



УДК 581.144.28.59

О. Є. Пюрко¹, В. М. Сидорова²**ГІСТОЛОГО-ФУНКЦІОНАЛЬНА СПЕЦИФІЧНІСТЬ
ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ *NYMPHAEA ALBA L.***¹*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Б. Хмельницького,*²*Центр еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді*

Показано, що досліджувана багаторічна рослина - *Nymphaea alba L.* відноситься до аерогідрофітів і володіє ознаками, притаманними для цієї екологічної групи рослин. Виявлено наступні анатомічні та функціональні особливості, що є пристосуванням до умов надлишку води: 1) утворення астроклерейд, які відносяться до механічних тканин; 2) наявність великих міжклітинників, які сприяють утриманню рослини; 3) відсутність продихів на нижній стороні листка та підводних органах, що змінює газообмін у рослині. Мікрохімічний аналіз золи вегетативних органів рослини показав наявність кристалів стронцію, сульфур, калію, феруму, кальцію, натрію, нітрогену (аміачного амонію), які відрізняються за скупченням, формою та розмірами в вегетативних органах (листка, корені та стеблі). Можна зазначити, що кількісно-анатомічні та фізіологічні особливості вегетативних органів *Nymphaea alba L.* дозволяють більш чіткіше зрозуміти механізм пристосування аерогідрофітів до впливу факторів навколишнього середовища. Отже, в результаті впливу на *Nymphaea alba L.* зовнішніх чинників, зокрема таких як надлишок вологи, змінюються адаптивно-пристосувальні механізми рослини та їх функціонування.

Ключові слова: Nymphaea alba L., вегетативні органи, анатомічна специфічність.

О. Е. Пюрко¹, В. Н. Сидорова²**ГИСТОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ
ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *NYMPHAEA ALBA L.***¹*Мелітопольський державний педагогічний університет**імені Богдана Хмельницького*²*Центр еколого-натуралістичного творчості ученицької молоді*

Показано, что исследуемое многолетнее растение - *Nymphaea alba L.* относится к аэрогидрофитов и владеет признаками, присущими для этой экологической группы растений. Обнаружены следующие анатомические и функциональные особенности, которые являются приспособлением к условиям избытка воды: 1) образование астроклерейд, которые относятся к механическим тканям; 2) наличие больших межклетников, которые способствуют удержанию растения; 3) отсутствие устьиц на нижней стороне листа и подводных органах, что изменяет газообмен в растении. Микрохимический анализ зола вегетативных органов растения показал наличие кристаллов стронция, сульфур, калию, феруму, кальцию, натрию, азоту (аммиачного аммония), которые отличаются за скоплением, формой и размерами, в вегетативных органах (листе, корне и стебле). Можно отметить, что количественно-анатомические и физиологические особенности вегетативных органов *Nymphaea alba L.* позволяют более четко понять механизм приспособления аэрогидрофитов к влиянию факторов окружающей среды. Следовательно, в результате влияния на *Nymphaea alba L.* факторов окружающей среды, в частности таких как избыток влаги, изменяются адаптивно-приспособительные механизмы растения и их функционирования.

Ключевые слова: Nymphaea alba L., вегетативные органы, анатомическая специфичность.

O. Ye. Pyurko¹, V. N. Sidorova²
HYSTOLOGICAL-FUNCTIONAL SPECIFICITY
OF *NYMPHAEA ALBA L.* VEGETATIVE ORGANS
¹Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University
²Center of Ecological and Natural Creation of Youth

Nymphaea alba L. belongs to aerohydrophytes and has all typical features of such ecological group. We found out the followings anatomic and functional features which are adaptation to the surplus of water: 1) formation of astrosklereid, which are the mechanical fabrics; 2) presence of large intercells which serve as plant fixation; 3) absence of stomas on the lower side of leaf and submarine organs that alterate the interchange of gases. The mycrochemical ash analysis of plant vegetative organs showed the presence of crystals of strontium, sulfur, potassium, ferrum, calcium, sodium, nitrogen, which vary by accumulation, form, and sizes, in vegetative organs (leaf, root and stem). We proved that quantitative, anatomical, and physiological peculiarities of *Nymphaea alba L.* vegetative organs uncover the mechanism of adaptation of aerohydrophytes to environment factors. The adaptative mechanisms of plant and their functioning are changed under influence of surplus of water.

