

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МАЛЯРЕНКО ВАЛЕНТИНА МИХАЙЛІВНА



УДК 582.661.56:581.522.5:582.1+581.165.7

**АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНА БУДОВА
ФАСЦІЙОВАНИХ ФОРМ РОСЛИН РОДИНИ *САСТАСЕАЕ* A.L. JUSS.
ТА ЇХ ІНІЦІАЦІЯ *IN VITRO***

03.00.05 – ботаніка

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі біології рослин ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України

Науковий керівник: доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник
Гайдаржи Марина Миколаївна,
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка МОН України,
провідний науковий співробітник
ННЦ «Інститут біології та медицини»

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник
Іванніков Роман Вікторович,
Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАНУ
провідний науковий співробітник
відділу тропічних і субтропічних рослин

кандидат біологічних наук
Пороннік Оксана Олександрівна,
Інститут молекулярної біології
і генетики НАН України,
старший науковий співробітник
відділу генетики клітинних популяцій

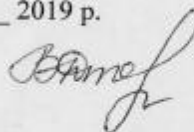
Захист відбудеться «19» березня 2019 року о 16 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.14 Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 03127, м. Київ, пр-т академіка Глушкова, 2, ННЦ «Інститут біології та медицини», ауд. 434.

Поштова адреса: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 64/13.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці імені М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: м. Київ, вул. Володимирська, 58

Автореферат розісланий «__» _____ 2019 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради



В.В. Джаган

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із типів аномального росту в рослин є фасціація (від лат. *fascia* – стрічка) – явище характерне для вегетативних та генеративних органів рослин, що проявляється у різкій зміні форми та структури їх осьових органів [Николаева, 2006]. Також фасційовані форми рослин характеризуються деформацією стебел, виникненням додаткових точок росту, порушенням ритму поділу клітин [Gorter, 1965].

Явище фасціації притаманне для рослин будь-яких життєвих форм, але найчастіше спостерігається у трав'янистих рослин, поширене в різних географічних районах світу [Чуб, Синюшин, 2012]. Фасційовані форми притаманні видам рослин з 107 родин і найбільш поширені в родинях *Rosaceae* A. L. Juss., *Ranunculaceae* A. L. Juss., *Liliaceae* A. L. Juss., *Euphorbiaceae* A. L. Juss., *Crassulaceae* DC., *Onagraceae* A. L. Juss., *Asteraceae* Bercht. & J. Presl, *Cactaceae* A. L. Juss. [Gorter, 1965; Binggeli, 1990].

Сукулентним рослинам притаманні дві форми фасціації: кристатна та монстрозна. У кристатних форм (лат. *crista* – гребінь) стебла, що розвиваються, стають широкими та плоскими, а при подальшому рості хвилястими [Gorter, 1965]. До монстрозних (лат. *monstrum* – чудовисько) відносяться екземпляри, у яких на тілі хаотично з'являються нові точки росту, що перетворюються на нові пагони, які ростуть найчастіше паралельно до основного стебла [Backeberg, 1960].

Кристатні та монстрозні форми рослини ціняться за їхні декоративні характеристики. Рослини з видозміненими формами росту є комерційно важливими видами, і поповнення асортименту стебло-декоративних та декоративно-листяних рослин залишається актуальною проблемою, особливо за рахунок залучення рослин з аномальним типом росту (Krusmann, 1995; Van Gelderen, Van Hoey Smith, 1997; Myeong II-Jeong et al., 2006).

Особливо популярними, а тому – комерційно і колекційно цінними, є фасційовані форми сукулентних рослин. Такі форми виявлені у 93 видів сукулентних рослин з родин *Cactaceae*, *Crassulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Aporocynaceae* A. L. Juss. [Backeberg, 1958, 1959; Egli, 2002]. У родині *Cactaceae* виявлено найбільшу кількість рослин з аномальною формою росту, однак інформація про особливості їхньої будови, розвитку, причини виникнення фасціацій та можливість ініціювання фасціацій штучним шляхом представлена фрагментарно (El-Banna et al., 2013; Bourque, 1998; Snyder, 1966; Parafotiou et al., 2001).

У колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна налічується 17 видів рослин з 14 родів, яким притаманна кристатна (гребінчаста) або монстрозна форма. Понад 500 представників родини *Cactaceae* цієї

колекції, у тому числі і ті, які мають фасційовані форми, є рідкісними та знаходяться під загрозою зникнення і включені до Червоного списку IUCN та Конвенції CITES (Нікітіна та ін., 2013; the IUCN Red List of Threatened Species, 2017, <http://www.iucnredlist.org/>). За умов культивування в оранжереях ботанічного саду фасційовані форми видів родини *Cactaceae* не цвітуть, кристатні форми вирощують на підщеплах і розмножуються лише вегетативно. Монстрозні форми вирощують, як правило, на власних коренях, але їх ріст повільний, тому застосування методів мікроклонального розмноження рослин надає можливість прискорити відтворення фасційованих видів рослин, а також ініціювати утворення фасційованих форм з інтактних рослин зі звичайною формою росту.

Тому, за умов культивування *ex situ*, є актуальним дослідження анатомо-морфологічної будови рослин родини *Cactaceae* зі звичайними і фасційованими пагонами, а також ініціювання фасціаційованих форм за умов *in vitro*.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана (у період з 2012-2017 рр.) відповідно до науково-дослідної тематики НДЛ «Інтродукованого та природного фіторізноманіття» ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка: «Збереження, інтродукція, репродукція рідкісних та зникаючих рослин і моніторинг біологічного різноманіття модельних екосистем природно-заповідних територій» (2016-2017, № державної реєстрації 0116 U00 2640), «Моніторинг, охорона та корекція природних, трансформованих і модельних екосистем природно-заповідних територій та інтродукційні заходи з метою збереження біорізноманіття та підвищення їх стійкості до змін довкілля» (2014-2015, № державної реєстрації 0114 U00 3470) та особистого плану дисертанта.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було з'ясувати і порівняти особливості будови фасційованих стебел зі стеблами звичайної форми видів родини *Cactaceae* колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна та ініціювати фасціацію пагонів за умов *in vitro*. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- дослідити і порівняти анатомо-морфологічну будову стебел фасційованих і звичайних форм;
- перевірити пагони фасційованих і звичайних рослин родини *Cactaceae* (прищеп, підщеп та інтактних рослин) на вірусосойство для перевірки гіпотези вірусного походження фасційованих форм;
- ввести рослини видів родини *Cactaceae* в культуру *in vitro* та ініціювати різні типи морфогенезу;
- оптимізувати фітогормональний склад живильних середовищ для ініціації фасціацій у регенерантів рослин родини *Cactaceae*.

Об'єкт дослідження: насінини та рослини видів родини *Cactaceae* із звичайною та фасційованою формами стебел.

Предмет дослідження: анатомо-морфологічна будова звичайних і фасційованих стебел видів *Mammillaria elongata* DC. та *Cereus peruvianus* (L.) Mill. Здатність ініціювати фасційовані форми регенерантів зі стеблових експлантів представників родини *Cactaceae* за різних поєднань концентрацій регуляторів росту у живильному середовищі.

