

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Природничий факультет
Кафедра біології та методики її викладання

Дипломна робота (проект)

магістра

з теми ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА РОЗМНОЖУВАННЯ *ADENIUM*
OBESUM В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

Виконав(ла): студент (ка) II курсу, групи В1-М19
Спеціальності Біологія 019

Гаврелюк Яна Русланівна

прізвище та ім'я і по батькові)

Керівник

Козак М.І. к.біол.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, учене звання)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, учене звання)

2020 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК	УМОВНИХ	3
СКОРОЧЕНЬ.....		
ВСТУП.....		4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА БІОМОРФОЛОГІЧНІ ТА АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУКУЛЕНТНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ <i>АРОСУНАСЕАЕ</i>.....		7
1.1. Загальні відомості щодо систематики родини <i>Аросунасеае</i>		7
1.2. Загальна характеристика родини <i>Аросунасеае</i>		18
1.3. Біологічні особливості сукулентних рослин родини <i>Аросунасеае</i>		28
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ		40
ДОСЛІДЖЕННЯ.....		
2.1. Загальна характеристика модельних об'єктів.....		40
2.2. Методи дослідження.....		43
2.3. Інструктаж з техніки безпеки.....		47
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА РОЗМНОЖЕННЯ <i>ADENIUM OBESUM</i> В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ НА ПОДІЛЛІ.....		50
3.1. Морфологічні особливості будови квіток <i>Adenium obesum</i>		50
3.2. Фенологія цвітіння <i>Adenium obesum</i> в умовах інтродукції.....		53
3.3. Особливості штучного перехресного запилення та плодоношення <i>Adenium obesum</i> в умовах інтродукції.....		59
ВИСНОВКИ.....		63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		66

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

кн	– квітконіжка
чк	– чашечка
чл	– чашолистки
туб	– трубка
вдг	– відгини
пл	– плодолистки
стп	– стовпчик
фрч	– фертильна частина приймочки
стч	– стерильна частина приймочки
плк	– пиляки
тчи	– тичинкова нитка
св	– списоподібні вирости
хп	– хвостоподібні придатки
мпл	– мікропіле
ншв	– насінних шов
хлз	– халаза
смд	– сім'ядолі
гкот	– гіпокотиль
зкр	– зародковий корінець
пл	– плюмула
екзт	– екзотеста
обш	– облітерований шар
есп	– ендосперм
лт	– летючка
олт	– основа летючки
вчс	– верхня частина стебла
вчсб	– верхня частина стебла багаторічна

вчсо	– верхня частина стебла однорічна
бчс	– базальна частина стебла
гк	– головний корінь
бк	– бічний корінець
дк	– додатковий корінець
смп	– сім'ядольний рубець
ювл	– ювенільні листки
імл	– іматурні листки
брв	– брунька відновлення
епд	– епідерма
епб	– епіблема
екд	– екзодерма
флм	– фелема
флг	– фелоген
флд	– фелодерма
пк	– паренхіма кори
енд	– ендодерма
фл	– флоема
іфл	– інтраксілярна флоема
лбв	– луб'яні волокна
кз	– камбіальна зона
кс	– ксилема
пкс	– паренхіма ксилеми
вл	– волокна лібриформу
свп	– судинно-волокнистий пучок
сцв	– серцевина
сп	– серцевинний промінь
мл	– молочники
дз	– друзи

Вступ

Актуальність теми. Серед великого різноманіття сукулентів (листяні, стеблові та ін.) наймаловивченішою групою є каудексоподібні рослини. Це поняття (ориг.: «caudiciform plants») було запропоноване Гордоном Роулі в 1948 р. як об'єднання рослин, у яких набуття сукулентних ознак зумовлено видозмінами базальної частини пагона [36-41]. До групи каудексоподібних рослин або каудексоподібних сукулентів відноситься декілька десятків таксонів з родин: *Asparagaceae* Juss., *Dioscoreaceae* R.Br., *Cucurbitaceae* Juss., *Euphorbiaceae* Juss., але найбільш широко ці рослини представлені в родині *Arocynaceae* Juss. [2, 3, 10, 15, 36, 39]. Більшість з них розповсюджені в аридних та семіаридних регіонах Африканського континенту, а також є рідкісними або ендемічними рослинами, що занесені до Червоного списку МСОП, Червоного списку Південної Африки та бази CITES [2, 6, 8, 11-13, 17, 20, 28, 29, 34, 35, 42, 44]. Представники цієї групи сукулентів є досить популярними декоративними рослинами, а також мають перспективне застосування в медицині та фармакології як джерела корисних вторинних метаболітів [2, 14, 45, 46].