Keywords: *Nymphaea alba L.*, vegetative organs, anatomic specificity.

Флора нашої планети нараховує до 300 тис. видів вищих спорових та квіткових рослин. 25-30 тис. видів знаходяться під загрозою зникнення, кожний десятий вид вищих рослин потребує охорони. Немало рідких, ендемічних, реліктових видів і у флорі України. Однією з найкрасивіших рослин водоймищ України можна назвати *Nymphaea alba L.* (Крупкіна Л.І., 2001). *Nymphaea alba L.* – єдина рослина, яка мільйони років без будь-яких морфологічних змін існує у флорі України, але інформації про анатомічні та фізіологічні особливості вегетативних органів цієї рослини у літературі не наведено. В зв'язку з тим, що *Nymphaea alba L.* потребує бережливого ставлення та в останні роки застосовується як декоративна рослина в штучних водоймах, вивчення її структурно - функціональної характеристики набуває все більшої актуальності.

Nymphaea alba L. – багатоліста трав'яниста рослина, висотою до 1,5 -2,5м. Коріння рослини – товсте, темно-бурого кольору, покрите залишками черешків листків. Плавучі листки рослини мають округлу форму, в діаметрі 10-30 см. Колір листків змінюється із віком рослини: в молодому віці вони червоного кольору, у дорослому – на поверхні темно-зелені, а знизу – червоно-фіолетові (рис.1) (Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф., 2005) .



Рис.1. Зовнішній вигляд *Nymphaea alba L.*

У *Nymphaea alba L.* сильно розвинута гетерофілія. У провідних пучках судини слабо розвинені або навіть відсутні. Центр тяжіння листка розміщується у місті кріплення до них черешка. Квітки *Nymphaea alba L.* - крупні, білого кольору, поодинокі, в діаметрі досягають 10-20 см. Чашечка квітки складається із 3-5 пелюсток,

але звичайно їх буває 4, її основа округла. Гінецей синкарпний, з полу нижньою зав'язю. Пелюстки квітки крупні з країв, до середини стають все дрібніші і дрібніші. На маленьких пелюстках з'являються жовті кінчики, які переходять в тонкі тичинки з пилковими мішечками. Останні – маточка з пухким рильцем, і круглою зав'язю. Зелені шароподібні плоди дозрівають під водою десь у кінці серпня – на початку вересня.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Анатомічні дослідження проводилися з матеріалом, фіксованим в 96% спирті і гліцерині. Матеріал, представлений на фотографіях, діаграмах збирався протягом 2009-2011 років в Полтавській та Херсонській областях. Наведені середні значення, отримані не менш ніж з 7 вимірювань. Весь матеріал, отриманий в результаті досліджень, оброблений статистично за допомогою ЕОМ. Середня помилка цих вимірювань не перевищує 5%. Визначення розмірів вегетативних органів дослідної рослини були проведені за загальноприйнятими морфо-фізіологічними методами (Казакова С.М., Пюрко О.Є., Христова Т.Є., Казаков Є.О., Коломійчук В.П., Намлієва Л.М., 2006). Виявлення макро- та мікроелементів проводилося за загальними фізіологічними методами (Казаков Є. О., 2000). Мікрофотографії зроблені за допомогою фотоапарата Samsung ES75. Для з'ясування особливостей мінерального живлення *Nymphaea alba L.* був проведений мікрохімічний аналіз золи вегетативних органів дослідної рослини, який проводився на водяній витяжці з золи, тому усі реакції відбувалися на рівні гідролізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Наші дослідження показали, що коренева система аборизного типу, вторинно-стержнева. Апекс включає три шари ініціалей з 1-3 клітинами у кожному. Ініціали нижнього шару дають початок ризодермі і чохлаку; середня зона ініціалів утворює периблему; внутрішня зона формує плерому. На поверхні кореня обособлюється ризодерма, волоски та продиhi відсутні. Захисну функцію несе перидерма. Первинна кора достатньо міцна. Екзодерма багат шарова, утворена щільно стиснутими клітинами. Мезодерма утворена нещільно розміщеними клітинами з великими міжклітинниками округлої форми. Міжклітинники складають аеренхіму. В порожнині міжклітинників видаються ідіобласти у вигляді астроклерейд - живих жорстких зірчасто-розгалужених клітин, які мають первинну і потовщену вторинну лігніфіковані оболонки (рис. 2).



