

УДК 577. 19. 004.14 : 582. 55/. 56 + 582. 547 : 672.33.

Т.П. Мазур, Дідух М.Я., Дідух А.Я.

Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна

Київського національного університету імені Тараса Шевченка,

Україна, м. Київ 01032, вул. С. Петлюри (Коминтерну), 1

## **ВИКОРИСТАННЯ ТРОПІЧНИХ, ПЛАВАЮЧИХ ПЛЕЙСТОФІТІВ ДЛЯ САНІТАРНОГО ОЧИЩЕННЯ ШТУЧНИХ ВОДОЙМ**

*Ключові слова:* плаваючі плейстофіти, фитонцидна, бактерицидна активність, інтродукція.

Одне з першочергових завдань екологів світу є проблема забезпечення людства чистою питною водою. Запаси води на Землі величезні, вони становлять 0,025% усієї маси, проте абсолютна більшість її – це морська вода, яка не придатна для пиття. Маса прісної води складає 2% її загальної кількості, 96 % її сконцентровано у льодових щитах Антарктиди, Гренландії, гірських льодовиках, айсбергах. Із всієї кількості води лише 0,6-1% знаходиться у річках, озерах, ставках. Вода, як біологічна сполука, поєднує в собі працю рослинних та тваринних організмів. Серед цього біологічного різноманіття першочергове місце мають водні рослини, які в рослинному покриві займають особливе місце. Це одна з найзагадковіших груп рослин нашої планети [1, 11]. У світовій флорі їх близько 1000 видів, в Україні – 195 [3]. Більшість водних рослин в еволюційному плані розглядаються як ремігрантні види. Важливе значення мають ці рослини для самої водойми. Вони збагачують її киснем, регулюють гідрологічний і хімічний склад, створюють сприятливе середовище для нересту риби і життя мальків, сприяють санітарному очищенню водойми. В їх заростях гине личинка малярійного комара, не розвиваються гнілісні і хвороботворні

мікроорганізми. Виступаючи біофільтрами водойми вони пригнічують розмноження одноклітинних водоростей, які визивають так зване “цвітіння води”. Їх значення в природі неоцінене. З давніх-давен вони використовуються людиною як лікарські, декоративні, красивоквітучі та водоочистні рослини [6].

### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктами досліджень були водні рослини з родини *Araceae* Juss. та *Pontederiaceae* Kunth. колекції Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка [13,12]; методи: еколого-історичний та родових комплексів [10, 5], фенологічних спостережень [7]; лабораторний та радіального підсіву тест-культур [2, 14, 4]. Термінологія, екологічна класифікація наведені, за Х. Еллебергом та И.М. Распоповим [8, 9, 15]. Ботанічна номенклатура – літературними джерелами [12, 16, 17].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Використання водних та прибережно-водних рослин для біологічного очищення стічної води сільськогосподарських та промисливих підприємств давно відоме. На відстійниках третього етапу очищення стічної води в помірній зоні традиційно використовуються гелофіти із родин *Poaceae* Barnh. та *Typhaceae* Juss. Це – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link, *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Typha angustifolia* L. та *T. latifolia* L. В південних регіонах колишнього Радянського Союзу у 80-ті роки ХХ ст. вперше були випробувані тропічні, плаваючі, травянисті, розеткоподібні рослини – *Pistia stratiotes* L. та *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, які були більш ефективні для очищення стічної води, оскільки впливали на знезараження води від патогенних мікроорганізмів, водних грибів, а також на біодеградацію органічних, мінеральних речовин та абсорбували з води важкі метали і були названі біофільтрами.

*Pistia stratiotes* – пістія тілорізовидна, водяний латук, водяний салат - розетковидний плаваючий плейстофіт, який відноситься до родини *Araceae*

Juss., належить до підродини *Pistioideae* та являється її єдиним представником. Родина об'єднує понад 115 родів та 2500 видів рослин і являється однією з найдавніших серед однодольних рослин. Геологічна історія роду починається з крейдяного періоду і через це *P. stratioites* належить до реліктових видів. Хімічний склад *P. stratioites* вказує на широкі можливості у її використанні. В тропічних зонах з давніх-давен її використовують як харчову, кормову та лікарську рослину. *P. stratioites* розповсюджена в річках, озерах, болотах та старицях Європи, Азії, Африки, Австралії, Північної, Центральної та Південної Америки. Вцілому це пантропічний вид, але інколи буває і мезотермним. Клімат у місцях природного зростання *P. stratioites* тропічний, мусонний. Росте у вологих тропічних лісах, у водоймах з різним типом річкового режиму. В екологічному відношенні *P. stratioites* відноситься до водних рослинних угруповань – плаваючих плейстофітів, що пристосувалися до життя на поверхні води і не прикріплені до дна водойми або укорінені лише під час посухи в річковому мулі. Вона має вкорочене стебло, розетку бархатистих сріблясто-зелених листків та багато перистих плаваючих коренів. Листки пістії лопатовидні з найбільшою шириною у верхній частині  $6 \pm 2$  см та дещо звужені при основі  $4 \pm 2$  см, мають ряд особливих пристосувань для існування в плаваючому стані.