За висновками дослідників сукулентів відомо, що каудексоподібні рослини – поняття дискусійне і не збігається з типовими рослинами, що в процесі онтогенезу утворюють каудекс [1, 4, 5, 7]. При цьому наголошується, що недостатня кількість анатомо-морфологічних досліджень каудексоподібних рослин в процесі їхнього розвитку не дає можливості критично оцінити та визначити їхній біоморфологічний статус [16, 18, 19, 26].

Це призвело до того, що при характеристиці сукулентних рослин, які мають видозмінену базальну частину стебла, вживається низка таких термінів як: «бульба», «гротескно розширена основа», «каудекс», які базуються на описових морфологічних дослідженнях рослин різного віку та походження. Тому на нинішній момент недостатньо відомо на якому етапі онтогенезу, які саме тканини та частини рослин підлягають сукулентизації з подальшим формуванням характерних видозмін.

В родині *Arosunaseae* каудексоподібні сукуленти представлені недостатньо вивченими таксонами, що представлені в колекціях ботанічних садів в обмеженій кількості [1, 3, 23]. Однією з головних причин цього є складність їхнього генеративного розмноження в умовах інтродукції, що зумовлено складною будовою ентомофільних квіток – характерною ознакою родини *Arosunaseae* та відсутністю асоційованих природних запилювачів [2, 3, 6, 9]. Тому пошуки шляхів штучного генеративного розмноження в умовах інтродукції, а також анатомоморфологічні дослідження каудексоподібних представників родини *Arosunaseae* є актуальними та будуть сприяти розширенню уявлення щодо особливостей їхньої біології та еволюції.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – з’ясування вирощування та репродукції каудексоподібних представників родини *Arosunaseae*, а також формування та локалізації сукулентних видозмін у процесі онтогенезу.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- дослідити фенологічні та морфологічні особливості цвітіння модельних об’єктів досліджуваних рослин для виявлення оптимальних способів генеративного розмноження в умовах інтродукції;

- виявити анатомо-морфологічні особливості насінин каудексоподібних рослин родини *Arosunaseae*;

Об’єкт дослідження – стратегія структурних пристосувань каудексоподібних рослин родини *Arosunaseae*.

Предмет дослідження – особливості вирощування та репродукції *Adenium obesum* в умовах Поділля.

Методи дослідження: фенологічні, анатомо-морфологічні з використанням світлової мікроскопії, порівняльні, статистичні.

Особистий внесок. Робота є самостійним завершеним дослідженням автора. Здобувач особисто здійснив інформаційний пошук, вибрав модельні об’єкти, провів статистичний аналіз отриманих даних. Аналіз отриманого матеріалу та написання тексту роботи виконано автором самостійно.

Формулювання завдань досліджень та наукових висновків було здійснено у результаті критичного аналізу та обговорення даних із науковим керівником.

Структура та обсяг роботи. Робота містить вступ, перелік умовних скорочень до рисунків, трьох розділів основної частини з відповідними списками використаної літератури, висновки та додатки. Повний обсяг роботи становить 73 сторінок, з яких основного змісту – 65 сторінок. Робота проілюстрована 7 таблицями, а також 24 рисунками, зроблених автором.

ВИСНОВКИ

Узагальнюючи аналіз доступних літературних даних можна стверджувати, що родина *Arosynaseae* характеризується широким пантропічним ареалом та різноманітними життєвими формами. Систематика цієї родини характеризується своєю неоднозначністю та досить давньою історією.

Пристосування до життя в різноманітних умовах призвели до формування характерних цій родині анатомо-морфологічних особливостей: складна спеціалізація органів розмноження (утворення складної приймочки, видозміни пиляків у вигляді полін, трансляторів, хвостоподібних придатків та утворення анемохорних пристосувань у насінин); формування інтраксілярної флоєми, яка може мати різне походження; наявність видільних тканин у вигляді молочників, що призводить до накопичення різноманітних метаболітів у різних частинах рослин.