Методи дослідження – анатомо-морфологічний, метод біотестування, виготовлення препаратів для трансмісійної електронної мікроскопії, методи культури рослинних тканин і статистичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше досліджено морфолого-анатомічну будову фасційованих стебел *M. elongata*, *C. peruvianus* родини *Cactaceae* та, на основі анатомо-морфологічних ознак, виявлено особливості їхньої будови, непритаманні стеблам звичайної форми. Виявлено, що анатомо-морфологічна будова звичайних і фасційованих стебел *M. elongata* і *C. peruvianus* суттєво відрізняється за сімома показниками. Встановлено асоційованість фасційованих видів *M. elongata*, *Echinopsis sp.*, *Chamaecereus silvestrii* (Speg.) BR. з вірусами родів *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus*, *Tritimovirus*.

Вперше ініційовано вторинну регенерацію гребінчастої форми пагонів *Parodia comosa* Ritt., *M. elongata*, пагонів монстрозної форми *C. peruvianus*, фасційованих коренів *Setiechinopsis mirabilis* Speg. De Haas за умов *in vitro*. Виявлено, що монстрозна форма *C. peruvianus* зберігається у вторинних регенерантів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений спосіб отримання фасційованих форм мамілярій, цереусів, пародій *in vitro* може бути використано для масового розмноження декоративних форм родини *Cactaceae*. Отримані дані можна використовувати для дослідницьких робіт із введення у промислову культуру кактусів і для збереження видів у природі. Результати анатомо-морфологічних, вірусологічних та біотехнологічних досліджень можуть бути використані в практиці викладання відповідних дисциплін у ВНЗ.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто здійснено інформаційний пошук, обрано модельні об'єкти, всі експерименти, обробку результатів та їх інтерпретацію було проведено особисто здобувачем. Формулювання завдань досліджень та наукових висновків було здійснено в результаті критичного аналізу та обговорення даних із науковим керівником. В опублікованих роботах у співавторстві права співавторів публікацій не порушені.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, які включені до дисертації, апробовані на міжнародних конференціях: «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Ялта, 2010; Луцьк, 2017),

“Research of plant diversity. Present and future” (Litvania, 2013), «Інтродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття» (Київ, 2014), «Біологія: від молекули до біосфери» (Харків, 2015); конференції, присвячені 150-річчю Ботанічного саду ім. акад. В. І. Липського ОНУ ім. І.І. Мечникова (Одеса, 2017) та «Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів» – матеріали XIII конференції молодих вчених (Київ, 2016), Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю, присвяченій 20-річчю заснування науково-фахового видання України «Наукові записки ТНПУ імені Володимира Гнатюка» (Тернопіль, 2017), V міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 30-річчю біологічного факультету Запорізького національного університету (Запоріжжя, 2017).

Публікації. Результати дисертації опубліковані в 18 наукових працях, з яких – 7 наукових статей: 2 у фахових виданнях України та 4 у фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз; 1 стаття, яка додатково відображає наукові результати дисертації. Також, 11 матеріалів і тез доповідей на наукових і науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з переліку умовних скорочень, вступу, п’яти розділів, аналізу та узагальнення результатів дослідження, висновків і списку використаної літератури, що включає 159 посилань. Робота викладена на 127 сторінках, містить 16 таблиць, 39 рисунки, 3 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. В огляді літератури представлено сучасні уявлення про причини та шляхи формування фасційованих органів рослин. Також розглянуто методи мікроклонального розмноження кактусів, необхідність врахування їхніх фізіологічних особливостей при культивуванні в умовах *in vitro*.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для досліджень були стебла та насінини 20 видів та форм представників родини *Cactaceae* з колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В.Фоміна

Інтактні рослини видів *C. peruvianus f. monstrosa*, *M. elongata f. cristata*, які ростуть на власних коренях, прищепи *M. elongata f. cristata*, *Chamaecereus silvestrii* (Speg.) Br. & R. *f. cristata*, *Echinopsis* Zucc. *sp. f. cristata* і їх підщепи *Eriocereus jusbertii* (Reb.) Ricc. і *Trichocereus macrogonus* (SD.) Ricc. перевіряли на ураженість вірусами і присутність вірусних часток за допомогою виготовлення препаратів для трансмісійної електронної мікроскопії та методу біотестування (Поліщук та інш., 2005).

Оводненість стебел визначали за методикою Жанга Д. Х і Тохтарь В. К. (Жанг, Тохтарь, 2011). Пагони рослин висушували в термостаті при 105°C до повітряно сухого стану.

Для морфолого-анатомічних досліджень були використані бічні дворічні стебла звичайної та монстрозної форми росту *C. peruvianus* та дворічні стебла звичайної і гребінчастої форми *M. elongata*.

Фіксація рослинного матеріалу, виготовлення препаратів, описи анатомічної будови виконані за загальноприйнятими методиками (Паушева, 1988; Захаревич, 1954; Васильєв, 1988).

Для індукції різних типів морфогенезу *in vitro* використовували стебла фасційованих форм трьох видів – *C. peruvianus f. monstrosa*, *M. elongata f. cristata*, *W. aureispinus* (Ritt.) Backbg. *f. cristata*, а також проростки, сіянці *Parodia comosa* Ritt., *M. elongata*, *Aylostera fiebrigii* (Gürke) Backbg., *Setiechinopsis mirabilis* (Speg.) De Haas (одержані з насіння репродукції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна). Поживними середовищами для стерильних культур кактусів були середовища Мурасіге-Скуга (МС) (Murashige T., Skoog F., 1962), доповнені комбінаціями різних концентрацій 6-бензиламінопурину (БАП), 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти (2,4-Д), індолилоцтової кислоти (ІОК), нафтилоцтової кислоти (НОК) і кінетину, аденіну, гіберелінової кислоти.

Для асептичного пророщування насіння, мікроклонального розмноження, культури калюсу та ініціації різних типів морфогенезу кактусів користувались методами культивування рослин *in vitro* (Калинин, Кушнір, Сарнацкая, 1992).

Критеріями аналізу умов мікророзмноження і впливу фітогормонів і трофічних факторів середовища на морфогенез кактусів були: частота калюсогенезу – кількість експлантів, на яких утворився калюс (у відсотках); частота регенерації – кількість зразків калюсу з регенерантами (у відсотках); кількість регенерантів на зразок калюсу, частота мікроклонального розмноження – кількість експлантів з адвентивними пагонами завдовжки 0,5 см і більше (у відсотках); кількість адвентивних пагонів (мікроклонів) на один експлант; частота ризогенезу – кількість укорінених мікроживців (у відсотках); життєздатність вирощених *in vitro* кактусів при їх адаптації до септичних умов (у відсотках).

Отримані показники було оброблено статистично за допомогою програми Statistica 7.0 (StatSoft, USA).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Перевірка представників родини *Cactaceae* на інфікування вірусами. Розвиток вірусних інфекцій у представників родини *Cactaceae* викликає потовщення, мозаїку кладодіїв (Suaste-Dzul, 2012), а також

вважається причиною утворення фасційованих форм стебел (Gorter, 1965). У результаті дослідження за допомогою методу електронної мікроскопії у досліджуваних кактусів нами було виявлено вірусоподібні частки. У соку прищепи *Ch. silvestrii f. cristata* і її підщепи *E. jusbertii* було виявлено ниткоподібні вірусні частки розміром $432\text{--}514\times 11$ нм, які за морфологією та розміром можна віднести до роду *Potexvirus*. У *Ch. silvestrii f. cristata* також виявлені паличкоподібні віріони з заокругленими краями та центральним каналом розміром 259×17 нм. За такими характеристиками віріони можна віднести до роду *Tobamovirus*.

