

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

БОНДАР НІКІТА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Допускається до захисту:
Завідувіч кафедри..... ,
Доцент
_____ О.В. Машталер
« ____ » _____ 20__ р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДОЙМ У
БОТАНІЧНОМУ САДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВОДНИХ РОСЛИН**

Спеціальність 101 Екологія

Магістерська робота

Науковий керівник:
Ю.Г. Приседський, професор кафедри
Ботаніки та екології
Доцент, професор

(підпис)

Оцінка: _____ / _____ /

(бали за шкалою ЄКТС/за національною шкалою)

Голова ЕК: _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Бондар Н.О. Дослідження методів очищення водойм у ботанічному саду за допомогою водних рослин. Спеціальність 101 Екологія, Освітня програма «Екологія». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця 2022

У магістерській роботі досліджено використання водних рослин у міських водоймах. Показано методику очищення міських водойм. Встановлено ефективність використання водних рослин.

Ключові слова: водні рослини, біорізноманіття, водорості, натуралізація, міські водойми.

39 с., 1 табл., 14 рис., 49 джерел.

Bondar N.O. Research of methods of water purification in the botanical garden using aquatic plants. Specialty 101 “Ecology”, Programme “Ecology” Vasyl` Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2022

In the master's thesis, the use of aquatic plants in urban reservoirs was investigated. The method of cleaning city water bodies is shown. The effectiveness of the use of aquatic plants has been established.

Keywords: aquatic plants, biodiversity, algae, naturalization, urban water.

39 p., 1 tabl., 14 fig., 49 sources

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ЗМІСТ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	5
1.1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ РОСЛИН.....	5
1.2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДУ ХАРА.....	7
1.3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДУ РЯСКА.....	9
1.4 НЕОБХІДНІСТЬ БІОРІЗНОМАНІТТЯ У МІСТАХ.....	10
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
ВИСНОВОК.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32

ВСТУП

Можливе екологічне відновлення зі штучних міських споруд.

Цей проект спрямований на те, щоб змінити спосіб збереження малих водойм у місті. Підтримка води та відсутність комарів досягається встановленням харчових ланцюгів у ставках і фонтанах, відбором організмів із достатньою екологічною значущістю для розвитку у водоймі, її стабілізацією та створенням очисних екосистем.

Таким чином досягається його прозорість протягом року, що дозволяє уникнути використання хлору. Основною метою є створення точок біорізноманіття в містах, які також становлять довгострокову соціальну вигоду та забезпечують міста місцями для зустрічей, де можливо розвивати освітні програми, зміцнювати сусідські відносини або сприяти діяльності з природоохоронними групами. Місця, де людина наближається до природи, приносять екологічну та соціальну користь.

Мета роботи: Дослідження методів очищення водойм у ботанічному саду, за допомогою водних рослин

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. Дослідити вплив водних рослин на біорізноманіття у міських водоймах.
2. Дослідити ефективність водойм у кліматичному напрямі.
3. Дослідити вплив міських водойм на розповсюдження гематофагів

Об'єкт дослідження – очищення міських водойм за допомогою водних рослин

Предмет дослідження – водні рослини видів *Chara vulgaris*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor* *Nuphar luteum* та *Potamogeton natans*

Актуальність роботи полягає у поширенні біорізноманіття у міських водоймах за допомогою водних рослин, що позитивно вплине на клімат та навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Загальна характеристика водних рослин

Водні рослини — рослини, які пристосувалися до життя у водному середовищі (солоному або прісному). Їх також називають гідрофітами або макрофітами, щоб відрізнити їх від водоростей та інших мікрофітів.

Макрофіт — це рослина, яка росте у воді або поблизу неї та є спливаючою, зануреною або плаваючою. В озерах і річках макрофіти забезпечують покриття для риб, субстрат для водних безхребетних, виробляють кисень і служать їжею для деяких риб і диких тварин.[1]

Макрофіти є основними продуцентами та основою харчової мережі для багатьох організмів.[2] Вони мають значний вплив на хімічний склад ґрунту та рівень освітленості [3], оскільки вони уповільнюють потік води та захоплюють забруднюючі речовини та уловлюють осади. Надлишок осаду осідає в бентосі завдяки зменшенню швидкості течії, викликаному наявністю стебел, листя та коріння рослин. Деякі рослини мають здатність поглинати забруднювачі своїми тканинами.[4][5] Морські водорості є багатоклітинними морськими водоростями, і, хоча їхній екологічний вплив подібний до інших великих водних рослин, їх зазвичай не називають макрофітами.[5]