Рослини, в умовах захищеного ґрунту Ботанічного саду, досягають у висоту  $15 \pm 5$  см, а діаметер розетки  $20 \pm 5$  см. Коренева система *P. stratioites* довжиною  $25 \pm 5$  см. Серед скупчених на стеблі листків помітні зеленувато-білі, волосисті суцвіття, як правило, довжиною більше  $1,5 \pm 0,5$  см. Суцвіття – початок, переважно більше одного сантиметра, знаходиться в середині покривала, і неповною перетяжкою відокремлює єдину жіночу квітку від зав'язі, яка несе чисельні насінневі зачатки. Чоловічих квіток зі зрослими тичинками 2-8. Таке спеціалізоване суцвіття після розкриття пиляків дозволяє пилку падати безпосередньо на приймочку, де і відбувається запилення але може бути і самозапилення. Квітка *P. stratioites* має

вранішньо-денний тип квітання. Формування зав'язі відбувається над водою. Пістія рясно квітує (з травня по серпень) та плодоносить (з липня по вересень) і утворює життєздатне насіння. В умовах Ботанічного саду ім. акад. О.В.Фоміна у захищеному та відкритому ґрунті розмножується вегетативно (з червня по вересень) за допомогою столонів, які розвиваються в пазухах низових листків. На кінцях таких столонів виникають дочірні особини, які в свою чергу стають материнськими і дають нові столони (рис.1).

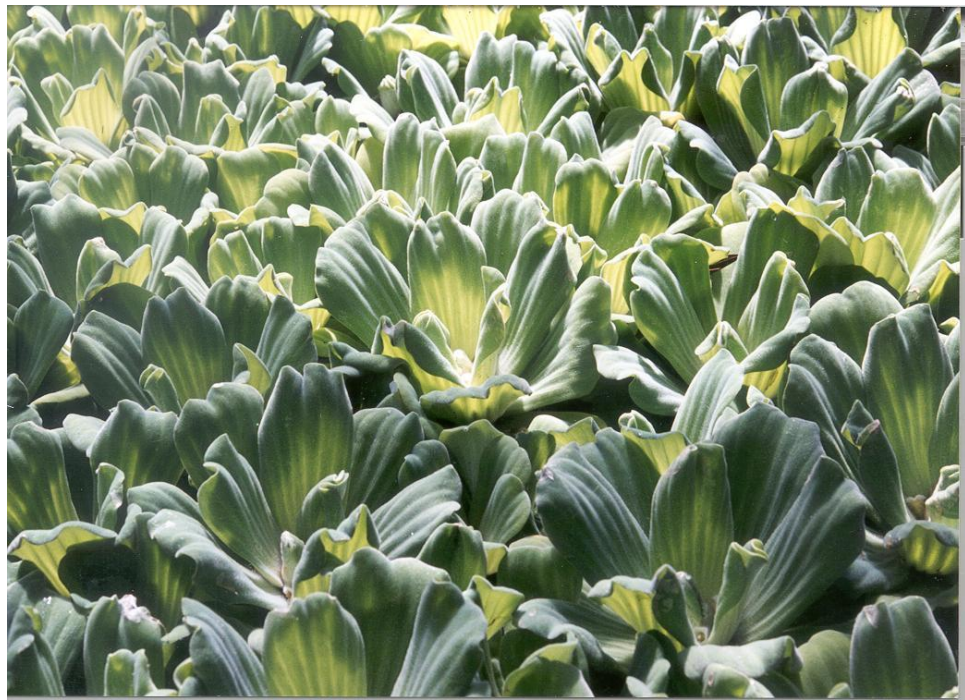


Рис.1. *Pistia stratiotes* L.