У *M. elongata f. cristata* були виявлені нитчасті вірусні частки розміром $620\text{--}700\times 12$ нм (рис. 1 А), які за морфологією та розмірами можна віднести до роду *Carlavirus*, а також паличкоподібної форми з заокругленими краями і центральним каналом розміром 3000×16 нм та короткі фрагменти розміром $89\text{--}100\times 16$ нм, які можна віднести до роду *Tobamovirus* (рис. 1 Б). У підщепи *T. macrogonus* були виявлені нитчасті вірусні частки розміром 720×11 нм. За морфологією і розміром виділені вірусні частки можна віднести до роду *Carlavirus*.

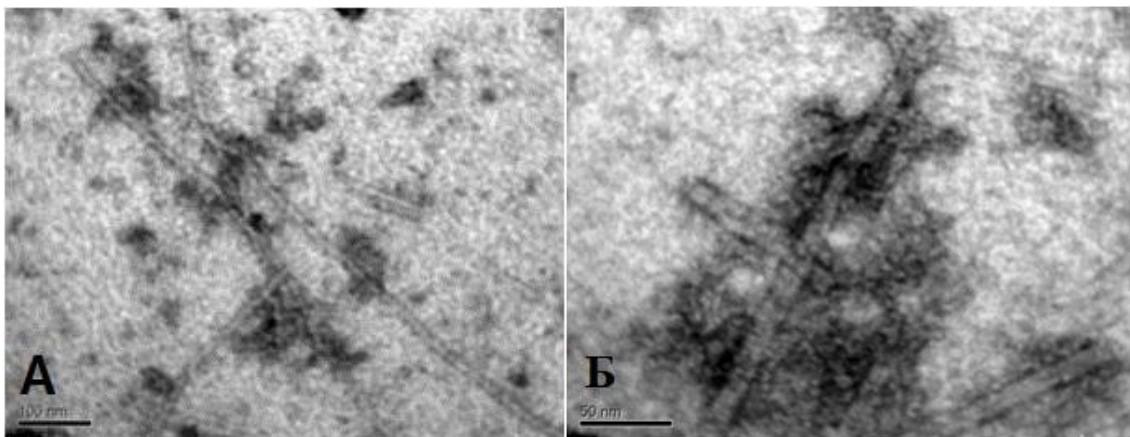


Рис. 1. Електронно-мікроскопічне зображення вірусних часток, виявлених у стеблі *M. elongata* (А, Б).

У соку *M. elongata f. cristata*, яка росте на власних коренях (інтактна рослина), виявлені ниткоподібні вірусні частки, морфологія і розмір яких складає 850×10 нм, 900×10 нм, а також фрагменти 480×10 нм, 320×10 нм, які за морфологією та розмірами можна віднести до роду *Tritimovirus*. Такі розміри віріонів не відповідають родам, представники яких інфікують види родини *Cactaceae*.

У результаті досліджень електронограм інтактною рослиною виду *E. jusbertii*, який планується використовувати в якості підщепи, нами виявлені ниткоподібні гнучкі вірусоподібні частки розміром 500×13 нм, що за морфологією та розмірами подібні до роду *Potexvirus* та 678×13 нм, які за морфологією та розмірами відповідають роду *Carlavirus*.

У виду *T. macrogonus* з розсадника (інтактна рослина) виявлені паличковидні вірусоподібні частки із заокругленими краями розміром 390×18 нм, за морфологією та розмірами можна віднести до роду *Tobamovirus*.

У *Cereus peruvianus f. monstrosa* не було виявлено жодних вірусних часток.

У всіх досліджуваних видів рослин і типів зразків, крім *C. peruvianus* були виявлені віріони, які за розміром і морфологією належать до родів *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus*, *Tritimovirus*. Проте, вірусне ураження не впливає на декоративні якості досліджуваних рослин представників родини *Cactaceae* та не є причиною фасціації пагонів.

Біологічне тестування детектованих вірусів. Візуальних проявів вірусного ураження у досліджуваних видів рослин не спостерігалось, тому рослини-індикатори були механічно інокульовані соком із хворих рослин (рослини утримувались у теплиці за температури $20-25^{\circ}\text{C}$.) Прояви місцевих некротичних уражень реєстрували на листках *Celosia cristata* L. та хлорози на листках *Nicotiana alata* Link, Otto спостерігались на 32 день після інокуляції. Симптоми були типовими для *Cactus virus X*.

Оскільки гребінчаста форма *M. elongata* виявилась асоційованою з вірусною інфекцією, а у монстрозної форми *C. peruvianus* вірусної інвазії не було виявлено, то фасційовані та звичайні форми саме цих видів нами були обрані для порівняння їхньої анатомо-морфологічної будови.

Морфолого-анатомічні особливості стебел звичайної і гребінчастої форми *Mammillaria elongata*.

За морфологічними ознаками між звичайною і фасційованою формами стебла *M. elongata* виявлено відмінності. У звичайної форми росту стебло циліндричне, а у фасційованої форми – гребінчасте. Напрямок росту стебел відповідно вертикальний і напіврадіальний. У звичайної форми на поперечному перерізі обрис стебла округлий з мамілами (рис. 2. А), а у гребінчастої – еліптичний з мамілами (рис. 2. Б). Відповідно до форми росту стебла, осьовий циліндр змінюється від циліндричного до еліпсоїдного. Отже, стебло гребінчастої форми втрачає радіальну симетрію і набуває білатеральної.

У гребінчастої форми зміна форми поперечного перерізу та форми осьового циліндра пов'язана зі зміною напрямку росту стебла від вертикального до напіврадіального. При цьому, у гребінчастої форми збільшується у півтора-два рази кількість маміл на 1 cm^2 .

За результатами анатомічних досліджень було встановлено, що звичайна і гребінчаста форми мають звивисті обриси клітин епідерми, витягнуту та розпластану проекції, а суміжні кути клітин округлі або тупі. Виявлено, що у гребінчастої форми кількість клітин епідерми на 1 mm^2 більша порівняно зі звичайною формою. Проте, площа епідермальних

клітин менша у 1,2 рази, що цілком логічно, оскільки ці параметри взаємозалежні: для збільшення кількості маміл клітини епідерми діляться і спостерігається більша їх кількість за менших розмірів. У порівнянні зі звичайною формою, у гребінчастої форми продиховий індекс зменшується у 1,2 рази.

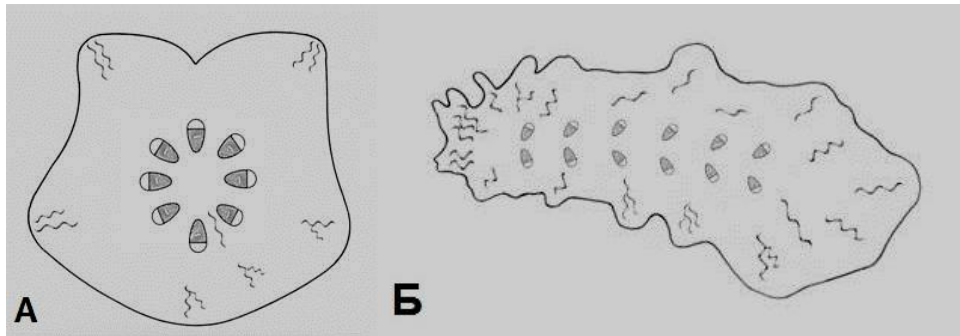


Рис. 2. Поперечний переріз стебел звичайної (А) та фасційованої (Б) форм *M. elongata*

У звичайної форми центральний циліндр пучкового типу, складається з 6–8 судинних пучків, а у гребінчастої форми кількість колатеральних пучків більша у 1,5 – 2 рази – від 10 до 12 пучків. Відмінності у розташуванні елементів провідної системи пов'язані зі зміною напрямку росту стебла від вертикального до напіврадіального. Оскільки ріст стебла відбувається також в горизонтальному напрямку, відповідно зростає і кількість провідних пучків.

