

УДК [58.089+58.19.3+543.42:582.852.2]

В. М. МАЛЯРЕНКО, Н. В. НУЖИНА

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Симона Петлюри, Київ, 01032

ПОРІВНЯННЯ ФАСЦІЙОВАНИХ ТА ЗВИЧАЙНИХ СТЕБЕЛ САСТАСЕАЕ А. Л. JUSS. ЗА ВМІСТОМ БІЛКІВ ТА ОВОДНЕНІСТЮ

Проведений порівняльний аналіз концентрації білка і оводненість між фасційованими і звичайними формами росту видів родини *Cactaceae*. Встановлено, що за досліджуваними параметрами фасційовані форми не мають відмінностей у порівнянні зі звичайними формами видів рослин та виявлені міжродові відмінності.

Ключові слова: фасціація, *Cereus*, *Chamaecereus*, *Mammillaria*, *Austrocyllindropuntia*, *Winterocereus*, загальний вміст білка

Одним із типів відхилень від нормальної форми росту рослини є порушення розташування органів і їх частин. В межах цього типу виділяють явище фасціації, при якому порушується притаманна для рослини морфологія стебла [7].

Одна з перших класифікацій типів фасціацій у рослин була розроблена Gorte, 1965. Узагальнений перелік більш ніж 100 родин, в яких виявлені рослини з фасційованими формами росту викладений в роботах White, 1948 і Binggeli, 1990 [3,10]. Також в дослідженнях Binggeli зазначається, що фасціації частіше трапляються у видів рослин з необмеженим ростом вегетативних органів і суцвіть та трав'янистих рослин [5]. Рослини з кристатною або монстрозною формою росту виявлені в більш ніж у 50 родів родини *Cactaceae* A.L. Juss. [4, 9]. За спостереженнями Snyder E. E., Weber D. J., 1966, кристатні форми притаманні рослинам сенільної стадії розвитку, що пов'язано з накопиченням соматичних мутацій та ураженнями бактеріальними та вірусними інфекціями [9].

Однак, відмінності між фасційованими та звичайними формами в літературі майже не представлені. Проводились дослідження фасційованих і звичайних форм росту стебел *Opuntia microdasys*, *Opuntia cylindrica* з метою порівняти загальний вміст води, відносний вміст води, водний дефіцит та якісний склад білків [6]. В окремих роботах описані оводненість тканин, водний дефіцит, втрата води звичайних форм стебел деяких представників родини *Cactaceae* та встановлені напрямки пристосування, завдяки яким забезпечується посухостійкість рослин [2]. Проте, кількість досліджуваних видів за даними параметрами не достатня, а фасційовані форми майже не вивчені.

У колекції сукулентних рослин захищеного ґрунту Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна найбільша кількість видів рослин у родині *Cactaceae* з фасційованими стеблами, порівняно з родинami *Grassulaceae* DC. і *Euphorbiaceae* Juss. [8]. Вони набувають монстрозної або кристатної форми росту, при цьому змінюється напрямок росту стебел і їхня форма на поперечному перерізі. Наприклад, у *Mammillaria elongata* A. P. de Candolle ортотропний напрямок росту змінюється на плагіотропний, а форма стебла на поперечному перерізі з циліндричного на еліптичний.

Метою нашого дослідження було виявити або спростувати відмінності оводненості тканин та концентрації білка у стеблах фасційованих та звичайних форм росту видів родини *Cactaceae* A.L. Juss.

Матеріал і методи досліджень

Для досліджень були використані апікальні частини стебел звичайних та фасційованих форм росту *Mammillaria elongata* A. P. de Candolle, *Winterocereus aureispinus* (Ritt.) Backbg., *Austrocyllindropuntia sobulata* (münhlpfrdt.) Backbg, *Cereus peruvianus* (L.) Mill., *Chamaecereus silvestrii* (Spreng.) Br. Et R. Матеріал для досліджень відбирався з колекції сукулентних рослин родини *Cactaceae* ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

В нашому дослідженні оводненість тканин визначалась за методикою Жанга і Гохтарь, 2011 за формулою: $OT=(a-b)\times 100$. Де OT- оводненість тканин,%; а - маса сирової наважки, г; б - маса сухої наважки, г [1].

Стебла рослин висушували в термостаті при 105°C до повного висушування.

Кількісне визначення білків ми проводили на спектрофотометрі СФ-2000 за методом Бредфорда в чотирикратній повторності [5].

Статистична обробка даних проводилась у програмі Statistica 7, достовірність результатів визначали за *t*-критерієм Стьюдента, достовірними вважали дані при $p\leq 0.05$.

Результати досліджень та їх обговорення

В ході дослідження було визначено загальну концентрацію білка в тканинах фасційованих і звичайних форм росту на 1мг сирової маси. Виявили тенденцію до збільшення концентрації білка у *W. aureispinus* f. *cristata*, *Ch. silvestrii* f. *cristata*, *A. sobulata* f. *cristata* порівняно з їхніми звичайними формами росту. Концентрація білка у *M. elongata* f. *cristata* та *C. peruvianus* f. *monstrosa* має тенденцію до зниження, порівняно з концентрацією білка у звичайної форми. Проте, достовірної відмінності не було виявлено за цим параметром. Проте, є перспективним дослідження у визначенні якісного складу білка фасційованих і звичайних форм росту, так у видів *O. microdasys*, *O. cylindrica* різних форм росту було виявлено зміни за якісним складом білків [6].