Водні рослини потребують особливих пристосувань для життя занурених у воду або на поверхні води. Найпоширенішою адаптацією є наявність легких внутрішніх пакувальних клітин, аеренхіми, але також часто зустрічаються плаваючі листки та дрібно розсічені листки.[6][7][8] Водні рослини можуть рости лише у воді або в ґрунті, який часто насичений водою. Тому вони є звичайним компонентом водно-болотних угідь.[9] Однією з найбільших водних рослин у світі є амазонське латаття; одним з найменших є ряска дрібна. Багато дрібних водних тварин використовують такі рослини, як ряска, для дому або для захисту від хижаків. Деякі інші знайомі приклади водних рослин включають плаваюче серце, латаття, лотос і водяний гіацинт. Історично водні рослини були менш вивчені, ніж наземні.[10]

Основним фактором, що контролює поширення водних рослин, є наявність води. Однак інші фактори також можуть контролювати їх розподіл, включаючи наявність поживних речовин, хвилювання води, і солоність.[9] Деякі водні рослини здатні процвітати в солонуватій, солоній і солоній воді.[6]

Більшість водних покритонасінних рослин можуть розмножуватися цвітінням і закладанням насіння, багато з них також еволюціонували до широкого нестатевого розмноження за допомогою кореневищ, туріонів і фрагментів загалом.[7]

Повністю зануреним водним рослинам не потрібна жорстка або здерев'яніла тканина, оскільки вони здатні підтримувати своє положення у воді, використовуючи плавучість, як правило, від заповнених газом лакун або тургідних клітин Аеренхім.[12] Після виймання з води такі рослини зазвичай мляві та швидко втрачають тургор.[13]

Однак тим, хто живе в річках, потрібна достатня структурна ксилема, щоб уникнути пошкодження швидкою течією води, а також їм потрібні міцні механізми прикріплення, щоб не бути вирваними річковим потоком.

Багато повністю занурених рослин мають дрібно розсічені листя, ймовірно, щоб зменшити опір у річках і забезпечити значно збільшену площу поверхні для обміну мінералами та газами.[12] Деякі види рослин, такі як *Ranunculus aquatilis*, мають дві різні форми листя з дрібно розсіченими листками, які повністю занурені, і цілими листками на поверхні води.

Деякі стоячі водні рослини можуть змінювати своє положення в товщі води в різні пори року. Одним із яскравих прикладів є *Stratiotes aloides*, який у вигляді безкорінної розетки лежить на дні водойми, але наприкінці весни повільно спливає на поверхню, щоб його суцвіття могло здійснитися в повітря. Підіймаючись по товщі води, вона дає коріння і вегетативні дочірні рослини за допомогою кореневищ. Після завершення цвітіння рослина опускається крізь товщу води і коріння атрофується.

У плаваючих водних покритонасінних листя еволюціонувало так, що вони мають лише продихи на верхній поверхні, щоб використовувати атмосферний вуглекислий газ.[14] Газообмін в основному відбувається через верхню поверхню листка завдяки положенню продихів, а продихи знаходяться в постійно відкритому стані. Завдяки своєму водному середовищу рослини не ризикують втратити воду через продихи, а тому не стикаються з ризиком зневоднення.[14] Для фіксації вуглецю деякі водні покритонасінні рослини здатні поглинати CO_2 з бікарбонату у воді, що не властиво наземним рослинам.[11] Покритонасінні, які використовують HCO_3^- може підтримувати задовільний рівень CO_2 навіть у базових середовищах з низьким рівнем вуглецю.[11]

Макрофіти виконують багато екосистемних функцій у водних екосистемах і надають послуги людському суспільству. Однією з важливих функцій, яку виконує макрофіт, є поглинання розчинених поживних речовин, включаючи азот і фосфор.[3] Макрофіти широко використовуються в створених водно-болотних угіддях по всьому світу для видалення надлишку N і P із забрудненої води.[11] Крім прямого поглинання поживних речовин, макрофіти опосередковано впливають на кругообіг поживних речовин, особливо на кругообіг азоту, впливаючи на функціональні групи денітрифікуючих бактерій, які мешкають на коренях і пагонах макрофітів.[16] Макрофіти сприяють осадженню зважених твердих речовин, зменшуючи швидкість течії [17], перешкоджають ерозії, стабілізуючи поверхню ґрунту [18]. Макрофіти також забезпечують просторову неоднорідність у неструктурованому водному стовпі. Складність середовища існування, створена макрофітами, сприяє збільшенню різноманітності та щільності як риб, так і безхребетних.[19]

Додаткова цінність макрофітів для конкретної ділянки забезпечує середовище проживання диких тварин і робить системи очищення стічних вод естетично задовільними.[20]