Рис. 2. Астроклерейд в аеренхімі кореня *Nymphaea alba L.*

Ендодерма чітко диференційована; складається з одного ряду щільно розташованих спочатку – з тонкими, пізніше – з потовщеними стінками клітин, з поясками Каспарі, без міжклітинників. В ендодермі розміщуються пропускні клітини.

Від кори стелу відокремлює одношаровий періцикл. Стела представлена флоемою, ксилемою та судинами. В кореневищах з вторинним приростом в деревині сильно розвинена паренхіма, а лібриформ - слабо. Одревеніння клітинних оболонок незначне. Порівняльний аналіз тканин у корені *Nymphaea alba L.* показав, що ризодерма складає 10,8%, первинна кора – 30,8%, провідна система – 32,7%, стела – 25,7% (рис. 3). Із кореня виходять листя-трубочки на довгих черешках.

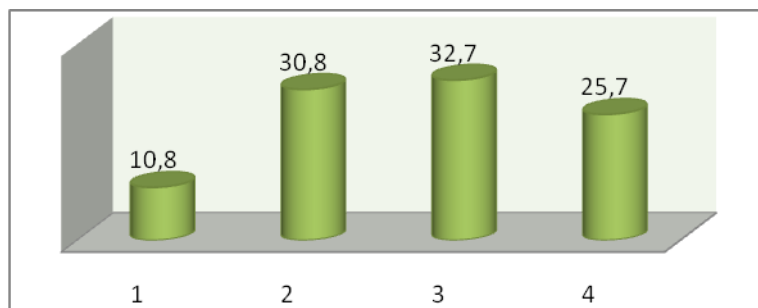


Рис. 3. Співвідношення тканин кореня *Nymphaea alba L.*, (%): 1-ризодерма, 2-первинна кора, 3-провідна система, 4-стела.

Нами доведено, що стебло опукло трикутної форми, діаметр – 1,3 - 2,7 см. Клітини епідерми стебла відрізняються формою і розмірами, зовнішні оболонки слабо потовщені, кутикула редукована, продиховий апарат відсутній, вкриті неразголуженими трихомами. Первинна кора складається із рихлої тонкостінної паренхіми, з широкими повітряносними ходами. Осьовий циліндр має порівняно невеликі поперечні розміри. Серцевина відсутня. Провідні пучки сильно наближені в серединній частині стебла. Ксилема має невелику кількість судин, які після руйнування утворюють вузький повітряносний хід. Ендодерма оточує зачаточний провідний пучок, в якому відсутні судини. У центрі – міжклітинний хід. Незначне одревеніння з'являється лише на стінках судин. Фелоген утворює аеренхіму. В аеренхімі виділяються зірчасті живі астроклереїди. На зовнішній стороні стебла спостерігаються вирости продовгуватої форми. Їх утворення пов'язане з посттравматичною регенерацією тканин.

Дослідження тканин стебла *Nymphaea alba L.* показали, що епідерма становить 3,8%, первинна кора – 29,3%, СВІП – 23,8%, ендодерма – 12,9%, фелоген – 19,7%, осьовий циліндр – 10,5% (рис. 4).

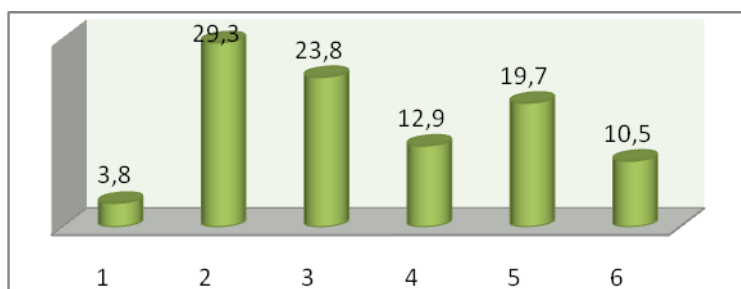


Рис. 4. Співвідношення тканин стебла *Nymphaea alba L.*, (%): 1-епідерма, 2-первинна кора, 3-СВІП, 4- ендодерма, 5-фелоген, 6-осьовий циліндр.