*Eichhornia crassipes* – водяний гіацинт розетковидний, плаваючий плейстофіт, який відноситься до родини *Pontederiaceae* Kunth. Належить до підроду *Eichhornieae*. Родина об'єднує 8-9 родів та більше 30 видів рослин. Хімічний склад рослини також вказує на її широкі господарські можливості. В тропічних зонах використовують як кормову та лікарську рослину. Це – пантропічний вид. Росте у вологих тропічних лісах, у водоймах з різним типом річкового режиму. Клімат у місцях природного зростання *E. crassipes* тропічний, мусонний. Екологічно *E. crassipes* відноситься до водних рослинних угруповань – плаваючих плейстофітів, що пристосувалися до

життя, не тільки на поверхні води, але і до дна водойми, прикріпившись корінням або повністю вкорінившись в річковому мулі (під час посухи). Для *E. crassipes* характерне вкорочене стебло та значна паранхімізація усіх органів. Листки – округло-ромбовидної форми з тупою верхівкою та клиновидною до вузькосерцевидної – основою, з потовщено-губчастим черешком.



Рис.2. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms під час квітання

Рослини, в умовах захищеного ґрунту Ботанічного саду, досягають у висоту  $85\pm 15$  см. Коренева система мичкувата довжиною,  $70\pm 5$  см. Квітки зібрані у суцвіття – неправильний колос завдовжки  $15\pm 5$  см. Квітконіс м'ясистий, формується у пазусі криючого листка, завдовжки  $35\pm 5$  см, завширшки –  $15\pm 0,3$  см. Квітки сидячі, шестипелюсткові, забарвлені у

фіолетовий колір. Верхня пелюстка має по центру забарвлену у синій колір пляму, в середині якої розміщена – жовтогаряча пляма (рис.2).

Квітки мають вранішньо-денний тип квітування. Масове квітування спостерігається у травні-червні. Формування зав'язі відбувається під водою. Дозрівання насіння спостерігається в червні-серпні. В умовах захищеного та відкритого (з червня по вересень) ґрунту також розмножується і вегетативно за допомогою столонів, які розвиваються в пазухах 12-14-го листка.

Центр розповсюдження *P. stratioites* – річки Північної та Центральної Америки, а *E. crassipes* – тропічної Південної Америки. Завдяки своїм високодекоративним якостям у ХІХ столітті ці водні рослини були розселені людиною у річки Азії, Австралії, Африки, Індії, а також на острови: Мадагаскар, Мальдіви, Сейшели, Суматра, Ява. Через це, сучасний природний та культивований ареал охоплює річки, болота та стариці Азії, Австралії, Африки, Південної Європи, Південної, Північної та Центральної Америки. В природних умовах р. Амазонки, р. Рио-Гвапоре, та р. Рио-Янаю дозрівання насіння *P. stratioites* та *E. crassipes* спостерігається тільки у травні-червні тобто в кінці періода дощів. Аналіз води в природних умовах: при температурі повітря +13-28°C температура води складає +15-30°C; рН – 5,9-8,4; жорсткість (GH) < 1-25°dH; KH < 1-24°dH; 20-785 μS/cm. Екологічно це – домінуючі едифікатори як в самостійних асоціації тропічних плаваючих рослин, так і в синузях інших ценотичних рангів водної та прибережно-водної рослинності тропічних річок, боліт та стариць. Через це в природних умовах ці рослини є водними бур'янами, які створюють несприятливі умови для судноплавства, а їх чисельні зарості, особливо, в малопроточних річках призводять до задухи риби та сприяють розмноженню комарів.

В умовах захищеного ґрунту Ботанічного саду ім. акад О.В.Фоміна *E. crassipes* и *P. stratioites* культивуються з 1967 року. Рослини були привезені із Росії ботанічних садів м. Сухумі та Санкт-Петербургу (Ботанічний інститут ім. В.Л.Комарова). Створено оптимальні умови для вирощування у захищеному ґрунті, а саме: утримання рослин в басейнах з глибиною 50-70

см.; температура води +18°-25°C; температурою повітря – +20°-30°C; рН – 7,4-8,4; відносною вологістю повітря близько 80-90%; освітленням 15000-20000 люкс із обов'язковим доосвітленням восени та взимку. З грудня по лютий *P. stratioites* та *E. crassipes* знаходиться в умовному стані спокою. У відкритому ґрунті вирощування цих рослин можливе лише з травня по вересень. В стаціонарних умовах захищеного ґрунту рослини добре розвиваються, щорічно квітують, утворюють життєздатне насіння та проходять всі періоди онтогенезу, який триває відповідно у *E. crassipes* – 4-5 років, а *E. crassipes* – 3-4 роки.