1.2 Загальна характеристика роду *Хара*

Chara — рід харофітових зелених водоростей родини Харових. Вони багатоклітинні і зовні нагадують наземні рослини через стеблоподібну та листоподібну структуру. Вони зустрічаються в прісній воді, особливо у вапнякових районах по всій північній помірній зоні, де вони ростуть під водою, прикріплені до мулистого дна. Вони віддають перевагу менш насиченій киснем і жорсткій воді і не зустрічаються у водах, де присутні личинки комарів.[21] Вони вкриті відкладеннями карбонату кальцію і широко відомі як кам'янки. Було виявлено, що ціанобактерії ростуть як епіфіти на поверхні Чари, де вони можуть брати участь у фіксації азоту, що важливо для живлення рослин.[22]

Система розгалуження видів Chara є складною з гілками, що походять від апікальних клітин, які відрізають сегменти біля основи, щоб по черзі утворити вузлові та міжвузлові клітини.[23] Головні осі несуть завитки гілок, зовнішню схожість з Equisetum (судинна рослина).[24] Зазвичай вони прикріплюються до літорального субстрату за допомогою розгалужених підземних ризоїдів. Рослини Chara шорсткі на дотик через відкладення солей кальцію на клітинній стінці. Метаболічні процеси, пов'язані з цим відкладенням, часто надають рослинам Chara характерний і неприємний запах сірководню.[23]

Тіло рослини — гаметофіт. Він складається з головної осі (диференційованої на вузли та міжвузля), диморфних гілок (довга гілка необмеженого росту та коротких гілок обмеженого росту), ризоїдів (багатоклітинних із косими перегородками) та листистих листків (голчасті структури в основі вторинних бічних сторін).

Чара розмножується вегетативно і статеві. Вегетативне розмноження відбувається бульбами, зірочками амілуму та вторинними протонематозними. Статеві органи — це багатоклітинна куля або антеридій (чоловічий) і ядро або архегоній (жіночий). Антеридії та архегонії можуть зустрічатися на окремих рослинах (діоїці), разом на одній рослині (з'єднані

моноїції) або окремо на одній рослині (з'єднані моноїції).[25] Після запліднення зигота перетворюється в ооспору.

1.3 Загальна характеристика роду Ряска

Lemna — рід вільно плаваючих водних рослин, які називаються ряскою. Вони є морфологічно розбіжними членами сімейства арумових *Araceae*. Ці рослини, що швидко ростуть, знайшли застосування як модель системи для досліджень у сфері екології громад, базової біології рослин, екотоксикології та виробництва біофармацевтичних препаратів, а також як джерело корму для тварин у сільському господарстві та аквакультури. В даний час відомо 14 видів *Lemna*. [26]

Види *Lemna* ростуть у вигляді простих вільно плаваючих таломів на поверхні води або просто під нею. Більшість з них невеликі, не перевищують 5 мм у довжину, за винятком *Lemna trisulca*, який видовжений і має розгалужену структуру. Слоївища *Lemna* мають один корінь, що відрізняє цей рід від споріднених родів *Wolffia* (відсутні корені), *Spirodela* і *Landoltia* (мають багатокореневі корені).

Рослини ростуть переважно шляхом вегетативного розмноження: від дорослої рослини брунькуються дві дочірні рослини. Ця форма росту дозволяє дуже швидко заселяти нову воду. Ряска — це квіткові рослини, і відомо, що майже всі вони розмножуються статевим шляхом, цвітуть і дають насіння за відповідних умов. Деякі ряски (такі як *L. gibba*) є рослинами довгого дня, тоді як інші (такі як *L. minor*) є рослинами короткого дня. Коли *Lemna* вторгається у водний шлях, її можна видалити механічним шляхом, додавши травоядних риб (наприклад, білого амура), або, необережно, обробити гербіцидом.

Швидко зростання ряски знаходить застосування в біоремедіації забруднених вод, в обробці муніципальних стічних вод [5] і як тестові організми для екологічних досліджень.[6] Він також використовується як система експресії для економічного виробництва складних біофармацевтичних препаратів.

Борошно з ряски (сушена ряска) — хороший корм для худоби. Містить 25-45% протеїну (залежно від умов зростання), 4,4% жиру і 8-10% клітковини в перерахунку на суху вагу.

Lemna була трансформована молекулярними біологами для експресії білків, що представляють фармацевтичний інтерес. Експресійні конструкції були розроблені, щоб змусити Lemna секретувати трансформовані білки в середовище для росту з високим виходом. Оскільки Lemna вирощується на простому середовищі, це суттєво зменшує навантаження на очищення білка при підготовці таких білків для медичного використання, обіцяючи значне зниження витрат на виробництво.[9][10] Крім того, Lemna-хазяїн може бути сконструйований таким чином, щоб викликати секрецію білків із людськими моделями глікозилування, що є кращим показником у порівнянні зі звичайними системами експресії генів рослин.[11] Розробляється кілька таких продуктів, у тому числі моноклональні антитіла.