Сукуленти в родині *Arosynaseae* відзначаються різноманітними життєвими формами: листові, стеблові трав'яні, пахікаульні та каудексоподібні, що зумовлено своєрідними видозмінами різних частин цих рослин. Серед обмеженої кількості доступних даних щодо біологічних особливостей сукулентних представників родини *Arosynaseae* наймаловивченішою групою є саме каудексоподібні рослини. У зв'язку з останніми дослідженнями еволюції сукулентів було встановлено, що саме каудексоподібні рослини є важливою початковою ланкою у формуванні сукулентних ознак у мезофітів, але недостатня кількість досліджених таксонів, інформації щодо їхнього онтогенезу та анатомоморфологічних особливостей не дає змоги підтвердити більшість припущень. Крім того, недостатня кількість цих рослин в умовах інтродукції, складність будови квіток у зв'язку з ентомофільністю, ускладнює процес їхнього запилення та відтворення для подальших досліджень. Тому розробка дієвих способів репродукції каудексоподібних сукулентних рослин в умовах культури є актуальною на

нинішній момент. Проведення анатомо-морфологічних досліджень каудексоподібних рослин різних таксонів на різних, особливо ранніх, стадіях онтогенезу, представляє науковий інтерес для визначення основних напрямків та стратегій розвитку сукулентних особливостей у різних рослин у рамках загальних досліджень еволюції сукулентів.

Було помічено, що характерною особливістю розвитку квіток у представників *A. obesum* є їхній активний ріст у довжину, що набагато випереджає приріст діаметру, а також розвиток тих її частин, що безпосередньо впливають на ентомофільність. Активним приростом серед окремих органів стерильної частини квіток відзначається трубка віночка та її відгини, які протягом розвитку збільшуються майже у 25 разів. Також слід відзначити активний розвиток квітконіжок, які збільшуються приблизно в 17 разів. Серед фертильної частини квіток помітніше розвивається стовпчик, хвостоподібні придатки та списоподібні вирости тичинок. У першому випадку довжина збільшується майже у 18 разів, другому та третьому – в 160 та 36 разів відповідно. Менш інтенсивно розвиваються пиляки, що збільшуються майже удвічі, а також приймочка, частини якої розвиваються досить рівномірно, оскільки стерильна та фертильна її частини збільшуються приблизно в чотири рази. Слід звернути увагу на те, що найвища інтенсивність розвитку у більшості органів квіток спостерігається на початку (між 1 та 3 добою) та майже перед розкриттям квіток (18-21 доба).

Попри те, що життя квіток *A. obesum* в умовах інтродукції складає від 5 до 6 діб, можливість запилення окремої квітки може відбутися тільки в перші дві доби її життя. Це зумовлено тим, що відділення стовпчика маточки від плодолистиків призводить до унеможливлення проходження подвійного запліднення. При цьому висока фертильність пилку спостерігається протягом 3-4 діб цвітіння.

Запропонована методика штучного перехресного запилення в умовах інтродукції на прикладі *A. obesum* є досить простою, дієвою та результативною. Її використання полегшує отримання життєздатного насіння у представників *A.*

obesum в умовах інтродукції. Вона може використовуватися для штучного запилення й інших таксонів роду *Adenium*, а також як модель для штучного генеративного розмноження раритетних видів з подібними морфологічними особливостями квіток.