Листок округлий, цілокрай, форма основи листкової пластини серцевидна; має розміри: ширина 130 (181) мм, довжина центральної жилки – 165 (198) мм. З обох боків листок вкритий одношаровим епідермісом. Верхня епідерма складається із одного шару живих, щільно зімкнутих клітин, які мають звивисті обриси. Розміри верхньої епідерми складають 11,5 мкм. Наші дослідження показали, що верхня епідерма складається з таких типів основних клітин (Захаревич С.Ф., 1954; Пюрко О.Є., Сидорова В.М., 2011): I тип – 7 кутові, контури звивисті, кути в суміжних межах тупі, проекція багатокутна, кількість на 1 мм² – 50-60 шт.; II тип – 5-6 кутові, обриси звивисті, кути в суміжних межах тупі і прямі, проекція багатокутна, кількість на 1 мм² – 80-90 шт.; III тип – 4 кутові, контури звивисті, кути в суміжних межах тупі, проекція багатокутна, кількість на 1 мм² 30-40 шт. Продиховий апарат аномоцитного типу (Баранова М.А., 1985). Листок епістоматичний. Нижня епідерма займає 9,9 мкм і має клітини більшого розміру на 5-7%, із звивистішими контурами. Клітини нижньої епідерми утворюють неразголушені трихоми. Між верхнім і нижнім епідермальними шарами розташовується мезофіл. Клітини палисадного мезофілу мають продовгувату форму, розташовуються в три щільні слої під верхнім епідермісом. Губчаста паренхіма прилягає до нижнього епідермісу, представлена пухко розташованими клітинами округлої форми. Міжклітинники утворюють аеренхіму, в якій виділяються зірчасті живі астросклерейди. Судинні пучки закриті, колатеральні, слабо виражені. Центральна жилка листка, окрім звичайних – округлих СВП, має аномально розвинені судинні пучки, обкладка яких більш витягнута. Флоема та ксилема видовжені за вертикаллю.

Співвідношення тканин листка *Nymphaea alba* L. дорівнюють таким показникам: верхній епідерміс – 8%, нижній епідерміс – 6,8%, палисадний мезофіл – 10%, губчастий мезофіл – 17%, аеренхіма – 50%, СВП – 8,2% (рис. 5).

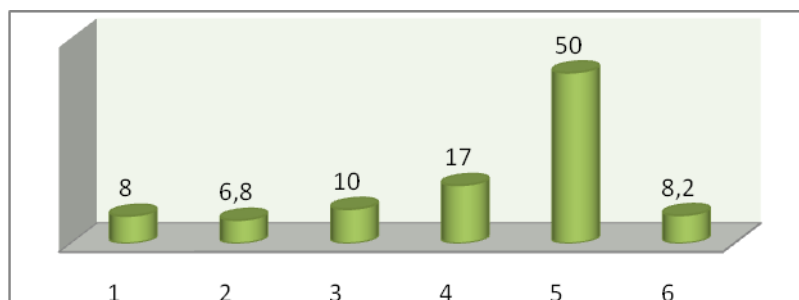


Рис. 5. Співвідношення тканин листка *Nymphaea alba* L., (%): 1-верхній епідерміс, 2-нижній епідерміс, 3-палисадний мезофіл, 4-губчастий мезофіл, 5-аеренхіма, 6-СВП.

Наші дослідження форми кристалів мінерального живлення показав, що в вегетативних органах *Nymphaea alba* L. кристали *Cu* та *Pb* темно-сірого кольору, мають призматичну та пластинчасту форму (рис.6а, 6б). Кристали *Sr* світло-сірого кольору, розташовуються хвилюподібними стрічками у полі зору; мають округлу форму, призматичні, поодинокі або поєднані в угруповання (рис. 6в, 6г).

