серед рослин природної флори чільне місце для людства займають види, які мають багатий біохімічний склад, вирізняються високою продуктивністю, стійкістю проти несприятливих умов середовища та іншими якостями та властивостями, корисними для людини, проте яких часто не вистачає культурним рослинам [7].

Ефективне і раціональне використання рослинних ресурсів – одна з найважливіших проблем сучасності. Шляхом впровадження нових рослин можна вирішити ряд проблем сільськогосподарського виробництва, однією з яких є дефіцит білка. До таких рослин відноситься щириця – «містичне зерно ацтеків», який протягом тисячоліть була годувальником стародавніх цивілізацій американського континенту [1, 9].

Одним із важливих напрямів сучасної науки є збереження біорізноманіття, у тому числі різноманіття рослинного світу, що відбувається за рахунок інтродукції. Серед інтродуцентів є види роду *Amaranthus* L., які перспективні для використання в багатьох галузях народного господарства. На сьогодні представники цього роду добре відомі в рослинництві, кормовиробництві, дедалі інтенсивніше поширюються як харчові, лікарські, технічні та декоративні рослини. Їх цінність полягає в продукуванні великої кількості біомаси, що характеризується високим вмістом протеїну, добре збалансованим за амінокислотним складом. Насіння цих рослин багате на білок та крохмаль, а також містить близько 9 % олії, що має в своєму складі сквален – біологічно активну речовину з регенеруючою та онкопротекторною дією.

Зважаючи на високий продуктивний потенціал рослин щириці та багатофункціональне значення сировини, виникає проблема у широкому провадженні культури у виробництво. Це викликає ряд питань, пов'язаних із дослідженням особливостей онтогенезу рослин.

Мета роботи – встановити особливості онтоморфогенезу рослин видів роду *Amaranthus* в умовах Кременецького ботанічного саду.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились на території Кременецького ботанічного саду, на колекційній ділянці кормових рослин, упродовж 2019–2021 років. Предмет дослідження – види та сорти роду *Amaranthus*, що представлені в колекції кормових культур Кременецького ботанічного саду.

Основний метод роботи – порівняльний морфологічний аналіз рослин, вирощених із насіння за площею живлення, у межах року за фазами розвитку відповідно до методичних вказівок І. П. Ігнатієвої [4]. Польові досліді проводили відповідно до методики Б. А. Доспехова (1985) [3]. Протягом вегетаційного періоду проводили облік, спостереження і дослідження шляхом фіксування послідовних фаз розвитку і росту з інтервалом 3–5 днів за працями «Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1975) [5] та «Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ» И. Н. Бейдеман (1974) [2]. Критеріями для встановлення вікового стану особин досліджуваних видів рослин слугував ряд ознак (наявність зародкових, ювенільних або зрілих структур, здатність особин до насінного відтворення та інтенсивність цього процесу, співвідношення процесів новоутворення та відмирання основних ознак біоморфи), обґрунтованих у роботах Т. О. Работнова [8].

### Результати досліджень та їх обговорення

У колекції кормових культур КБС налічується 10 колекційних зразків роду *Amaranthus*: *A. caudatus* cv. Karmin, *A. caudatus* cv. Zolotystyi, *A. caudatus* cv. Kremovyi ranni, *A. caudatus* cv. Kharkivskiy, *A. caudatus* cv. Rushnychok, *A. caudatus*, *A. cruentus* cv. Bulavovydni, *A. hybridus* cv. Atlant, *A. paniculatus*, *A. leucospermus*.

Рослини роду *Amaranthus* в умовах Кременецького ботанічного саду, залежно від виду, можуть мати висоту 1,4–2,3 м і масу 100–380 г. Корінь в шириць стрижневий, достатньо міцний. При цьому частка стрижневого кореня становить близько 50 % від загальної маси кореневої системи, 18–20 % – корені I порядку, 30–32 % – корені II порядку.

Стебла – прямі, товсті, при негустому стоянні – розгалужені, яскраво-червоні або зелені, неправильно закруглені. Розгалуженість залежно від виду може бути у верхній частині (*A. cruentus*), знизу до верху (*A. hybridus*), нерозгалуженість стебла характерна для *A. leucospermus*.