Виявлено, що площа клітин кори та серцевини не відрізняється між формами.

Таким чином, нами встановлено, що фасційована та звичайна форми *M. elongata* розрізняються за такими ознаками: напрямок росту стебел, кількість маміл на 1 см^2 , форма стебла на поперечному перерізі, кількість клітин епідерми на 1 мм^2 , площа клітин епідерми, продиховий індекс, кількість провідних пучків.

Морфолого-анатомічні особливості стебел звичайної і монстрозної форми *Cereus peruvianus*. У звичайної форми виражені 4–7 прямих ребер, а монстрозна форма має більшу кількість ребер – 5-13, які перериваються та мають різну висоту, від 0,4 см до 2 см, у результаті чого стебло втрачає радіальну симетрію (рис. 3. А) і набуває білатеральної симетрії. Також сторона ребра довша у звичайної форми у 2,6 рази, порівняно з фасційованою формою. У результаті таких змін, у монстрозної форми ребра розташовуються хаотично і, як наслідок, порушується закономірність розміщення ребер і стебло втрачає радіальну симетрію.

Також у звичайної форми *C. peruvianus* змінюється форма поперечного перерізу від ребристого до багатогранного у монстрозної форми (рис. 3. Б).

Змін в структурі епідерми в парадермальній площині не виявлено. В обох формах під епідермою розташована багаточарова пластинчаста коленхімна гіподерма, її товщина менша у 1,2 рази у монстрозної форми. У звичайної форми, у порівнянні з монстрозною формою менша площа паренхімних клітин кори та серцевини у 1,5 та 1,2 рази відповідно та кількість провідних пучків у 2,3 рази.

Таким чином, нами встановлено, що монстрозна та звичайна форми *C. peruvianus* розрізняються за такими ознаками: форма поперечного перерізу, висота ребер, довжина сторони ребра, товщина гіподерми, площа клітин кори та серцевини, кількість провідних пучків.

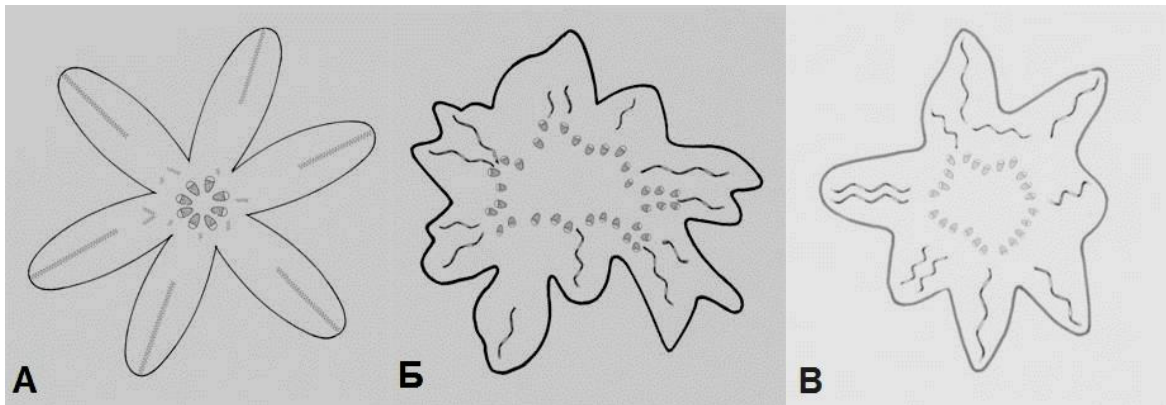


Рис. 3. Поперечний переріз стебел звичайної (А), фасційованої (Б, В) форм *C. peruvianus*.

В цілому у досліджуваних форм кактусів спостерігається тенденція до збільшення кількості провідних пучків, що пояснюється більш складною формою стебла, утвореної внаслідок різних напрямків росту.

Введення досліджуваних видів родини *Cactaceae* в стерильну культуру. В оранжереях сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна можна часто спостерігати явище зміни фасційованої форми окремих видів кактусів на звичайну і навпаки. Однією з причин походження фасційованих форм кактусів вважають дисбаланс фітогормонів (Nilsson et al., 1996; Fambrini et al., 2006; Mitras et al., 2009), спричинений експресією генів, які призводять до появи таких форм (Srinivasan et al., 2008; Fambrini et al., 2006; Jonsson et al., 2006; Smith et al., 2006). Для отримання штучним шляхом та відтворення в культурі тканин вже існуючих фасційованих форм, нами проведена серія дослідів із введення їх у культуру *in vitro* з використанням у якості первинного матеріалу частин вегетативних пагонів асептично вирощених сіяньців *P. comosa*, *M. elongata*, *A. fiebrigii*, *S. mirabilis* та дорослих фасційованих

вегетативних пагонів *M. elongata f. cristata*, *C. peruvianus f. monstrosa*, *Ch. silvestrii f. cristata*, *W. aureispinus f. cristata*.

У результаті досліджень, спрямованих на оптимізацію умов поверхневої стерилізації первинних експлантів було розроблено ефективну модифікацію методики стерилізації частин фасційованих пагонів *M. elongata*. Так для стерилізації *M. elongata f. cristata* необхідна нижча, порівняно з *C. peruvianus f. monstrosa* тривалість експозиції. Відповідно в 70 %-му етанолі – 20 с, у 0,1 %-му розчині хлориду ртуті не довше 7 хв.

Першим етапом роботи була пряма регенерація звичайних та монстрозних пагонів. У тримісячних сіянців *Parodia comosa* на живильному середовищі МС з додаванням 4 і 6 мг/л БАП у поєднанні з низькою концентрацією ауксину (0,2 мг/л НОК) спостерігали пагоноутворення (рис. 4. А). У тримісячних *Mammillaria elongata* на середовищах з концентраціями 1–6 мг/л БАП пагоногенез не спостерігався. Проте, на річних сіянцях на живильному середовищі 0,1 мг/л БАП і 0,1 мг/л НОК відсоток регенерації склав 66,6%, а середня кількість регенерантів – 2,8 пагона на експлант.

За результатами культивування експлантів, отриманих зі стебел монстрозної форми *C. peruvianus* було виявлено здатність до прямої регенерації монстрозних пагонів з ареол на 19 тиждень культивування на живильному середовищі МС з 6 мг/л БАП і 0,1 мг/л НОК. Відсоток регенерації склав 60%, а середня кількість регенерантів 1,4 пагін на експлант. На живильному середовищі з додаванням 0,2 мг/л 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д) у поєднанні з кінетином і низькими концентраціями ауксинів спостерігався відсоток регенерації 66,6%, а пагонів на експлант 1,6 (рис. 4. Б).