Встановлено, що розвиток плодів *A. obesum* триває протягом 58-62 діб. Вони мають типову для родини *Arosynaceae* морфологічну будову. Було виявлено, що при штучному перехресному запиленні в умовах інтродукції отримані плоди мають майже втричі більшу довжину та вдвічі більший діаметр у порівнянні з природними представниками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авекін Я. В. Анатомо-морфологічні особливості десятиденного проросту *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult. / Я. В. Авекін, М. М. Гайдаржи // Від молекули до біосфери: матеріали XI Міжнародної конференції молодих науковців (29 листопада-2 грудня 2016 р.). – Харків, 2016. – С. 112-113.
2. Авекін Я. В. Анатомо-морфологічні особливості вегетативних органів сукулентних представників родини *Arosynaceae* на прегенеративному етапі розвитку / Я. В. Авекін, М. М. Гайдаржи // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (26-28 квітня 2017р.). – Запоріжжя, 2017. – С. 15-17.
3. Авекін Я. В. *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult. (*Arosynaceae*): розвиток вегетативних органів на ранніх етапах онтогенезу / Я. В. Авекін, М. М. Гайдаржи // Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 7 (2). – P. 173-183. doi: 10.15421/2017_34
4. Авекін Я. В. Особливості розвитку *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult. (*Arosynaceae*) на перших етапах онтогенезу / Я. В. Авекін // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття.
5. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь. Учебное пособие. / [П. Ю. Жмылев, Ю. Е. Алексеев, Е. А. Карпухина, С. А. Баландин и др.]. – 2-е. изд., испр. и доп. – М. : 2005. – 256 с.
6. Гайдаржи М. М. Сукулентність в рослинному світі / М. М. Гайдаржи // Наукові записки національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. – 2004. – 3-4 (24). – С. 111-117.
7. Гайдаржи М. Н. Происхождение, фитоценотические стратегии и жизненные формы суккулентных растений в связи с использованием в цветоводстве / М. Н. Гайдаржи // Биологический вестник, 2006. – Т.10, N. 1. – С. 28-30.
8. Гайдаржи М. М. Каудексні сукулентні рослини в колекції Ботанічного саду /

- М.М. Гайдаржи [та ін.] // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2015.
- Вип. 1 (33). – С. 11-14.
9. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин / С. М. Зиман, С. Л. Мосякін, О. В. Булах, О. М. Царенко. – Ужгород: Медіум, 2004. – 156 с.
10. Мизгирёва О. Ф. Мандрагора туркменская (*Mandragora turcomanica* Mizgir), её биология и возможность внедрения в культуру / О. Ф. Мизгирёва // Диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук. – Ашхабад: Всесоюзный институт растениеводства, Туркменская опытная станция, 1946. – 63 с.
11. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И. Г. Серебряков. – М. : Высшая школа, 1962. – 378 с.
12. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений / И. Г. Серебряков. – М. : Высшая школа, 1952. – 391 с.
13. Серебряная Ф. К. Морфолого-анатомическое исследование Оносмы кавказской (*Onosma caucasicum* Levin. ex m. pop.) Семейства бурачниковые (*Boraginaceae* Juss.) / Ф. К. Серебряная // Фармация и фармакология. – 2014. – № 1. – С. 35-41.
14. Словарь ботанических терминов / Под общ. ред. И. А. Дудки. – К. : Наук. думка, 1984. – 308 с.
15. Тахтаджян А. Л. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных / А. Л. Тахтаджян. – М., Л. : Наука, 1964. – 236 с.
16. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов / А. Л. Тахтаджян. – Л. : Наука, 1987. – 439 с.

17. Федоров Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко / Под общ. ред. П. А. Баранова. – М., Л. : Изд-во АН СССР, 1962. – 349 с.
18. Цвелев Н. Н. Жизнь растений. Семейство *Аросунасеае*. Семейство *Asclepiadaceae* / Н. Н. Цвелев / Под общ. ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1981. – Т. 5 (2). – 512 с.
19. Albers F. Illustrated handbook of Succulent plants: *Asclepiadaceae* / F. Albers, U. Meve. – Berlin: Springer, 2004. – 321 p.
20. Aviekin Y. Features of forming caudex of *Adenium obesum* representatives on pregenerative stage of ontogenesis / Y. Aviekin // «Save Plants for Earth's Future»:
materials of 8th Planta Europa conference (may 22-26, 2017). – Kyiv, 2017. – P. 48.
21. Ávila-Lovera E. Stem-succulent trees from the Old and NewWorld tropics / E. ÁvilaLovera, E. Ezcurra // Tropic. tree physiology. – 2016. – Vol. 6. – P. 45-65.
22. Bayer M. B. Notes on species of the genera *Fockea* and *Raphionacme* / M. B. Bayer // Excelsa. – 1976. – Vol. 6 (61). – P. 87-91.
23. Bell A. D. Plant form: an illustrated guide of flowering plants morphology / A. D. Bell. – Oxford, New York, Tokyo: Oxford university press, 1991. – 340 p.
24. Bhandari M. Anatomical, physico-chemical, and phytochemical investigations of *Ceropegia bulbosa* var. *lushii* / M. Bhandari, An. Bhandari, Aa. Bhandari // Ind. J. of Nat. Prod. and Res. – 2016. – Vol. 7 (4). – P. 314-322.
25. Carlquist S. A theory of paedomorphosis in dicotyledonous woods / S. Carlquist // Phytomorphology. – 1962. – Vol. 12. – P. 30-45.
26. Carlquist S. Ecological strategies of xylem evolution / S. Carlquist. – Berkeley: University of California Press, 1975. – 259 p.
27. Carlquist S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach / S. Carlquist // Amer. J. of Bot. – 1977. – Vol. 64. – P. 887-896.