Висота рослин залежить від видових особливостей, варіює від 140 см (*A. leucospermus*) до 180 см (*A. caudatus* cv. Karmin).

Листки розміщені почергово, цільні, в основі видовжені в черешок. За формою листкових пластинок виділяється група видів із подібними ознаками: *A. paniculatus*, *A. leucospermus* та *A.*

*caudatus*. Залежно від формації визначені листкові пластинки ланцетної, широко-ланцетної і загострено-яйцеподібної форми. *A. caudatus* вирізняється ширшою листковою пластинкою. *A. cruentus* незалежно від формації має загострено-яйцеподібні листкові пластинки. Верхівкові листки у більшості видів – з виїмкою і невеликим загостренням. Залежно від виду довжина нижніх листків становить 24–33 см, ширина – 6–13 см, середніх листків – 15–24 см і 6–10 см, верхніх листків – 6–10 см і 2–6 см.

Найбільші біометричні параметрами листків характерні для *A. paniculatus*, найменші – для *A. caudatus*.

Квітки в щиріці дрібні, актиноморфні, із п'яти листочків із п'ятьма тичинками, двостатеві або одностатеві, однодомні або дводомні, зібрані у волоть. Довжина і кількість гілочок та їх кут нахилу відносно головної осі визначає форму суцвіття. Суцвіття – складна волоть (зелена, руда, червона, біла), різної щільності та інтенсивності забарвлення. Довжина волоті, залежно від виду, варіює в межах 32–57 см. Найвищі показники довжини волоті відзначені у *A. caudatus* cv. Karmin та *A. hybridus* cv. Atlant, 57 см та 52 см відповідно, найменші – у *A. leucospermus* – 32 см. Зміна форми і розмірів китиці відбувається за рахунок інтеркалярного розростання.

Онтогенез рослин щиріці, як і інших культур, протікає в повній залежності від умов довкілля. Рясне зволоження, багате азотне харчування, рівномірна температура та достатня інтенсивність світла сприяють тривалішому формуванню та наростанню маси рослини. Недостатня кількість вологи, різкі коливання температури, багате харчування фосфором і надмірно висока інсоляція прискорюють генеративний розвиток [6].

У ході онтогенезу рослини роду *Amaranthus* проходять різні вікові зміни, які характеризуються як структурними, так і біологічними особливостями. У життєвому циклі рослин видів роду *Amaranthus* відмічено наступні періоди розвитку: латентний, прегенеративний, генеративний, постгенеративний та такі вікові стани: насіння, проростки, ювенільний, іматурний, віргінільний, генеративний, відмираючий.

*Латентний період (se)* триває від дозрівання насіння до його проростання. Насіння – округле, дисковидне, блискуче або матове, борошністої та воскоподібної консистенції. Кольорова гама насіння видів роду *Amaranthus* включає як світле, так і темне забарвлення, і має декілька проміжних відтінків: чорне, коричневе різних відтінків, жовте, біле, рожеве. Поверхня насінини блискуча або матова. Пігменти локалізовані в зовнішньому шарі оболонки насіння.

Насіння дуже дрібне, середні розміри насінин становили 1–1,5 мм у діаметрі. Усі досліджувані види характеризуються майже однаковими морфометричними показниками насіння. Маса 1000 насінин коливається від 0,7 г в *A. hybridus* до 1,1 г в *A. paniculatus* і *A. caudatus*. Насіння щиріці має досить високі показники схожості упродовж 5 років зберігання.