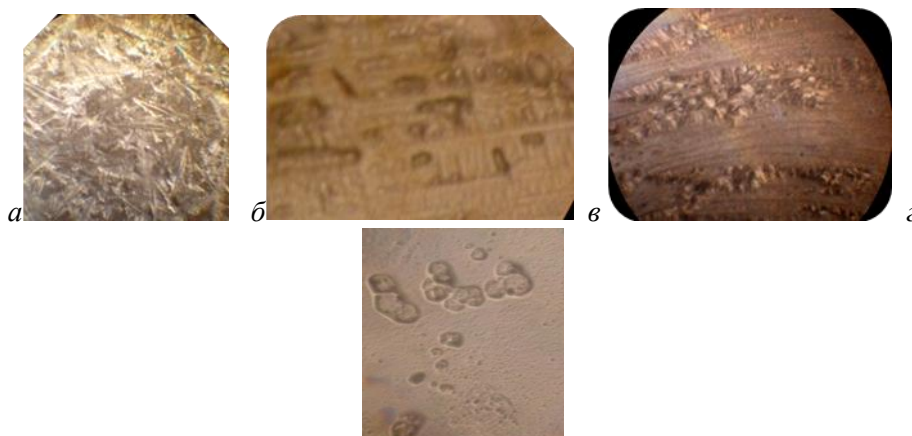


Рис. 6. Вигляд кристалів в *Nymphaea alba* L.: а – Cu, б – Pb, в і г – Sr.

Кристали *S* в вегетативних органах мають темно-сірий колір, паличкоподібної та хрестоподібної (рис.7а, 7б). Кристали *K* сірого кольору, у вигляді пластинок і призм, поодинокі та об'єднані в угруповання (рис.7в, 7г).

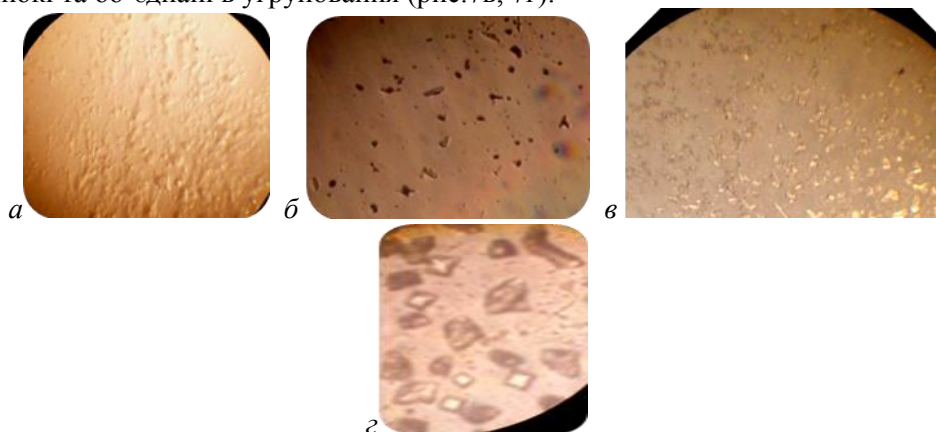


Рис. 7. Наявність кристалів в *Nymphaea alba* L.: а і б – S; в і г – K.

Кристали *Fe* темно-сірого кольору, трикутної та чотирикутної форми (рис. 8а, 8б). Кристали *Ca* темно-сірого кольору, поодинокі – голкоподібні, угруповання кристалів нагадують сніжинку (рис. 8в, 8г).

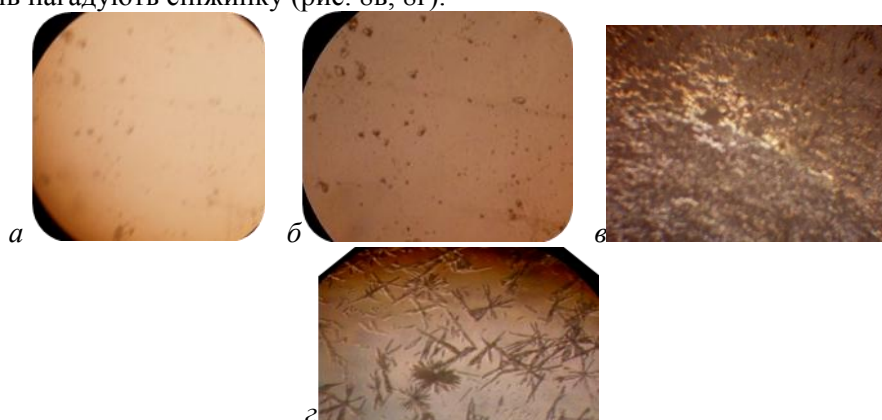


Рис. 8. Кристали в *Nymphaea alba* L.: а і б – Fe; в і г – Ca.