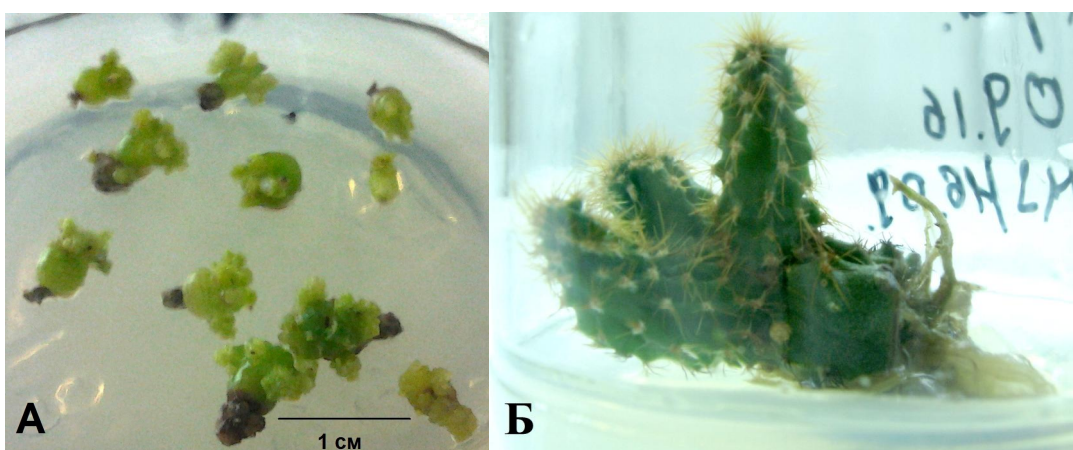


Рис. 4. Первинні регенеранти *P. comosa* (А) та *C. peruvianus* (Б).

На середовищі з ауксиноактивним гормоном швидкість утворення регенерантів була значно вищою в порівнянні з цитокінінактивним гормоном – адвентивні пагони з'являлися вже на 4 тиждень

культивування, а не на третій місяць культивування. Поряд з регенерацією поодиноких монстрозних пагонів спостерігалась регенерація зрощених по два монстрозних пагони.

У сiянцiв *S. mirabilis* на живильному середовищi з 6 мг/л БАП i 0,2 мг/л НОК було iнiцiйовано формування фасцiйованих коренiв.

Виявилось, що кiлькiсть регенерантiв залежить вiд розмiру материнського експланта – так, для одночасної регенерацiї двох-трьох пагонiв необхідно, щоб на експлантi було не менше 6–10-ти ареол.

Другим етапом роботи було отримання культури калюсу i регенерацiя пагонiв з нього. Для iндукцiї первинного калюсу в якостi експлантiв використовувались сiянцi, якi були вирощенi асептично, та iх сегменти, а також апiкальнi, базальнi, латеральнi сегменти фасцiйованих пагонiв *M. elongata*, *C. peruvianus*. У експериментах з калюсогенезу було дослiджено вплив концентрацiй шести регуляторiв росту (кiнетину, аденiну, iндолилоцтової (IOK), нафтилоцтової (НОК), 2,4-дихлорфеноксiоцтової (2,4-Д), гiберелової кислот та iх спiввiдношень на iнiцiацiю калюсу на первинних експлантах рiзного походження.

Iнiцiацiя калюсогенезу у сiянцiв *M. elongata* вiдбувалась за присутностi у середовищi 1 мг/л бензиламiнопурину (БАП) у поєднаннi з низькими концентрацiями ауксинiв (0,2 мг/л iндолилоцтової кислоти – IOK, 0,1 мг/л нафтилоцтової кислоти – НОК). У базальних експлантiв, якi отримали iз сiянцiв, навить вiдносно низькi концентрацiї цитокiнiну (вiд 0,1 мг/л БАП) стимулювали калюсогенез.

Пiсля субкультивування отриманого калюсу на безгормональному живильному середовищi МС протягом мiсяця, було проведено пасажi на живильнi середовища, що мiстили БАП у концентрацiї вiд 1 до 6 мг/л. Пiсля кiлькох серiй пасажувань виявилось, що пролiферацiя калюсу оптимальна на середовищi з пiдвищеною концентрацiєю цитокiнiнiв: 4–6 мг/л БАП i 0,1 мг/л НОК.

Наступним етапом було випробовування культури калюсiв на здатнiсть до регенерацiї. Калюс, отриманий на середовищi з пiдвищеною концентрацiєю цитокiнiнiв, субкультивували на безгормональне середовище МС протягом мiсяця i спостерiгали регенерацiю звичайних пагонiв регенерантiв. А фасцiйованi та звичайнi пагони-регенеранти були отриманi з калюсу, який був iнiцiйований на живильному середовищi з низькою концентрацiєю цитокiнiнiв (1 мг/л БАП) (рис. 5).

Культивування проросткiв *P. comosa* на середовищi з додаванням пiдвищених концентрацiй БАП (6 мг/л) протягом двох мiсяцiв спрямовує морфогенез у напрямку калюсогенезу. Пiсля субкультивування на безгормональному живильному середовищi (один мiсяць) i наступним пасажуванням на середовища, що мiстили концентрацiю БАП вiд 1 до 6 мг/л, виявилось, що пролiферацiя калюсу оптимальна на середовищi з

підвищеною концентрацією цитокінінів: 4–6 мг/л БАП і 0,1 мг/л НОК.

Після чергування пасажів на безгормональне живильне середовище і середовище з нижчим вмістом цитокінінів (2 мг/л і 4 мг/л БАП) на наступний рік після початку експерименту було отримано пагоні-регенеранти як зі звичайною формою росту, так і з ознаками фасціації (рис. 6. А).

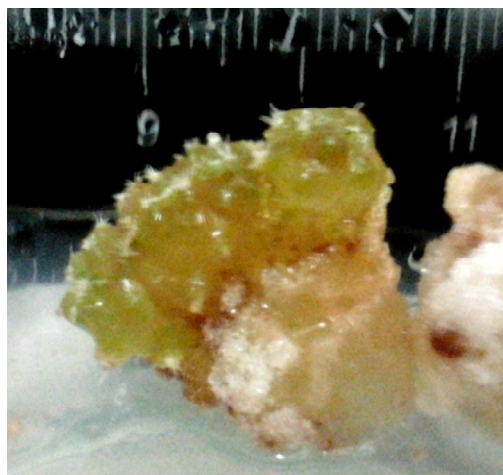


Рис. 5. Ділянка калюсної тканини *M. elongata* зі сформованим кристатним пагоном

Встановлено, що ініціація формування фасційованих пагонів-регенерантів можлива в результаті екзогенного впливу фітогормонів. Досліджено видову специфіку при культивуванні та ініціюванні фасційованих форм пагонів.

Важливо зазначити, що в результаті культивування сіянців *A. fiebrigii* на живильних середовищах з такими ж концентраціями фітогормонів, як і для *P. comosa*, був отриманий калюс та вторинні регенеранти лише звичайної форми.

Для того, щоб простежити, чи стійка монстрозна форма виду, стимулювали калюсогенез у базальних, апікальних експлантів стебел *C. peruvianus f. monstrosa*. Рослини цього виду кактусів виявили здатність до калюсогенезу – на живильних середовищах з додаванням 3, 4, 5 мг/л 2,4-Д, 0,4 мг/л Кін, 50 мг/л гідролізату казеїну ініціація і проліферація щільного зеленого калюсу спостерігалась у базальних експлантів. На апікальних експлантах калюс активно проліферував на середовищі з додаванням 5 мг/л 2,4-Д і покрив усю площу експлантів за 3 місяці. На живильному середовищі з 5 мг/л БАП та 0,1 мг/л НОК і 6 мг/л БАП, 0,1 мг/л НОК та 0,2 мг/л ІОК через два пасажі на це ж середовище також було зафіксовано регенерацію пагонів (рис. 6. Б).