*Прегенеративний період* характеризувався значним діапазоном тривалості (від 42 (*A. leucospermus*) до 58 (*A. hybridus*) діб), що залежало від видових особливостей. У прегенеративному періоді виділено вікові стани: проростки, ювенільні, іматурні і віргінільні. Перші етапи прегенеративного періоду – поява проростків та сходів. Поява *проростків (p)* – це період від моменту виходу зародка або його частини із оболонки насінини до появи перших справжніх листків. Сходи – період від появи першого листка до відмирання сім'ядолей. Сходи в амаранту дрібні, проростки з надземним проростанням, дві сім'ядолі виносяться вгору, зовнішня сторона темно-зелена, внутрішня – фіолетово-пурпурна. Форма сім'ядолей – овально-ланцетоподібна, їх довжина – 6–7 мм, ширина – 2–3 мм, гіпокотиль – рожево-фіолетового кольору. Поява сходів залежить від погодних умов, переважно від суми позитивних температур і вологості. Дослідження показали, що насіння щиріці починає проростати при умові наявності вологи в ґрунті і температури повітря не нижче +15°C. У лабораторних умовах спостерігали проростання насіння уже на 2–3 добу, а в польових – на 11–18 добу залежно від видових особливостей.

*Ювенільний віковий стан (j)* рослин щиріці специфічний, оскільки спостерігається прихований ріст. Через тиждень – два після проростання залежно від термінів посіву, сповільнюється зростання надземної частини (стебло заввишки 4,5–9,8 см залежно від виду рослин) та протягом 2–3 тижнів відбувається інтенсивний розвиток лише кореневої системи.

Саме в цей період необхідна ретельна прополка молодих рослин, інакше вони будуть заглушені бур'янами, що в свою чергу позначиться на продуктивності культури. Ювенільний період у амаранту залежно від виду і форми становить 14–20 днів.

Пройшовши успішно критичний період зростання і розвитку, настає *іматурний етап* (*im*), який характеризується наростанням головного стебла, початком бурхливого вегетативного росту.

На *віргінільному етапі* (*v*) разом із зростанням стебла починається утворення листових формацій (низової, середньої, верхової), рослини починали набувати рис дорослої особини. У віргінільному стані відмічали збільшення загального габітусу рослин, однак максимальний розвиток спостерігали у генеративний період, під час бутонізації та цвітіння.

*Генеративного період* (*g*) розпочинається з утворення волоті, початку бутонізації. У цей період чіткіше виявляються морфологічні відмінності листя різних формацій, різний характер розгалуження в різних видів і форм амаранту.

Початок генеративного періоду відмічено в другій-третьій декаді липня, а завершення – упродовж останньої декади вересня та першої декади жовтня. Тривалість генеративного періоду складала 68–80 діб, що становить 61–64 % від усього життєвого циклу рослин. Період формування суцвіть був нетривалим і складав 13–23 діб. Залежно від виду шириці, цвітіння може відбуватися з розривом у 25 днів. Розпускання квіток у межах суцвіття починається з верхівкового колоса і поступово розповсюджується вниз (базипетально). Інколи в межах волоті цвітіння може поширюватися від основи до верхівки (акропетально). Фаза цвітіння наступала через 55–81 днів від початку вегетації. Максимальна кількість квіток розкривається через 10–15 днів після початку цвітіння. Волоть цвіте 22–33 дні.

Середньовікові генеративні особини характеризуються інтенсивним розростанням волоті, утворенням більшої кількості точок відновлення генеративних пагонів та масовим цвітінням квіток.

Старий генеративний стан характеризується наливом та дозріванням насіння. Після відцвітання перших квіток у нижній частині волоті спостерігалось утворення насіння. Повна стиглість насіння настає в *A. leucospermus* через 6–7 днів, в *A. paniculatus* – через 7–8 днів, в *A. caudatus*, *A. cruentus*, *A. hybridus* – через 12–15 днів після закінчення цвітіння.

*Постгенеративний період* характеризується втратою здатності до плодоношення, супроводжується поступовим відмиранням частин рослини. При повному відмиранні рослин відмічали висипання насіння, яке потім дає самосів.

Тривалість вегетаційного періоду видів роду *Amaranthus* L. в умовах Кременецького ботанічного саду становить 130–137 діб. Найкоротша фаза бутонізації у *A. paniculatus* – 13 діб, найдовше утворює суцвіття *A. hybridus* cv. Atlant. Найбільш тривала вегетативна фаза у *A. hybridus* cv. Atlant – 58 днів та найтриваліша фаза цвітіння – 22 доби – у *A. caudatus* cv. Rushnychok, 33 доби – *A. hybridus* cv. Atlant.