Також, був зроблений порівняльний аналіз концентрації білка між фасційованими формами росту різних видів. Кристатна форма *W. aureispinus* має низьку концентрацію білка порівняно з *M. elongata* f. *cristata* ($p<0.01$), *Ch. silvestrii* f. *cristata* ($p<0.05$), *A. cylindrica* f. *cristata* ($p<0.01$). Статистична відмінність не підтверджується між *W. aureispinus* f. *cristata* і *C. peruvianus* f. *monstrosa* (таблиця 1).

У стебел зі звичайними формами росту найвища концентрація білка встановлена у *C. peruvianus*. Це може бути пов'язано з найтовщою покривною тканиною, і відповідно збільшенням вмісту епідермальних і гіподермальних тканин на одиницю маси, які містять малий відсоток води.

Виходячи з припущення, що вміст білка на одиницю маси може зменшуватися за рахунок збільшення кількості води в тканинах (відповідно менше клітин припадає на одиницю маси), ми додатково вимірювали оводненість звичайних та фасційованих форм стебел.

Ми встановили, що оводненість стебел досліджуваних видів достовірно не відрізняється між фасційованими і звичайними формами росту рослини. Разом з цим, фасційовані форми *W. aureispinus*, *C. peruvianus* та *Ch. silvestrii* мають більшу оводненість тканин порівняно зі звичайними формами. Тоді як, у фасційованих форм *M. elongata* і *A. cylindrica* стебла мають дещо нижчу оводненість, порівняно зі звичайними формами.

Таблиця 1

Загальна кількість білка та оводненість тканин

Вид	Кількість білка, мг/г	Оводненість тканин, %
<i>Mammillaria elongata</i> f. <i>cristata</i>	53.32± 5.77 ^a	91.18±1.68
<i>Mammillaria elongata</i>	53.40±4.75 ^b	93.48±0.92
<i>Winterocereus aureispinus</i> f. <i>cristata</i>	28.99±1.89	95.78±0.29
<i>Winterocereus aureispinus</i>	27.12±1.01	95.51±0.31
<i>Cereus peruvianus</i> f. <i>monstrosa</i>	46.99±8.51	92.52±0.31 ^a
<i>Cereus peruvianus</i>	60.02±4.87 ^b	90.34±1.24 ^b
<i>Chamaecereus silvestrii</i> f. <i>cristata</i>	50.02±6.78 ^a	94.79±1.14
<i>Chamaecereus silvestrii</i>	43.18±3.15 ^{b,c}	94.12±0.59
<i>Austrocylindropuntia subulata</i> f. <i>cristata</i>	55.14±2.57 ^a	91.28±1.08 ^a
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	52.21±1.41 ^{b,d}	92.91±0.41 ^b

Примітка. a- $P<0.05$ відносно *W. aureispinus* f. *cristata*, b- $P<0.01$ відносно *W. aureispinus* c- $P<0.05$ відносно *C. peruvianus*, d- $P<0.05$ відносно *Ch. Silvestrii*

W. aureispinus f. *monstrosa* має високу оводненість тканин в порівнянні з фасційованими формами решти видів, зокрема *A. cylindrica* та *C. peruvianus*.

Для всіх видів і їхніх форм виявлена висока оводненість стебел в середньому в межах 93.2 %, що вказує на значну посухостійкість даних видів.

За результатами досліджень А. N. El-Banna et al., 2013, фасційовані стебла *Opuntia microdasys*, *Opuntia cylindrica* мають вищу загальну оводненість порівняно зі звичайними стеблами, в межах видів нашого дослідження достовірних відмінностей за даним показником не виявлено.

Залежність між оводненістю тканин і загальною концентрацією білка визначали за допомогою кореляційного аналізу. При загальному порівнянні цих двох показників для усіх досліджених видів і груп, отримали високе значення негативної кореляції ($r=-0.84$, при $p<0.05$). Такий результат свідчить про низьку загальну концентрацію білка при високій оводненості стебел кактусів, що підтверджує нашу попередню гіпотезу.

Висновки

За досліджуваними параметрами (оводненість стебел, загальна концентрація білка) фасційовані форми не мають відмінностей у порівнянні зі звичайними формами. В ході дослідження за вимірюваними параметрами були виявлені достовірні відмінності між стеблами з однаковою формою росту представників різних родів. Механізм і причини формування фасційованих форм стебла потребує подальших досліджень.