28. Carlquist S. Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution / S. Carlquist // *Aliso*. – 1980. – Vol. 9. – P. 499-553.
29. Carlquist S. Vessel grouping in dicotyledon woods: significance and relationship to imperforate tracheary elements / S. Carlquist // *Aliso*. 1984. – Vol. 10. – P. 505-525.
30. Chapotin S. M. A biomechanical perspective on the role of large stem volume and high water content in Baobab trees (*Adansonia* sp.; *Bombacaceae*) / S. M. Chapotin, J. H. Razanameharizaka, N. M. Holbrook // *Amer. J. Bot.* – 2006. – Vol. 93. – P. 1251-1264.
31. Egli U. Illustrated handbook of succulent plants: Dicotyledons / U. Egli. – Berlin: Springer, 2002. – 547 p.
32. Egli U. Living under temporarily arid conditions – succulence as an adaptive strategy / U. Egli, R. Nyffeler // *Bradleya* – 2009. – Vol. 27. – P. 13-36.
33. El-Kashef D. F. Morphological and anatomical studies of the stem of *Pachypodium lamerei* Drake, family *Apocynaceae*, cultivated in Egypt / A. N. E. Hamed, H. E. Khalil, M. S. Kamel // *J. of Pharm. and Phytochem.* – 2015 a. – Vol. 3 (5). – P. 25-
34. El-Kashef D. F. Botanical studies of the leaf of *Pachypodium lamerei* Drake, family *Apocynaceae*, cultivated in Egypt. / A. N. E. Hamed, H. E. Khalil, M. S. Kamel // *J. of Pharm. and Phytochem.* – 2015 b. – Vol. 3 (5). – P. 40-45.
35. Fenner M. Some measurements on the water-relations of baobab trees / M. Fenner // *Biotrop*. – 1980. – Vol. 12. – P. 205-209.
36. Fisher J. B. Wound healing by exposed secondary xylem in *Adansonia* (*Bombacaceae*) / J. B. Fisher // *IAWA Bull.* – 1981. – Vol. 2 (4). – P. 193-199.
37. Gibson A. C. The anatomy of succulence / [A. C. Gibson, I. P. Ting, M. Gibbs, et al.] // *Americ. soc. of plant physiolog.* – 1982. – P. 1-17.
38. Gibson A. C. Structure-function relations of warm desert plants / A. C. Gibson. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 215 p.

39. Hearn D. J. *Adenia (Passifloraceae)* and its adaptive radiation: phylogeny and growth form diversification / D. J. Hearn // *Syst. Bot.* – 2006. – Vol. 31. – P. 805-821.
40. Hearn D. J. Descriptive anatomy and evolutionary patterns of anatomical diversification in *Adenia (Passifloraceae)* / D. J. Hearn // *A Jour. of Syst. and Evol. Bot.* – 2009. – Vol. 27, (1). – P. 13-38.
41. Hearn D. J. Developmental patterns in anatomy are shared among separate evolutionary origins of stem succulent and storage root bearing growth habits in *Adenia (Passifloraceae)* / D. J. Hearn // *Am. J. Bot.* – 2009b. – Vol. 96. – P. 1941-1956.
42. Hearn D. J. Dissection of evolutionary networks to assess their role in the evolution of robustness, function, and diversification / D. J. Hearn // *Evolution.* – 2013. – Vol. 67. – P. 2273-2283.
43. Hearn D. J. The evolution of growth forms with expanded root and shoot parenchymatous storage is correlated across the eudicots / D. J. Hearn, R. Spicer // *Int. J. of Plant Sci.* – 2013. – Vol. 174 (7). – P. 1049-1061. doi: 10.1086/671745.
44. Henrickson J. Anatomy of periderm and cortex of *Fouquieriaceae* / J. Henrickson // *Aliso.* – 1969. – Vol. 7. – P. 97-126.
45. Hickey M. The Cambridge illustrated glossary of botanical terms / M. Hickey, C. King. – 1-th edition. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000 – 222 p.
46. Humphrey R. R. A study of *Idria columnaris* and *Fouquieria splendens* / R.R. Humphrey // *Amer. J. Bot.* – 1935. – Vol. 22. – P. 184-207.
47. Ihlenfeldt H. -D. Lebensformen und überlebens strategien bei sukkulenten / H. -D. Ihlenfeldt // *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 1985. – Vol. 98. – P. 409-423.
48. Kaul R. B. The role of the multiple epidermis in foliar succulence of *Peperomia (Piperaceae)* / R. B. Kaul // *Bot. Gaz.* – 1977. – Vol. 138. – 213-218.
49. Mabberley D. J. The plant book. A portable dictionary of the vascular plants / D. J.