При фенологічних спостереженнях відзначали дати настання найбільш значущих для рослин шириці фаз розвитку, розраховуючи тривалість відповідних міжфазних періодів. Вегетативна стадія розвитку: «посів – сходи (I фаза)», «початок розгалуження стебла – початок бутонізації (II фаза)»; репродуктивна стадія розвитку: «початок бутонізації – початок цвітіння (III фаза)», «початок цвітіння – формування насіння (IV фаза)», «початок дозрівання – біологічна стиглість насіння (V фаза)» (табл.).

Таблиця

Тривалість міжфазних періодів фенологічного розвитку видів роду *Amaranthus* в умовах Кременецького ботанічного саду

№	Вид, сорт	Тривалість міжфазних періодів, днів				
		Посів-сходи	Сходи-бутонізація	Бутонізація-цвітіння	Цвітіння-формування насіння	Початок дозрівання – біологічна стиглість насіння
1.	<i>A. caudatus</i> cv. Karmin	12	44	14	24	7
2.	<i>A. caudatus</i> cv. Zolotystyi	13	49	18	25	7

Продовження таблиці						
3.	<i>A. caudatus</i> cv. Kremovi ranni	13	49	15	23	7
4.	<i>A. caudatus</i> cv. Kharkivskiy	13	48	18	24	7
5.	<i>A. caudatus</i> cv. Rushnychok	13	49	16	22	7
6.	<i>A. caudatus</i>	14	50	22	24	9
7.	<i>A. cruentus</i> cv. Bulavovydni	14	53	21	28	15
8.	<i>A. hybridus</i> cv. Atlant	16	58	23	33	15
9.	<i>A. paniculatus</i>	11	42	13	25	10
10.	<i>A. leucospermus</i>	12	45	14	24	8

### Висновки

Отже, упродовж року види роду *Amaranthus*, при їх інтродукції у Кременецькому ботанічному саду, проходять повний цикл онтогенезу. За періодизацією онтогенетичного розвитку у досліджуваних рослин відмічено чотири вікові періоди розвитку: латентний, прегенеративний, генеративний, постгенеративний та такі вікові стани: насіння, проростки, ювенільний, імагурний, віргінійний, генеративний, відмираючий. Найдовше триває генеративний період, що розпочинається у II–III декаді липня і триває до I декади жовтня.

Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду видів роду *Amaranthus* в умовах Кременецького ботанічного саду становить 130–137 діб. Найкоротша фаза бутонізації – 13–22 доби. Найбільш тривала вегетативна фаза – 42–58 днів та фаза цвітіння – 22–33 дні. Тривалість усіх фаз розвитку залежала від видових особливостей та погодних умов.

1. Амарант – культура больших возможностей / И.П. Бреус, И.А. Чернов, Н.И. Газнова [и др.]. *Агрохимия*. 1992. № 7. С. 85–94.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 156 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агрпромиздат, 1985. 351 с.
4. Игнатова И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. Москва : Изд-во ТСХА, 1989. 61 с.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. Наука, 1987. 136 с.
6. Прокофьев А. Б., Чернов И. А. Особенности фенологии разных видов амаранта в онтогенезе. *Амарант: агроэкология, переработка, использование*. Казань. 1991. С. 11–12.
7. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: моногр. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.
8. Работнов Т. А. Методы определения возраста и длительности жизни травянистых растений. *Полевая геоботаника*. М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 249–278.
9. Червченко Г. М., Рахметов Д. Б., Гапоненко М. Б. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції та біотехнології. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 432 с.

### References

1. Amaranth – kultura bolshikh vozmozhnostei / I. P. Breus, I.A. Chernov, N.I. Gaznzova [i dr.]/ *Agrokhimiia*. 1992. No 7. S. 85–94. [in Russian]
2. Beideman I. N. Metodika izucheniia fenologii rastenii i rastitelnykh soobshchestv. Novosibirsk: Nauka, 1974. 156 s. [in Russian]
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia). M. : Agropromizdat, 1985. 351 s. [in Russian]
4. Ignatova I. P. Ontogeneticheskii morfogenez vegetativnykh organov travianistykh rastenii: Izd-vo TSKhA. Moskva, 1989. 61 s.[in Russian]
5. Metodika fenologicheskikh nabludeniia v botanicheskikh sadakh SSSR. Nauka, 1987. 136 s. [in Russian]