Кристали Na світло-сірого кольору. Мають вигляд чотирикутних пластин та призматичні; поодинокі та об'єднані в угруповання (рис. 9а, 9б). Кристали HN_4 темно-сірого кольору, кулькоподібні та трикутнопризматичні в невеликій кількості (рис. 9в, 9г).

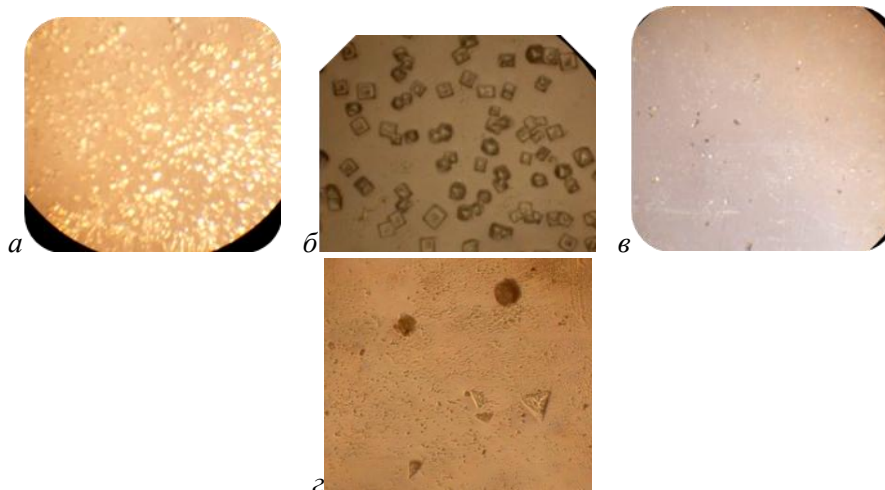


Рис. 9. Вигляд кристалів в *Nymphaea alba L.*: а і б – Na ; в і г – HN_4 .

Кристали P світло-сірого кольору, призматичні, багатокутні; поодинокі та об'єднані в невеличкі угруповання (рис. 10).

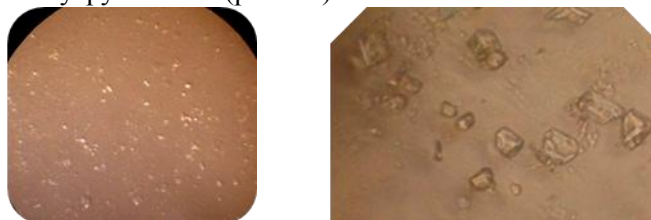


Рис. 10. Вигляд кристалів P в *Nymphaea alba L.*

Таким чином, досліджувана багаторічна рослина - *Nymphaea alba L.* відноситься до аерогідрофітів і володіє ознаками, притаманними для цієї екологічної групи рослин. Виявлено наступні анатомічні та функціональні особливості, що є пристосуванням до умов надлишку води: 1) утворення астроклереїд, які відносяться до механічних тканин; 2) наявність великих міжклітинників, які сприяють утриманню рослини; 3) відсутність продихів на нижній стороні листка та підводних органах, що змінює газообмін у рослині. Мікрохімічний аналіз золи вегетативних органів рослини показав наявність кристалів стронцію, сульфуру, калію, феруму, кальцію, натрію, нітрогену (аміачного амонію), які відрізняються за скупченням, формою та розмірами в вегетативних органах (листка, корені та стеблі). Можна зазначити, що кількісно-анатомічні та фізіологічні особливості вегетативних органів *Nymphaea alba L.* дозволяють більш чіткіше зрозуміти механізм пристосування аерогідрофітів до впливу факторів навколишнього середовища. Отже, в результаті впливу на *Nymphaea alba L.*

чинників навколишнього середовища, зокрема таких як надлишок вологи, змінюються адаптивно-приспосувальні механізми рослини та їх функціонування.

ВИСНОВКИ

1. На поверхні кореня обособлюється ризодерма, волоски та продихи відсутні. У корені виділяють екзодерму, мезодерму, ендодерму. Міжклітинники складають аеренхіму, де виділяються ідіобласти в вигляді астроклереїд. Стела представлена флоемою, ксилемою та судинами. Ризодерма кореня складає 10,5 мкм, первинна кора - 30 мкм, провідна система – 31,8 мкм, стела – 25 мкм.