Живильні середовища зі встановленими концентраціями фітогормонів для досліджуваних видів можуть бути використані для

масового розмноження і селекції їхніх декоративних фасційованих форм.

Найвищу здатність до морфогенезу мають рослини видів: *M. elongata*, *P. comosa*, *A. fiebrigii*. Найвищу здатність до калюсогенезу мають *P. comosa*, *A. fiebrigii*, а найнижчу – *C. peruvianus*. До регенерації пагонів найвищу здатність мають *P. comosa*, *M. elongata*, а найнижчу – *C. peruvianus*. До регенерації коренів найнижчу – *P. comosa*.

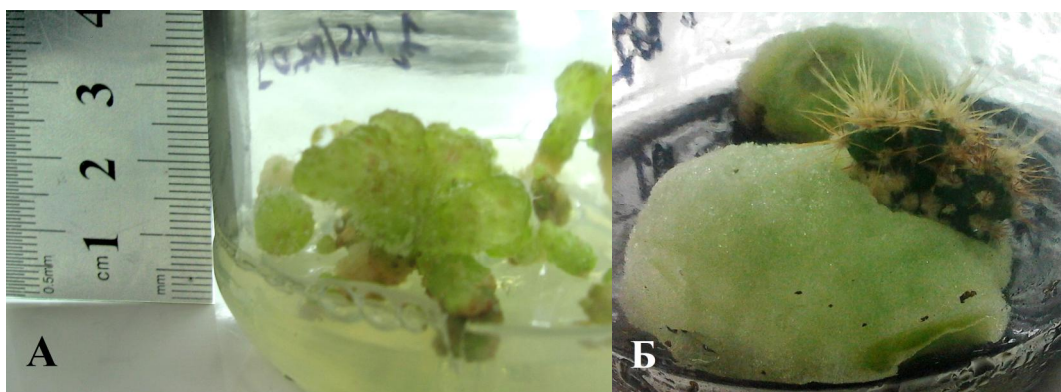


Рис. 6. Вторинні пагони-регенеранти *P. comosa* (А) та *C. peruvianus f. monstrosa* (Б)

Адаптація вирощених *in vitro* представників родини *Cactaceae* до нестерильних умов. Вкорінені регенеранти кактусів після культивування на безгормональному середовищі МС перенесли в нестерильні умови. Рослини були пересажені в суміш крупнозернистого піску : листяної землі : дрібного гравію (1:1:1) і накриті скляним ковпаком, полив здійснювався кожен третій день. Такий підхід сприяв загартуванню рослин до вищих температур і інтенсивності світла, нижчої вологості повітря, у порівнянні з середовищем у культивацийному посуді, та уникненню зневоднення кактусів. Адаптовані рослини утримуються при температурному режимі 16–20°C вночі і 25–30°C вдень під лампами, які забезпечують освітленість в 4000-4344 люкс або 54 58.64 $\mu\text{M m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

У процесі адаптації кактусів до септичних умов було виявлено, що рослини заввишки до 5 мм всихають і не виживають. Серед рослин, які досягли висоти 15 – 20 мм спостерігався найвищий відсоток адаптованих рослин.

Загальна кількість адаптованих рослин до нестерильних умов за півроку культивування в умовах оранжереї склала для *C. peruvianus f. monstrosa* 100%, для *A. fiebrigii* 90,9%, *M. elongata* 83%, *S. mirabilis* 57% (рис.7).

Найвищу здатність до адаптації в умовах оранжереї при додатковому освітленні лампами денного світла мали рослини виду *C. peruvianus f. monstrosa*, а найнижчу – *S. mirabilis*.

Адаптовані рослини використано для омолодження колекції

сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, яка має статус Національного надбання України.

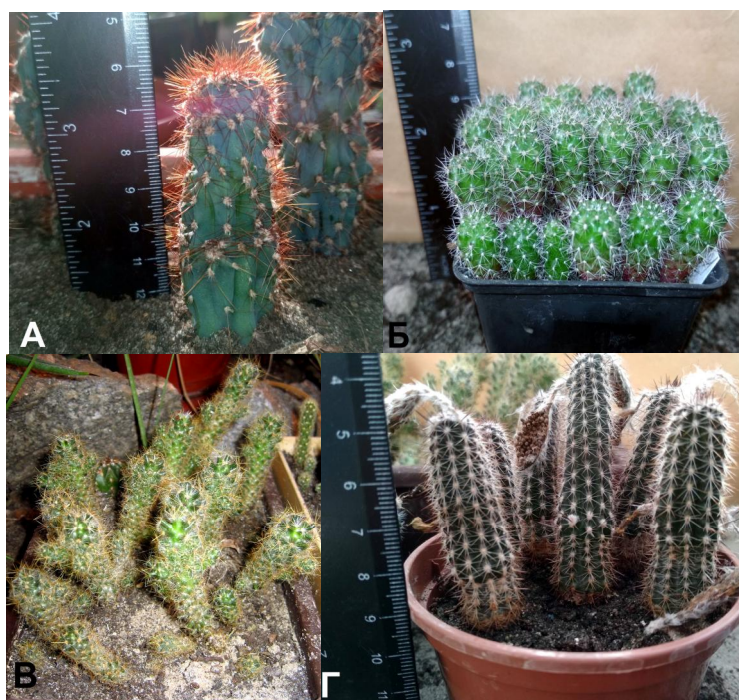


Рис.7. Адаптовані рослини видів *C. peruvianus f. monstrosa* (А), *A. fiebrigii* (Б), *M. elongata* (В), *S. mirabilis* (Г) до умов оранжереї Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна

Висновки

У дисертаційній роботі представлено результати анатомо-морфологічної будови стебел *Mammillaria elongata f. cristata* та *Cereus peruvianus f. monstrosa*. У гребінчастої та монстрозної форм з'ясовано структури, тканини та напрямки змін, які відрізняють їх від видів з типовими формами росту. Підібрано середовища для ініціації формування фасційованих пагонів-регенерантів зі звичайних і фасційованих первинних експлантів та змодельовані умови *in vitro*, за яких утворюються фасціації. Розроблений спосіб отримання фасційованих форм *M. elongata*, *P. comosa*, *C. peruvianus in vitro* може бути використаним для масового розмноження їхніх декоративних форм.

1. Встановлено, що на відміну від рослин з типовою формою росту у *Cereus peruvianus f. monstrosa* змінюється форма поперечного перерізу стебла з ребристого до багатокутного, площа клітин кори та площа клітин серцевини; з'являється більша кількість ребер, з меншою висотою і довжиною сторони ребра. На відміну від звичайної форми у *Mammillaria elongata f. cristata* змінюється напрямок росту стебла від вертикального до

напіврадіального, форма поперечного перерізу з циліндричної на еліптичний, маміли стають дрібніші та збільшується їхня кількість, зменшується площа клітин епідерми. В обох досліджуваних форм збільшується кількість провідних пучків та змінюється їх розташування.

2. З'ясовано, що інтактні рослини, прищепи, підщепи, фасційовані і звичайні форми досліджуваних видів рослин, крім *Cereus peruvianus f. monstrosa*, асоційовані з вірусним ураженням, збудниками якого є віруси родів *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus* та *Tritimovirus*. Вірусне ураження не впливає на декоративні якості рослин фасційованих форм у представників родини *Cactaceae* та не є причиною фасціації стебел.