6. Prokofev A. B., Chernov I. A. Osobennosti fenologii raznykh vidov amaranta v ontogeneze. *Amarant: agroekologiya, pererabotka, ispolzovanie*. Kazan, 1991. S. 11–12. [in Russian]
7. Rakhmetov D. B. Teoretychni ta prykladni aspekty introduktsii roslyn v Ukraini: monohraf. K. : «Ahrar Media Hrup», 2011. 398 s. [in Ukrainian]
8. Rabotnov T. A. Metody opredeleniia vozrasta i dlitelnosti zhizni travianistykh rastenii/ *Polevaia geobotanika*. M.; L. : Izd-vo AN SSSR, 1960. T. 2. S. 249–278. [in Russian]
9. Cherevchenko H. M., Rakhmetov D. B., Haponenko M. B. Zberezhennia ta zbahachennia roslynnykh resursiv shliakhom introduktsii ta biotekhnolohii. K. : Fitosotsiotsentr, 2012. 432 s. [in Ukrainian]

*O. V. Pankova, O. A. Melnychuk, L. A. Kubinska*  
Kremenets botanical garden, Ukraine

#### ONTOMORPHOGENESIS OF PLANTS OF SPECIES OF THE GENUS *AMARANTHUS* L. IN THE CONDITIONS OF KREMENETS BOTANICAL GARDEN

One of the important areas of modern science is the conservation of biodiversity, including plant diversity, which occurs through the introduction. Among the introducers are species of the genus *Amaranthus* L., which are promising for use in many sectors of the economy. Species of the genus are well known in crop production, and fodder production, and are becoming more widespread as food, medicinal, and technical plants. Due to the high productive potential of sagebrush plants and the multifunctional value of raw materials, there is a problem in the widespread production of crops in production. This raises a number of questions related to the study of the features of plant ontogenesis.

The article presents the results of observations of introduced species of the genus *Amaranthus* L. in the Kremenets Botanical Garden. Purpose – to establish THE ontomorphogenesis peculiarities of *Amaranthus* plant species in conditions of introduction to the Kremenets Botanical Garden. The subject of the investigation is species of the genus *Amaranthus*. Investigations were conducted in 2019–2021 years on the introduction plot of the department of medicinal and new crops of Kremenets Botanical Garden. The developmental state was allocated according to descriptions of the methodology ontogenesis of T. A. Rabotnov.

Peculiarities of ontomorphogenesis of ten collection specimens of the genus *Amaranthus* are the following: *A. caudatus* L. cv. Carmine, *A. caudatus* L. cv. Zolotystyi, *A. caudatus* L. cv. Kremovi ranniy, *A. caudatus* L. cv. Kharkyivskiy, *A. caudatus* L. cv. Rushnychok, *A. caudatus* L., *A. cruentus* L. cv. Bulavovydniy, *A. hybridus* L. cv. Atlant, *A. paniculatus* L., *A. leucospermus* S.Wats. The general botanical description of species of the genus is given, and the analysis of the biometric parameters of the shoots is given. During the ontogenesis of plants of the genus, *Amaranthus* undergo different age changes, characterized by structural and biological features. A full cycle of ontogenesis takes one year. It was found that introduced plants of the genus *Amaranthus* species in conditions of culture have four age periods: latent, pregenerative, generative, postgenerative and developmental states: seeds, sprouts, juvenile, immature, virginal, generative, and dying. The generative period lasts the longest, beginning in the second or third decade of July and lasting until the first decade of October. It is established that the duration of the vegetation period of species of the genus *Amaranthus* in the Kremenets Botanical Garden is 130–137 days. The shortest phase of budding is 13–22 days. The longest vegetative phase is 42–58 days and the flowering phase is 22–33 days. The duration of all phases of development depends on species characteristics and weather conditions.

*Keywords: species of the genus Amaranthus L., introduction, ontogenesis, morphogenesis, periods, age condition.*

Надійшла 18.03.2022.