2. Стебло *Nymphaea alba* L. вкрито епідермою, кутикула редукована, продиховий апарат відсутній, вкрита неразголуженими трихомами. Первинна кора представлена паренхімою, з широкими повітряносними ходами. Серцевина відсутня. Ксилема має невелику кількість судин. Ендодерма оточує зародковий провідний пучок. У центрі – міжклітинний хід. Фелоген утворює аеренхіму, де виділяються зірчасті живі астроклереїд. Гістологічний аналіз стебла довів, що епідерма стебла складає 10,2 мкм, первинна кора – 79,1 мкм, СВП – 64,3 мкм, ендодерма – 34,8 мкм, фелоген – 53,3 мкм, осьовий циліндр – 28,3 мкм.

3. Листкова пластина вкрита верхньою та нижньою епідермою. Продиховий апарат аномоцитного типу. Мезофіл представлений стовпчастою та губчастою паренхімами. Міжклітинники утворюють аеренхіму, в якій виділяються живі астроклереїди. Судинні пучки закриті, колатеральні, слабо виражені. З верхнього боку укрите ксилемою, з нижнього – флоемою. Листкова пластина складається з: верхнього епідермісу – 11,5 мкм, нижнього епідермісу – 9,9 мкм, палисадного мезофілу – 14,5 мкм, губчастого мезофілу – 24,6 мкм, аеренхіми – 72,3 мкм, СВП – 11,8 мкм.

4. У вегетативних органах виявлені кристали стронцію, сульфур, калію, феруму, кальцію, натрію, нітрогену (аміачного амонію), які відрізняються за скупченням, формою та розміром у листку, стеблі й корені, що може бути використано як тест-ознака при дослідженні водних організмів. Кристали фосфору, купрум, плумбум, – притаманні усім вегетативним органам дослідної рослини, але не відрізняються за формою, що не є якісною тест-ознакою вегетативних органів *Nymphaea alba* L.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц / Бот. журнал. - 1985. - Т. 70, № 12. - С. 1585-1595.

Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермиса листа / С.Ф. Захаревич. - Вестник Ленин. Университета, 1954. - № 4. - С. 65-75.

Казаков Є. О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Київ, Фітосоціоцентр, 2000. - С. 147-149.

Казакова С.М., Пюрко О.Є., Христова Т.Є., Казаков Є.О., Коломійчук В.П., Намлієва Л.М. – Практичний курс з ботаніки (анатомії та фізіології рослин). - Мелітополь, 2006. - С. 25-62.

Крупкина Л.И. Nymphaeaceae Salisb. - Кувшинковые / Флора Восточной Европы. Т. 10. - Л., 2001. -С. 25-30.

Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини.- Київ, Фітосоціоцентр, 2005. - 214 с.

Пюрко О.Є., Сидорова В.М. Гістологічна характеристика вегетативних органів евгалофіту *Halochenium strobilaceum* (Pall.) / Пюрко О.Є., Сидорова В.М. - Матеріали міжнарод. науков. конф. [Матеріали за VII міжнародна научна практична



конференция «новината за напреднали наука – 2011 (17-25 май, София, 2011)»]. – София: БялГРАД-БГ, 2011. – С. 3-5.

REFERENCES

- Baranova, M.A. (1985). Classification of morphological types of stoma. *Botanical Journal*, 70(12), 1585-1595.
- Zakharevich, S.F. (1954). Towards methodic of description of leaf epidermis. *Bulletin of Leningrad University*, 4, 65-75..
- Kazakov, Ye.O. (2000). *Methodological base of experiment in plant physiology*. Kiev: Phytosociocenter.
- Kazakova, S.M., Purko, O.Ye., Khristova, T.Ye., Kazakov, Ye.O. & Kolomyichuk, V.P. (2006). *Botany. Practical Course (plant anatomy and physiology)*. Melitopol.
- Krupkina, L.I. (2001). *Nymphaeaceae Salib. Nymphal. In Flora of Eastern Europe. Part X*. Leningrad.
- Nechitaylo, V.A., Kucheryava, L.F. (2005). *Botany. Higher Plant*. Kiev: Phytosociocenter.
- Purko, O.Ye., Sidorova, V.M. (2011). Hystological characterictics of vegetative organs of euhalophyte *Halochnemum strobilaceum* (Pall.). Proc. VII Int. Sc. Conf. Novinata za Naprednaly Nauka. Sofia.