3. У культуру *in vitro* введено рослини п'яти видів: *Parodia comosa*, *Cereus peruvianus*, *Mammillaria elongata*, *Setiechinopsis mirabilis*, *Aylostera fiebrigii*. Підібрано ефективні живильні середовища для ініціації шести типів морфогенезу: пряма регенерація звичайних і фасційованих пагонів, калюсогенез, непряма регенерація звичайних і фасційованих пагонів і ризогенез.

4. Виявлено, що кількість регенерантів у представників родини *Cactaceae* залежить від розміру материнського експланта. Для отримання 2-3 пагонів необхідно використовувати експлант, який має 6-10 ареол.

5. Уперше ініціалізовано непряму регенерацію гребінчастих пагонів *Parodia comosa* при культивуванні калюсу на живильному середовищі з концентрацією 6 мг/л БАП та 0,2 мг/л Кін у комбінації з 0,1 мг/л ІОК, вторинну регенерацію гребінчастих пагонів *Mammillaria elongata* при культивуванні на живильному середовищі з 0,1 мг/л БАП і 0,1 мг/л НОК та регенерацію пагонів монстрозної форми *Cereus peruvianus* при культивуванні на живильному середовищі з 5 мг/л і 6 мг/л БАП і 4 мг/л 2,4-Д, а також формування фасційованих коренів у *Setiechinopsis mirabilis* при дії 6 мг/л БАП і 0,2 мг/л НОК.

6. Отримано повний цикл розмноження *in vitro* *Cereus peruvianus f. monstrosa* з адаптацією до нестерильних умов. Ініційовано *in vitro* регенерацію кристатних форм *Mammillaria elongata*, *Parodia comosa*.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті, що входять до фахових видань України

1. Маляренко В.М. Причини виникнення фасціацій у представників сукулентних рослин / В.М. Маляренко, Т.В. Мудрак // Вісник Київського Національного Університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – 2013, – Вип. 31. – С.49-50. (Здобувач проводила експериментальну частину роботи, брала участь в аналізі та обговоренні результатів досліджень).
2. Маляренко В.М. Аномальні форми росту сукулентних рослин та

перевірка гіпотез їх походження / В.М. Маляренко, М.М. Гайдаржи // Інтродукція рослин. – 2014. – 3 (63). – С.46-52. (Здобувач брала участь в експериментальній частині роботи, аналізі літературних джерел та узагальнені результатів досліджень).

Статті у міжнародних виданнях або виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

3. Маляренко В.М. Порівняння фасційованих та звичайних стебел *Cactaceae* A. L. Juss. за вмістом білків та оводненістю. / В.М. Маляренко, Н.В. Нужина // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія – 2017. – №3 (70). – С. 32–35. (Здобувач брала участь в експериментальній частині роботи, аналізі літературних джерел та узагальнені результатів досліджень).

4. Маляренко В.М. Ініціація калюсогенезу *in vitro* у представників родини *Cactaceae*. / В.М. Маляренко, А. В. Голубенко // Вісн. КНУ імені Тараса Шевченка. Біологія. – 2017. – №73. – С. 54-56. (Здобувач брала участь в експериментальній частині роботи, аналізі літературних джерел та узагальнені результатів досліджень).

5. Maliarenko V., Mudrak T. Cactus viruses in fasciated plants / V. Maliarenko, T. Mudrak // BIOLOGIJA. – L., – 2013. – V.59, №2. – P. 213-218. (Здобувач брала участь в експериментальній частині роботи та аналізувала результати досліджень).

6. Маляренко В., Гайдаржи М., Баданіна В. Морфолого-анатомічні особливості звичайної та кристатної форми *Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Eng. (*Cactaceae* A.L.Juss.) / В. Маляренко, М. Гайдаржи, В. Баданіна // Modern Phytomorphology. – Львів, – 2013. – Т.4. – С. 335-340. (Здобувач брала участь в експериментальній частині роботи та аналізувала результати досліджень).

Статті, які додатково відображають наукові результати дисертації

7. Маляренко В.М., Баданіна В.А. Изучение прироста привитых растений кристатной формы *Chamaecereus silvestrii* Br.et.R. f. *cristata* (*Cactaceae* A.L.Juss.) / В.М. Маляренко, В.А. Баданіна // Кибернетика и вычисл. техника. – 2011. – Вып.163. – С.85-90.

Матеріали конференцій та тези доповідей:

8. Маляренко В.М. Фасціації у представників сукулентних рослин колекції закритого ґрунту Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна / В.М. Маляренко, М.М Гайдаржи, В.А. Баданіна // Матеріали міжн. наукової конф. молодих учених (21-25 вересня, 2010 р.). – Ялта, 2010 – С.123-124.

9. Маляренко В.М. Анатомо-морфологические особенности фасцированной формы *Chamacereus silvestrii* (Speg.) BR. et R. (*Cactaceae* A.L.Juss.) / В.М., Маляренко, М.М. Гайдаржи, В.А. Баданина // Materialele Simpozionului scientific international „Conservarea diversitatii plantelor” (7-9 oct. 2010). – Moldovei, 2010 – P.128-130.
10. Maliarenko V. Cactus viruses in fasciated plants / V. Maliarenko, T. Mudrak // *Biologia*, Abstracts of international scientific conference “Research of plant diversity. Present and future” (June 27-28, 2013). – Kaunas, Lithuania, 2013 – P. 85.
11. Голубенко А.В., (Маляренко В.М.). Введення в культуру *in vitro* кристатної форми *Mammillaria elongata f. cristata* A.P. de Candolle / А.В. Голубенко, В.М. Маляренко, М.М. Гайдаржи // Інтродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття: Матеріали міжнародної наукової конференції до 175-річчя Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна КНУ імені Тараса Шевченка (20-24 травня, 2014 р.). – Київ, 2014 – С.171-172.
12. Golubenko A.V., (Maliarenko V.M.), Avelin J.A., Holubenko A. Plant conservation in the *in vitro* collection of O.V.Fomin botanical garden of Taras Shevchenko Kyiv national university / A.V. Golubenko, (V.M. Maliarenko), J.A. Avelin, A. Holubenko // Wild orchid conservation workshop (01-06 June, 2015). – Eger-Hungary, 2015 – P.18 DOI: 10.13140/RG.2.1.1785.0961
13. Маляренко В.М. Морфогенез *in vitro* *Mammillaria elongata f. cristata* A.P. de Candolle / В.М. Маляренко // Біологія: від молекули до біосфери: матеріали X Міжнародної конференції молодих учених (2-4 грудня 2015 р.). – Харків, 2015. – С. 142-143.
14. Маляренко В.М., Голубенко А.В. Вплив 6-БАП на мікроклонування та калюсогенез *Parodia comosa* Ritt. / В.М. Маляренко, А.В. Голубенко // Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів: матеріали XIII конеренці молодих вчених (19-20 травня, 2016 р.). – Київ, 2016. – С. 97-100.
15. Маляренко В.М. Кількісний вміст білків та оводненість стебел фасційованих та звичайних форм росту родини *Cactaceae* A. L. Juss / В.М. Маляренко, Н.В. Нужина // Тернопільські біологічні читання. Матеріали Всеукраїнської науково-практ. конф. з міжнародною участю, присвяченої 20-річчю заснування науково-фахового видання України «Наукові записки ТНПУ імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія» (20-22 квітня 2017 р.). – Тернопіль, 2017. – С. 206-209.
16. Маляренко В.М. Вплив ВАР на розмноження *in vitro* *Cereus pervianus f. monstrosa* / В.М. Маляренко, А.В. Голубенко // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: матеріали V Міжн. науково-практична конференції присвяч. 30-річчю біологічного факультету Запорізький національний університет (26-28 квітня, 2017 р.). – Запоріжжя, 2017. – С. 41-42.
17. Маляренко В.М. Отримання фасційованих форм *Parodia comosa* F.Ritter в умовах *in vitro* / В.М. Маляренко, А.В. Голубенко. Актуальні проблеми

ботаніки та екології. Матеріали Міжнародної конференції молодих учених (5-10 вересня, 2017р.). – Луцьк, 2017. – С. 75.