- Mabberley. – 2nd edn. – Cambridge: Cambridge University Press, 1997. – 858 p.
50. Mauseth J. D. Cortical bundles in the persistent, photosynthetic stems of cacti / J. D. Mauseth, M. Sajeva // *Ann. Bot.* – 1992. – Vol. 70. – P. 317-324.
51. Mauseth J. D. Water-storing and cavitation-preventing adaptations in wood of cacti / J. D. Mauseth // *Ann. Bot.* – 1993. – Vol. 72. – P. 81-89.
52. Mauseth J. D. Collapsible water-storage cells in cacti / J. D. Mauseth // *Bull. Torrey Bot. Club.* – 1995. – Vol. 122. – P. 145-151.
53. Mauseth J. D. Evolution of extreme xeromorphic characters in wood: a study of nine evolutionary lines in *Cactaceae* / J. D. Mauseth, B. J. Plemons-Rodriguez // *Amer. J. Bot.* – 1998. – Vol. 85. – P. 209-218.
54. Mauseth J. D. Theoretical aspects of surface-to-volume ratios and water-storage capacities of succulent shoots / J. D. Mauseth // *Amer. J. Bot.* – 2000. – Vol. 88. – P. 1107-1115.
55. Mauseth J. D. Root wood differs strongly from shoot wood within individual plants of many *Cactaceae* / J. D. Mauseth, M. E. Stone-palmquist // *Int. J. Pl. Sci.* – 2001. – Vol. 162. – P. 767-776.
56. Mauseth J. D. The structure of photosynthetic succulent stems in plants other than cacti / J. D. Mauseth // *Int. J. Pl. Sci.* – 2004. – Vol. 165. – P. 1-9.
57. Mauseth J. D. Structure-function relationships in highly modified shoots of *Cactaceae* / J. D. Mauseth // *Ann. Bot.* – 2006. – Vol. 98. – P. 901-926.
58. Metcalfe C. R. *Anatomy of the dicotyledons* / C. R. Metcalfe, L. Chalk. – Oxford: Clarendon Press, 1957. – Vol. 1. – 806 p.
59. Metcalfe C. R. *Anatomy of the dicotyledons* / C. R. Metcalfe, L. Chalk. – 2-th edition. – Oxford: Clarendon Press, 1983. – Vol. 2. – 276 p.
60. Meve U. Generic delimitations in tuberous *Periplocoideae* (*Apocynaceae*) from Africa and Madagascar / U. Meve, S. Liede // *Annals of Botany.* – 2004 a. – Vol. 93. – P. 407-414. doi: 10.1093/aob/mch057.

