

При порівнянні літніх листків, що лежать на воді, та листків, піднятих над водою, можна спостерігати тенденцію до збільшення кількості продохів та гідропот на одиницю площі у останніх. Такі показники вказують на більш ефективне виділення в літній період надлишку води та мінеральних солей листками, піднятими над поверхню води, і обумовлено також тоншим восковим шаром порівняно з плаваючими листками. Проте взимку у плаваючого листя більші кількість та розміри продохів та кількість гідропот, порівняно з надводним листям, що підкреслює більше навантаження в обміні речовин саме плаваючих листків в зимовий період. Тоді як надводне листя в цей час відносно перебуває у стані спокою. Таким чином, можна стверджувати про існування відмінних механізмів регуляції обміну речовин у рослин роду *Nymphaea* в різні пори року, завдяки наявності гетерофілії.

Крім того, можна сказати, що різні види роду *Nymphaea* по-різному пристосувались до умов навколишнього середовища. Одні види пішли шляхом збіль-

шення товщини аеренхімної тканини у плаваючих листків, інші – шляхом покриття щільним шаром абаксіальної сторони листка трихомами.

Список використаних джерел

1. Баранова М. Классификация морфологических типов устьиц // Ботанический журнал. – 1985. – 70 (12). – С. 1585-1595.
2. Дорофеев П. И. Nymphaeales / П. И. Дорофеев // Ископаемые цветковые растения СССР. – Л.: Наука, 1974. – Т. 1. – С. 52-85.
3. Захаревич С. К методике описания листа // Вестник Ленинградского Университета. – 1954. – № 4. – С. 65-75.
4. Меликян А. П. Сравнительная анатомия спермодермы представителей порядка Nymphaeales: автореф. дис... канд. биол. наук / А. П. Меликян. – Л., 1964. – 26 с.
5. Паушева З. Практикум по цитологии растений / З. Паушева – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
6. Ромейс Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс – М., "Иностранная литература", 1954. – 718 с.
7. Carpenter K. Specialized structures in the leaf epidermis of basal angiosperms: morphology, distribution, and homology // American Journal of Botany. – 2006. – 93 (5) – P. 665-681.
8. Farooqui Parveen Ontogeny of stomata in some Nymphaeaceae // Proc. Indian Acad. Sci. – 1980. – 89 (6). – P. 437-442.

Надійшла до редколегії 10.09.14

Н. Нужина, канд. биол. наук, науч. сотр.
Т. Мазур, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.
А. Дидух, канд. биол. наук, мл. науч. сотр.
Н. Дидух, канд. биол. наук, науч. сотр.
Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОФИЛИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА NYMPHAEA L.

На анатомическом уровне обнаружены отличительные механизмы приспособления к условиям внешней среды 10 видов рода *Nymphaea* L. Проведены сравнительные исследования анатомического строения плавающих и надводных листьев. Выявлены изменения в строении листьев в летний и зимний периоды.

Ключевые слова: *Nymphaea* L., анатомия листа, гетерофилия.

N. Nuzhyna, PhD, scientist
T. Mazur, PhD, senior staff scientist
A. Didukh, PhD, Y.r.
N. Didukh, PhD, scientist
O.V. Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ANATOMICAL STUDY OF HETEROPHYLLOUS REPRESENTATIVES OF THE NYMPHAEA L. GENUS

The different mechanisms of adaptation to environmental conditions 10 species of the genus *Nymphaea* L. were revealed at the anatomical level. The comparative researches of the anatomical structure of the floating and the over-water leaves were carried out. The changes in structure of leaves in summer and winter periods were revealed.

Keywords: *Nymphaea* L., leaf anatomy, heterophyllous plants.

УДК 577.11:581.192 +582.573.11

Г. Рудік, канд. біол. наук, ст. наук. співроб.,
Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
Т. Єднак, студ.,
ННЦ "Інститут біології"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

БИОЛОГИЧНО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ (ЛЕКТИНИ) ЛИСТКОВИХ ПЛАСТИНОК ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ AGAVE L. (AGAVACEAE) EX SITU

Представлено результати досліджень вмісту біологічно активних речовин (лектинів) у листових пластинках представників роду *Agave* L. з колекції сукулентів Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Визначено оціночні показники вмісту лектинів у листках 11 зразків рослин. Виявлено, що екстракти листових пластинок окремих рослин, крім гемаглютинуючої, проявили ще й гемолітичну активність. Встановлено збільшення оціночних показників вмісту лектинів у листках більшості досліджених рослин (7 видів з 11) протягом онтогенезу.