1. Жанг Д. Х. Исследование засухоустойчивости перспективных видов *Momordica charantia* L. и *M. Balsamina* L. (Cucurbitaceae) / Жанг Д. Х., Тохтарь В.К. // Научные ведомости. Серия Естественные науки. — 2011. — 9 (104), Вып. 15. — С. 43—47.
2. Нужина Н. В. Анатомічна будова стебла та посухостійкість *Aylostera flavistyla*, *Mammillaria bocasana* та *Echinocactus grusonii* / Нужина Н.В., Баглай К.М. // Modern Phytomorphology. — 2016. — 10. — С. 47—52.
3. Binggeli P. Occurrence and causes of fasciation / Binggeli P. // Cecidology. — 1990. — 5. — P. 57—62.
4. Bourque D. P. Crested saguaros: what is the rhyme or reason? Plant / Bourque D. P., Pierson E. // Mol. Biol. Reporter. — 1998. — 16. — P. 217—218.
5. Bradford M. A. Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding / Bradford M. A. // Analytical biochemistry. — 1976. — 72. — P. 248—254.
6. El-Banna A. N. Stem fasciation in cacti and succulent species - tissue anatomy, protein pattern and RAPD polymorfism / El-Banna A. N., El-Nady M. F. Dewir Y. H., El-Mahrouk M. E. // Acta Biologica Hungarica. — 2013. — 64(3). — P. 305—318.
7. Gorter C. J. Origin of fasciation. In: Rhuland W (ed) Encyclopedia of plant physiology / Gorter C.J. // Springer, New York. — 1965. — 15 (2). — P. 330—351.
8. Maliarenko V. Abnormal type of growth of succulent plants and testing hypotheses of their origin / Maliarenko V., Gaydarzhy M. // Plant Introduction. — 2014. — 3 (63). — С. 46—52.
9. Snyder E. E. Causative factors of cristation in the Cactaceae / Snyder EE, Weber DJ. // Cactus Succulent J. — 1966. — 38. — С. 27—32.
10. White O. E. Fasciation / White O.E. // Bot. Rev. — 1948. — 14. — С. 319—358.

В. М. Маляренко, Н. В. Нужина

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, ННЦ «Институт биологии и медицины»

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ОВОДНЕННОСТЬ СТЕБЛЕЙ ФАСЦИИРОВАННЫХ И ОБЫЧНЫХ ФОРМ РОСТА СЕМЕЙСТВА *CACTACEAE* A. L. JUSS.

Проведен сравнительный анализ между фасциированными и обычными формами роста стеблей видов семейства *Cactacea* A. L. Juss. за такими параметрами как концентрация белка и оводненность тканей. Установлено, что за данными параметрами фасциированные формы в сравнении с обычными формами видов растений не имеют различий. Были выявлены межродовые различия.

Ключевые слова: фасциация, *Cereus*, *Chamacereus*, *Mammillaria*, *Austrocyllindropuntia*, *Winterocereus*, общее содержание белка

V. M. Maliarenko, N. V. Nuzhyna

Institute «Biology and Medicine» of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

PROTEIN AND WATER CONTENT OF THE FASCIATED AND NORMAL STEMS
OF *CACTACEAE*: COMPARATIVE STUDY

Plants for the research have been taken from a collection of succulent plants of the *Cactaceae* family of the Fomin Botanical Garden. The objects for our research were normal and fasciated stems of *Mammillaria elongata* A. P. de Candolle, *Winterocereus aureispinus* (Ritt.) Backbg., *Austrocylindropuntia sobulata* (münhlpfrdt.) Backbg, *Cereus peruvianus* (L.) Mill., *Chamaecereus silvestrii* (Speg.) Br. Et R. species.

Our study aimed to compare water content in tissues and protein concentration of normal and fasciated stems of cacti.

Correlation analysis of the protein concentration and the total water content in fasciated and normal growth forms of the *Cactacea* family has been performed.

The water content was expressed in percentage of the wet weight.

The total protein concentration was identified in the normal and fasciated stems at 1 mg of the wet weight. A tendency towards an increase in the concentration of protein in *W. aureispinus* f. *cristata*, *Ch. silvestrii* f. *cristata*, *A. sobulata* f. *cristata* was revealed. In *M. elongata* f. *cristata* and *C. peruvianus* f. *monstrosa* this parameter tends to decrease in comparison to the lower concentration of protein in their normal forms. However, the significant difference of this parameter has not been found.

The total protein concentration in fasciated forms of growth has been compared. Cristated and normal forms of *W. aureispinus* have lower concentration of protein than other species under analysis. The highest concentration of total protein among the normal stems of cacti in *C. peruvianus* has been registered, so differences in the total protein content among genera in same forms of growth were identified.

The fasciated forms of *W. aureispinus*, *C. peruvianus* and *Ch. silvestrii* have higher total water content in the tissues than normal forms. Totally different results for the fasciated forms of *M. elongata*, *A. cylindrica* have been obtained. The study demonstrated a difference of the total water content of tissues of genera.

All species and their forms have a high total water content of the stem tissue, 93.2 % in average, which proves a high drought resistance of given plants. The relation between the total water content of tissues and total protein concentration has been determined by the correlation analysis. A high value of a negative correlation for all the species and groups have been obtained.

To sum up, the fasciated forms have no differences of the given parameters in comparison to the normal forms of plants.

Key words: fasciation, *Cereus*, *Chamaecereus*, *Mammillaria*, *Austrocylindropuntia*, *Winterocereus*, total protein content

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 26.01.2017