61. Newton L. E. Comments on the caudiciform cult / L. E. Newton // Nation. Cact. Succ.
J. – 1974 a. – Vol. 29. – P. 14-17.
62. Newton L. E. Is the Baobab tree succulent? / L. E. Newton // Nation. Cact. Succ.
J. Gr. Brit. – 1974 b. – Vol. 36. – P. 57-58.
63. Ogburn R. M. The ecological water-use strategies of succulent plants / R. M. Ogburn, E. J. Edwards // Adv. in Bot. Res. – 2010. – Vol. 55. – P. 179-225. doi: 10.1016/B9780-12-380868-4.00004-1.
64. Olson M. E. Stem and leaf anatomy of the arborescent *Cucurbitaceae* *Dendrosicyos socotrana* with comments on the evolution of pachycauls from lianas / M. E. Olson // Pl. Syst. Evol. – 2003. – Vol. 239. – P. 199-214.
65. Olson M. E. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (*Moringaceae*) / M. E. Olson, S. Carlquist // Bot. J. Linn. Soc. – 2001. – Vol. 135. – P. 315-348.
66. Pate J. S. Plants with fleshy underground storage organs – a Western Australian survey. The biology of Australian plants / J. S. Pate, K. W. Dixon. Under the general editorship J. S. Pate & A. J. McComb (eds.). – Nedlands: University of Western Australia Press, 1981. – P. 181-215.
67. Pate J. S. Tuberos, cormous and bulbous plants. Biology of an adaptive strategy in Western Australia / J. S. Pate, K. W. Dixon. – Nedlands: University of Western Australia Press, 1982. – 268 p.
68. Rauh W. Die grossartige welt der sukkulenten / W. Rauh. – Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1979 – 183 p.
69. Rowley G. D. Caudiciform succulents / G. D. Rowley // Nation. Cact. Succ. J. – 1948. – Vol. 3. – P. 102-103.
70. Rowley G. D. Name that succulent. Keys to the families and genera of succulent plants in cultivation / G. D. Rowley. – Cheltenham: Stanley Thornes Ltd., 1980. – 268 p.

71. Rowley G. Caudiciform and pachycaul succulents: Pachycauls, Bottle-, Barrel- and Elephant-trees and their kin: a collector's miscellany / G. Rowley. – U.S.A: Strawberry Press, 1987. – 282 p.
72. Rowley G. D. A history of succulent plants / G. D. Rowley. – Mill Valley: Strawberry Press, 1997. – 409 p.
73. Rowley G. *Pachypodium & Adenium* / G. Rowley // Cactus File. – 1999. – Vol. 5. – 179 p.
74. Solereder H. Systematic anatomy of the dicotyledons: a handbook for laboratories of pure and applied botany / H. Solereder. – Oxford: Clarendon press, 1908. – Vol. 2. – 1183 p.
75. Srivastava G. S. Schizocotyly and polycotyly in *Adansonia digitata* / G. S. Srivastava // Linn. Sci. Cult. – 1959. – Vol. 25. – 218-219.
76. Swartz D. Collegiate dictionary of botany / D. Swartz.– New York: Ronald Press Company, 1971. – 520 p.
77. Venter H. J. T. The genus *Petopentia* (*Periplocaceae*) / [H. J. T. Venter, et al.] // South Afr. J. Bot. – 1990. – Vol. 56 (3). – 393-398, ill.
78. Venter H. Diversity and relationships within the *Periplocoideae* (*Apocynaceae*) / H. Venter, R. Verhoeven // Ann. of the Miss. Bot. Garden. – 2001. – Vol. 88 (4). – P. 550-568.
79. West J. What is a succulent? / J. West // Cact. Succ. J. (U.S.). – 1931. – Vol. 3. – P. 71-72.
80. Wickens G. E. Ecophysiology of economic plants in arid and semi-arid lands. – Berlin: Springer, 1998. – 343 p.
81. Wickens G. E. The Baobabs: pachycauls of Africa, Madagascar and Australia / G. E. Wickens, P. Lowe. – Luxembourg: Springer Science, Business Media B. V, 2008. – 534 p.
82. Willert D. J. Desert succulents and their life strategies / [D. J. Willert, B. M. Von Eller, M. J. A. Werger, E. Brinckmann] // Vegetatio – 1990. – Vol. 90. – P.133-144.

83. Willert D. J. Life strategies of succulents in deserts. With special reference to the Namib desert / [D. J. Willert, B. M. Von Eller, M. J. A. Werger, E. Brinckmann, H. D. Ihlenfeldt]. – Cambridge: Cambridge University Press, 1992. – 368 p.
84. Wyka T. Water tissues of succulents. Part 1 / T. Wyka // *Kaktusy i Inne*. – 2008. – Vol. 5(1). – P. 4-11.
85. Zimmermann M. H. Xylem structure and the ascent of sap / M. H. Zimmermann. – Berlin: Springer-Verlag, 1983. – 250 p.