Ключові слова: *Agave* L., лектини, гемаглютинуюча активність, гемолітична активність

Біологічно-активні речовини рослинного походження останнім часом знаходять широке застосування в галузі біології та медицини. Серед них значне місце посідають лектини – сполуки білково-вуглеводної природи, які здатні специфічно та зворотно зв'язувати вуглеводи, не модифікуючи останніх. Лектини входять до складу клітинних мембран і забезпечують ідентифікацію і взаємодію між різними клітинами, захищають від інфекцій, виконують рецепторні функції тощо [4; 5; 8].

Вивчення властивостей і значення лектинів рослинних організмів у кожному окремому випадку потребує індивідуального підходу з урахуванням локалізації лектинів в різних органах рослин, фази розвитку рослини, умов вирощування та багатьох інших факторів.

Об'єктом дослідження було обрано представників роду *Agave* L. (Agavaceae). Метою нашої роботи стало дослідження листових пластинок рослин роду *Agave* на наявність біологічно-активних речовин (лектинів) та

Таблиця 3

Оціночні показники реакції гемаглютинації (титр РГА) екстрактів листових пластинок (умовно "старі" та "молоді" листки) представників роду *Agave* з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна

Підрід	Вид	Оціночні показники (титр РГА)	
		"Старий" лист	"Молодий" лист
Littaea	<i>Agave attenuata</i>	2 ⁴	2 ³
	<i>A. filifera</i>	2 ⁵ -гемоліз; 2 ⁶ -2 ¹⁰ – РГА	2 ⁶ -гемоліз; 2 ⁷ -2 ¹⁰ – РГА
	<i>A. geminiflora</i>	2 ³ -гемоліз; 2 ⁴ -2 ⁵ – РГА	2 ¹ -гемоліз; 2 ² -2 ³ – РГА
	<i>A. mitis</i> (<i>A. celsii</i>)	2 ²	0
	<i>A. mitis</i> var. <i>albidior</i> (<i>A. albicans</i>)	0	0
	<i>A. stricta</i>	2 ⁵ -гемоліз; 2 ⁶ -2 ⁸ – РГА	2 ⁴ -гемоліз; 2 ⁵ -2 ⁶ – РГА
	<i>A. victoria-reginae</i> (<i>A. ferdinandi-regis</i>)	0	0
Agave	<i>A. americana</i>	2 ⁵ – гемоліз; 2 ⁶ – РГА	2 ⁵ – гемоліз
	<i>A. fourcroydes</i> (<i>A. ixtlii</i>)	2 ⁴ – гемоліз	2 ⁵ – гемоліз
	<i>A. sisalana</i>	2 ¹ – гемоліз; 2 ² -2 ⁶ – РГА	2 ²
	<i>A. vivipara</i> (<i>A. angustifolia</i>)	2 ⁵	2 ⁴

У процесі проведення аналізів ми спостерігали у досліджених зразків не тільки реакцію аглютинації, але й гемоліз еритроцитів. Тобто, екстракти листових пластинок рослин роду *Agave*, окрім гемаглютинуючої, проявили ще й гемолітичну активність. Дані, наведені у табл. 2, показали, що у *A. americana*, *A. vivipara*, *A. geminiflora*, *A. filifera* відбувався гемоліз еритроцитів у

перших розведеннях екстрактів – від 2³ до 2⁶ включно, у наступних розведеннях відбувалась реакція гемаглютинації – від 2⁴ до 2⁹. Також спостерігали зменшення показників гемолізу еритроцитів на 1 – 3 позиції при співвідношенні наважка/ЗФР 1:2. У зразків *A. vivipara*, *A. geminiflora* зафіксували зменшення показників гемолізу і показників титру РГА на 3-4 позиції.

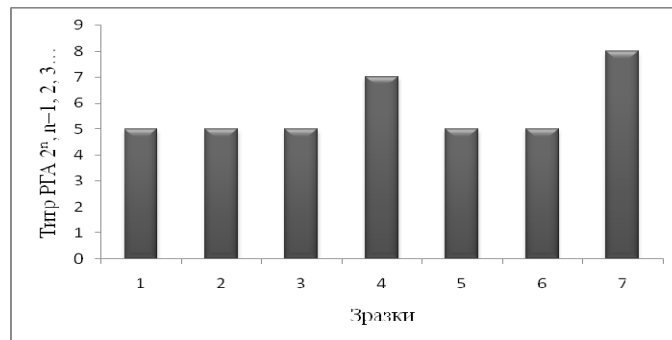


Рис. 1 Оціночні показники реакції гемаглютинації екстрактів листових пластинок представників роду *Agave* після осадження етанолом:

1 - *A. americana*, 2 - *A. vivipara*, 3 - *A. geminiflora*, 4 - *A. filifera*, 5 - *A. fourcroydes*, 6 - *A. sisalana*, 7 - *A. stricta*

Дослідження динаміки накопичення лектинів (табл. 3) виявило збільшення показників титру аглютинуючої активності в листках більшості досліджених рослин (у 7 видів з 11) протягом онтогенезу. "Молоді" листки (нова генерація) мали менші значення оціночних показників на 1-2 позиції порівняно з листками попередньої генерації ("старі" листки) майже у всіх досліджених рослин. Показники *A. mitis* var. *albidior* і *A. ferdinandi-regis* дорівнювали нулеві у всіх зразках. Спостерігали зменшення показників гемолізу еритроцитів на 1 позицію у "старих" листках *A. americana*, *A. filifera*, *A. fourcroydes*, і навпаки, збільшення показників гемолізу еритроцитів на 1-2 позиції у "старих" листках *A. geminiflora*, *A. sisalana*, *A. stricta*.

Гемоліз (haemolysis; грец. haima кровь + lysis розчинення, руйнування) – явище, при якому відбувається розчинення оболонки еритроцитів і вихід із них гемоглобіну, при цьому суспензія еритроцитів стає прозорою ("лакова кров"). Гемоліз може відбуватись внаслідок дії ряду речовин (гемолізинів), наприклад, ферментів, кислот, лугів, антибіотиків, сапонінів, алкалоїдів тощо [8]. З рослинних гемолізинів найбільший інтерес представляють сапоніни, що проявляють гемолітичні властивості в дуже незначних концентраціях. Тобто, можливою причиною часткової відсутності лектинової активності та наявності гемолізу еритроцитів може бути вміст цілого комплексу сильнодіючих біологічно-активних речовин в екстрактах досліджуваних органів рослин. Підтвердженням цього припущення є літерату-

рні відомості стосовно біохімічного складу рослин, де вказано, що листки рослин роду *A. sisalana* багаті на стероїдні сапоніни, основним із яких є гекогенін. Стероїдні сапоніни виявлені і в деяких інших видах агав, зокрема *A. americana*, яку культивують у Середземномор'ї, Індії, Центральній Америці [6].

При визначенні активності лектинів важливим є максимальне очищення екстракту від баластних білків і сильнодіючих речовин, наявність яких суттєво впливає на перебіг реакції гемаглютинації. Застосовують різні сполуки (ацетон, сульфат амонію, етанол). Найчастіше використовують етанол, при цьому концентрація спирту повинна бути не меншою ніж 66 % [2].

З метою виявлення оптимального способу обробки рослинної сировини відфільтровані екстракти (співвідношення наважка/ЗФР 1:1) осаджували 96% етанолом у співвідношенні 1:3 протягом 1 години. Отриманий осад розчиняли у мінімальній кількості ЗФР і визначали в ньому гемаглютинуючу активність.

Отримані результати показали, що при осадженні етанолом екстрактів рослинної сировини гемоліз еритроцитів не відбувався, чітко проявлялась реакція гемаглютинації. Оціночні показники гемаглютинуючої активності досліджених зразків дещо різнилися між собою (рис. 1). Зокрема, найбільш високий титр аглютинації (2⁸) відмічено у *A. stricta*, у *A. filifera* (2⁷), помітну гемаглютинуючу активність (2⁵) спостерігали у *A. americana*, *A. vivipara* (*A. angustifolia*), *A. geminiflora*, *A. fourcroydes* (*A. ixtlii*), *A. sisalana*, що свідчить про наявність помітної кількості

лектинів. Отримані дані слід враховувати при визначенні оптимального способу обробки рослинної сировини.

Широкий спектр показників титру гемаглютинуючої активності у досліджуваних рослин (від 0 до 2⁸) свідчить про можливість використання цих показників в якості додаткового хемотаксономічного критерію для ідентифікації таксонів в сучасній систематиці роду *Agave*.

Також слід зауважити, що у деяких рослин лектино-ва активність залежить від фази вегетації, що викликає необхідність подальшого вивчення вмісту цих біологічно активних речовин у рослин роду *Agave* під час сезонного розвитку, оскільки отримані дані нададуть важливу інформацію при визначенні перспектив використання рослин даного роду.

Висновки. Визначено оціночні показники вмісту лектинів у листках 11 зразків рослин роду *Agave*. Широкий спектр значень (титр РГА від 0 до 2⁸) свідчить про можливість використання цих показників в якості додаткового хемотаксономічного критерію для ідентифікації таксонів в сучасній систематиці роду.