З метою перевірки бактерицидної та фітонцидної активності рослин в умовах культури були проведені такі досліді: визначення мікробного числа (МЧ) води басейнів Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна та радіального підсіву тест культур. Брали аналізи проб води (в стерильні пробірки) з водойм, де вирощуються *P. stratioites* і *E. crassipes*, а для порівняння воду де вони відсутні. За контроль брали воду з водогону. Проби об'ємом 0,1 мл наливали на дно стерильної чашки Петрі затим заливали +45°C м'ясо пептоновим агаром (МПА) шаром на глибину 1,5-2 мм. Після загусання чашки Петрі на дві доби ставили в термостат денцем догори. Підрахунок МЧ проводили в лічильній камері. За нашими даними МЧ у контролі не виявлено, у воді без досліджуваних рослин становило 10,5-11,8 тис.бакт./мл., у воді з *P. stratioites* та *E. crassipes* – 3,4-3,5 тис.бакт./мл. Для вивчення дії гомогенату листків та коріння рослин *P. stratioites* и *E. crassipes* на тест-культури – користувалися методом радіального підсіву тест-культур. Гомогенат із листків та коріння рослин розміщували в центрі чашки Петрі на МПА, затим радіально мазками підсівали тест-культури: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*. В процесі досліді з *P. stratioites*, було встановлено, що культура *Proteus vulgaris* зупиняла свій ріст на відстані 6-17 мм, *Staphylococcus aureus* – 8-12 мм, *Bacillus subtilis* – 11-16 мм, *Candida albicans* – 64-68 мм. У *E. crassipes* – відповідно 20-30 мм, 22-25 мм, 20-26 мм, і 80-88 мм. Нами відмічено особливий ефект пригніченної



дії летких речовин гомогенату кореневої системи та епіфітної мікрофлори рослин *P. stratioites* та *E. crassipes* на культуру *Escherichia coli*, яка взагалі не розвивалася. Це явище було відмічено вперше і потребує подальших досліджень.

### Висновки

Отже, нами встановлено, що *P. stratioites* та *E. crassipes* мають високі бактерицидні та фітонцидні властивості. Мікробне число відповідно складає у воді з *P. stratioites* та *E. crassipes* 3,4-3,5 тис.бакт./мл. і без досліджуваних рослин відповідно – 10,5-11,8 тис.бакт./мл. Вплив дії летких речовин на тест-культури: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* високий, зупиняє процес росту їх на відстані від 6-17 мм до 80-88 мм. Особливий ефект відзначено для *Escherichia coli*, яка взагалі не розвивалася. У зв'язку з чим ми рекомендуємо *P. stratioites* та *E. crassipes* використовувати у якості природних фільтрів і культивувати у природних та штучних водоймах різного типу.

### Література

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1993. – 304 с.
2. Великий практикум з мікробіології. – К.: Вища школа – 1962. – С. 276-279.
3. Дубына Д.В., Гейни С., Гроудова З., Отягелова Г., Стойко С.М., Сытник К.М., Тасенкевич Л.А., Шеляг–Сосонко Ю.Р., Эржабкова О. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. – К.: Наукова Думка, 1993. – 433 с.
4. Кашкин П.Н., Селинев Н.П., Кашкин К.П. Микробиология – Л.: Медицина 1968. С. 175-178.
5. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. Главн. ботан. Сада АН СССР.– 1953. – Вып. 15. – С. 24-40.
6. Лантев О.О. Интродукция та акліматизація рослин з основами озеленення. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 128 с.
7. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. бот. сада АН СССР. – 1979. – Вып. 113. – С. 3-8.
8. Распопов И.М. Об основных понятиях и направлениях гидробиологии в Советском Союзе // Успехи современной биологии. – Л., 1963. – Т. 55, Вып. 3. – С. 453-464.
- 9.



*Распопов И.М.* Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. – Л.: Наука, 1985. – 199 с. 10. *Русанов Ф.Н.* Новые методы интродукции растений // Бюл. Главн. Ботан. Сада. – 1950. – Вып. 7. – С. 31-36. 11. *Смиренский А.А.* Опыт культуры водных растений в естественных водоемах. Природа, 1956. – № 12. – С. 54-55. 12. *Тахтаджян А.Л.* Система и филогения цветковых растений. – Л.: Наука, 1987. – 439 с. 13. Тропічні та субтропічні рослини захищеного ґрунту: Монографія /Кол.авт.: За ред. В.В. Капустяна. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005. – 224 с. 14. *Утевський Н.Л.* Елементи медичної мікробіології. – М.: Держ. вид-во мед. літ., 1952. - С – 30-34. 15. *Ellenberg H.* Chemical data and aquatic vascular plants as indicators for pollution in the Moosach river system near Munich // Arch. Hydrobiol. – 1973. - 72. - P. 533-549. 16. Index Kewensis 2.0 Oxford University Press 1997. The data on this CD–Rom is the copyright of the Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Developed by System Simulation LTD, using Index software. System Simulation LTD. 17. *Muhlberg H.* Des grosse Buch der Wasser pflanzen. – Leipzig: Edition. 1980. – 408 s.