18. Маляренко В.М. Поповнення колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна за допомогою біотехнологічних методів / В.М. Маляренко, А.В. Голубенко, М.М. Гайдаржи // Генофонд колекцій ботанічних садів і дендропарків – запорука сталих фітоценозів в умовах кліматичних змін: Збірник статей Міжнародної наукової конференції, присвяч. 150-річчю Ботанічного саду ім. акад. В. І. Липського ОНУ ім. І.І. Мечникова (19-21 вересня, 2017 р.). – Одеса, 2017. – С. 93-95.

АНОТАЦІЯ

Маляренко В.М. Анатомо-морфологічна будова фасційованих форм рослин родини *Cactaceae* A.L. Juss. та їх ініціація *in vitro*. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України, Київ, 2018.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню та порівнянню особливостей будови звичайних і фасційованих стебел окремих видів родини *Cactaceae* A.L.Juss. колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна та ініціюванню фасціяцій у представників цієї родини за умов *in vitro*.

Вперше досліджено морфолого-анатомічну будову фасційованих стебел *Mammillaria elongata* DC., *Cereus peruvianus* (L.) Mill. та на основі анатомо-морфологічних ознак, виявлено особливості їхньої будови, непритаманні стеблам звичайної форми. Виявлено, що анатомо-морфологічна будова звичайних і фасційованих стебел *M. elongata* і *C. peruvianus* суттєво відрізняється за сімома показниками.

Встановлено, що фасційовані, звичайні, щеплені і інтактні рослини досліджуваних видів родини *Cactaceae* асоційовані з вірусами родин *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus*, *Tritimovirus*.

Виявлена здатність досліджених видів до різних типів морфогенезу *in vitro*, в тому числі було підібрано середовища для ініціації фасційованих пагонів-регенерантів зі звичайних і фасційованих первинних експлантів. Вдалося змодельувати умови, при яких утворюються фасціяції при вторинній регенерації.

Вперше отримано регенеранти гребінчастої форми *Parodia comosa* Ritt. Вперше отримані вторинні регенеранти монстрозної форми *Cereus peruvianus*. Вперше ініційовано формування фасційованих коренів для *Setiechinopsis mirabilis* Speg.

Ключові слова: фасціяція, *Cactaceae*, *Mammillaria elongata*, *Cereus peruvianus*, *in vitro*, калюс, проліферація, мікроклональне розмноження, регенеранти, ризогенез.

АННОТАЦИЯ

Маляренко В.М. Анатомо-морфологическое строение фасцированных форм растений семейства *Cactaceae* A.L. Juss. и их инициация *in vitro*. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.05 – ботаника. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко МОН Украины, Киев, 2018.

Диссертационная работа посвящена исследованию и сравнению особенностей строения обычных и фасцированных побегов отдельных видов семейства *Cactaceae* A.L.Juss. коллекции Ботанического сада им. акад. А.В. Фомина и инициации фасциаций у представителей этого семейства в условиях *in vitro*.

Впервые исследовано морфолого-анатомическое строение фасцированных побегов *Mammillaria elongata* DC., *Cereus peruvianus* Mill. и на основании анатомо-морфологических признаков, выявлены особенности их строения, которые не присущие побегам обычной формы. Установлено, что анатомо-морфологическое строение обычных и фасцированных побегов *M. elongata* і *C. peruvianus* отличается за семью признаками.

Установлено, что фасцированные, обычные; привитые и интактные побеги исследуемых видов семейства *Cactaceae* ассоциированные с вирусами семейств *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus* і *Tritimovirus*.

Впервые получены регенеранты гребенчатой формы *Parodia comosa* Ritt.

Впервые получены вторичные регенеранты монстрозных побегов *Cereus peruvianus f. monstrosa*. Впервые иницировано формирование фасцированных корней для *Setiechinopsis mirabilis* Speg.

Ключевые слова: фасцияция, *Cactaceae*, *Mammillaria elongata*, *Cereus peruvianus*, *in vitro*, калюс, пролиферация, микроклональное размножение, регенеранты, ризогенез.

SUMMARY

Maliarenko V.M. Anatomical and morphological structure of the fasciated form of the family *Cactaceae* A.L. Juss and their initiation *in vitro*. – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of Biology Sciences, speciality 03.00.05 – botany. – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

The thesis is devoted to the study and comparison of the peculiarities of the structure of normal and fasciated shoots of species of the family *Cactaceae* A.L. Juss. collection's of the Fomin Botanical Garden and their initiation *in vitro*. As a result of the conducted research, was revealed anatomical and morphological differences between of the fasciated and the normal stems of the *Mammillaria elongata* DC. and *Cereus peruvianus* Mill.

It has been found that *M. elongata* and *C. peruvianus* with the change of the shape of growth from normal to *cristata* or *monstrosa*, changing the shape of the cross section of the stem, the number of conductive beams of the central cylinder, their characteristic location, the area of the epidermal cells and the cells of the cortex and the core.

We have found that the anatomical and morphological structure of normal and fasciated stems *M. elongata* and *C. peruvianus* is differ in seven indices.

It has been investigated that both fastiated and normal shoots, grafted and intact investigated species of plants are associated with viral lesion, except *C. peruvianus f. monstrosa*. Viral particles belong to the genera *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Tobamovirus* and *Tritimovirus*.

Germinated seedlings *in vitro* and part of the shoots were used as a source of explants. Multiple shoot formation from areoles was achieved for three types of explants (apical, lateral, and transverse) cultured on Murashige and Skoog (MS) basal media supplemented with various treatments with growth regulators.

It has been found the ability of the *C. peruvianus f. monstrosa*, *M. elongata f. cristata*, *Setiechinopsis mirabilis* (Speg.) De Haas, *Parodia comosa* Ritt., *Aylstera fiebrigii* (Gürke) Backbg. to various types of morphogenesis *in vitro*, including the initiating fasciated regeneration shoots from normal and fasciated primary explants. Effective nutritional media for the initiation of six types of morphogenesis: direct regeneration of normal and fasciated shoots, callusogenesis, indirect regeneration of normal and fasciated shoots, and rhizogenesis has been selected.

New data have obtained on the initiation of the formation of fasciated forms of shoots *in vitro* under the influence of exogenous growth of regulators in *P. comosa*. Second regeneration of monstrosus shoots in *C. peruvianus f. monstrosa* was formed for the first time. The formation of fasciated roots in *S. mirabilis* has been initiated by the author.

Key words: fasciation, *Cactaceae*, *Mammillaria elongata*, *Cereus peruvianus*, *in vitro*, callus, proliferation, microclone plant propagation, regenerants, rhizogenesis