Виявлено, що екстракти листових пластинок досліджених рослин роду *Agave*, окрім гемаглютинуючої, проявили ще й гемолітичну активність.

Дослідження динаміки накопичення лектинів показало збільшення показників титру РГА в листках більшості досліджених рослин (7 видів з 11) протягом онтогенезу.

Визначено оптимальний спосіб екстракції лектинів із рослинної сировини у нашій модифікації для нейтралізації сильнотоксичних речовин і проведення реакції гемаглю-

тинації. Отримані результати слід обов'язково враховувати при наданні рекомендацій стосовно можливостей практичного використання представників роду *Agave*.

Список використаних джерел

1. Гайдаржи, М.М. Монокарпічні рослини родини Agavaceae [Текст] / М.М. Гайдаржи / Збереження біорізноманіття тропічних і субтропічних рослин : Матеріали міжнародної конференції. – Київ, 2009. – С. 51-54.
2. Кириченко, О.В. Вплив передпосівного оброблення насіння ярої пшениці аглютином пшеничних зародків на вміст хлорофілу і лектино-ву активність у листках та азотфіксувальну здатність ризосферних мікроорганізмів [Текст] / О.В. Кириченко // Укр. біохім. журнал. – 2008. – Т. 80, № 1. – С. 107-113.
3. Луцки, М.Д. Методы поиска лектинов (фитогемагглютининов) и определение их иммунохимической специфичности. [Методические рекомендации] / М.Д. Луцкий [та ін.]. – Львов : Изд-во Львовск. мед. ин-та, 1980. – 20 с.
4. Луцки, М.Д. Лектины [Текст] / М.Д. Луцкий, Е.Н. Панасюк, А.Д. Луцкий – Львов : Вища школа, 1981.-212 с.
5. Мусієнко, М.М. Фізіологія рослин [Текст] / М.М. Мусієнко – К. : Либідь, 2005. – 808 с.
6. Муравьева, Д.А. Тропические и субтропические лекарственные растения [Текст] / Д.А. Муравьева – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Медицина, 1983. – 336 с.
7. Тропічні і субтропічні рослини / В.В. Капустян, В.В. Нікітіна, К.М. Баглай, М.М. Гайдаржи [та ін.] під ред. В.В. Капустяна. – Монографія. К. : ВПЦ Київський університет, 2005. – 224 с.
8. Физиология человека [Текст] / Под редакцией В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – Москва : Медицина, 2007. - 656 с. ISBN 5-225-04729-7.
9. Шакирова, Ф.М. Современные представления о предполагаемых функциях лектинов растений [Текст] / Ф.М. Шакирова, М.В. Безрукова / Журнал общей биологии – 2007. – Т. 68, № 2.- С. 109-125.
10. Illustrated Handbook of succulent plants. Monocotyledones [Text] / U. Eggl. – Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 2001. – 354 p.

Надійшла до редколегії 07.10.14

Г. Рудик, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.,
Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
Т. Еднак, студ.,
УНЦ "Институт биологии"
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (ЛЕКТИНЫ) ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА AGAVE L. (AGAVACEAE) EX SITU

Представлены результаты исследований содержания биологически активных веществ (лектинов) в листовых пластинках представителей рода Agave L. коллекции Ботанического сада им. акад. А. В. Фомина. Определены оценочные показатели содержания лектинов в листках 11 образцов растений. Выявлено, что экстракты листовых пластинок отдельных растений, кроме гемагглютинирующей, проявили еще и гемолитическую активность. Установлено увеличение оценочных показателей содержания лектинов в листках большинства исследованных растений (7 видов из 11) в течение онтогенеза.

Ключевые слова: *Agave L., лектины, гемагглютинирующая активность, гемолитическая активность.*

G. Rudik, PhD, senior staff scientist
O.V. Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
T. Yednak, student,
Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES (LECTINS) OF LEAF PLATES OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS AGAVE L. (AGAVACEAE) EX SITU

The results of investigation of content of biologically active substances (lectins) in leaf plates of representatives of the genus Agave L. in collection of succulents of the O. V. Fomin Botanical Garden are represented. The estimating indices of lectins content in leaves for 11 plant samples are defined. It is found that the extracts of leaf blades of some plants, except hemagglutination, also showed hemolytic activity. The increase of the estimating indices of lectins content in the leaves of majority of examined plants (7 of 11 species) during ontogeny is determined.

Key words: *Agave L., lectins, hemagglutination activity, hemolytic activity.*