1.4 Необхідність біорізноманіття у містах

Міста, за своєю суттю, є людськими екосистемами, але в них також є елементи природи, сприяють певним екологічним процесам і мають наслідки для еволюції виживання видів, включаючи людей. Відповідно, це зробити не можна поділ між людьми та природою глибоко пов'язані. Крім того, Людські чинники не ізольовані, але разом із природними системами впливають і помітні впливають на процеси та моделі їх взаємодії.

Зв'язок між містами, людьми та природою є особливо актуальним, оскільки від 2007 року більше половини населення світу живе в містах, і за оцінками ООН, у 2050 році цей показник сягне 70% [32]. Сьогодні в Іспанії майже 80% населення проживає в містах, і це число значно перевищує у середньому по Європі, і в 2030 році очікується, що майже половина всіх громадян Іспанії буде зосереджено лише в 15 містах з населенням понад 300 000 жителів [32]. Тому сьогодні, як і в багатьох містах, більшість людей проживає в районах з переважанням жорстких і асептичних, з невеликим контакту з природою, а отже, без благ, які вона дає. З іншого боку,

просторова організація, поведінка та динаміка міст зумовлюють поведінки видів і формування спільнот, кожне з яких може бути специфічним для іншого міського середовища.

Це, по суті, простори для людей, але вони повинні бути таким чином розуміти з кількох різних контекстів:

- Міста в усьому світі слід вивчати як соціальні та біофізичні явища. Вони мають схожу внутрішню структуру між собою, схожі функції та процеси.
- Міста мають великий вплив на екосистеми Землі та їхні стосунки. Вони мають великий екологічний слід, спричинений потребою імпортувати продуктів харчування, енергії чи інших товарів, утворюючи при цьому викиди та відходи. Ось чому міста мають великий потенціал для збереження ресурсів і пом'якшити наслідки зміни клімату.
- Тому біорізноманіття в містах відіграє вирішальну роль, не тільки через рівень біологічного багатства, що змінює та сприяє екосистемним процесам, або забезпечує екологічні переваги, але безпосередньо покращує якість життя та благополуччя людей, які їх населяють, надаючи послуги т.зв. соціо-екологічний. Наприклад, тільки міські гаї вже забезпечують кілька товарів: вони сприяють регулюванню температури, шуму, поглинають і фіксують зважені частинки, очищати повітря та сприяти випаровуванню, частина переваг для людського, фізичного та психологічного здоров'я.

Залежно від походження міської флори і фауни, біорізноманіття міста на три групи [33]:

1. Біорізноманіття в неволі: це види, які раніше існували в навколишньому середовищі та що місто інтегрувалося у свій ландшафт у своєму розвитку, як, наприклад, невеликі птахи підліску та чагарників, такі як дрозди та земноводні або ссавці, як білки.
2. Індуковане біорізноманіття: види, що походять з інших середовищ існування, але завдяки людській діяльності або артефакти з'явилися в містах, багато разів вони також приходять з місць, де вони були в неволі, як у

випадку з папугою Крамера, що походить з Африки, але поширені в багатьох містах через втечі або звільнення тварин у клітці

3. Приваблене біорізноманіття: вони є антропофільними видами, тобто вони прагнуть населяти людьми в міському середовищі, наприклад звичайними щурами або горобцями, оскільки вони використовують ресурси людей з точки зору харчування.

Інший спосіб класифікації видів, які населяють міста, - це відповідно до середовища, в якому вони живуть. Вони населяють [33], тому поділ можна зробити на три групи, кожна з яких має біотопи 2 різних:

- а. Сірий світ: ті, що живуть безпосередньо на штучних платформах, таких як асфальт, будівлі, стіни, дороги, дорожня інфраструктура, системи метро, площі...
- б. Зелений світ: види, що населяють береги річок, міські зелені насадження наприклад, парки чи сади, міські дерева, ділянки чи пустирі.
- в. Блакитний світ: як вказує його назва, він охоплює істот, які живуть у ньому водні елементи, будь то фонтани, ставки, пляжі, порти, природні або штучні.

Від підходу, заснованого виключно на збереженні біорізноманіття, інтегруючи його в колишнє планування та управління містами сприятиме присутності в міській структурі адекватної частини видів флори та фауни в цьому районі, тим самим зменшуючи спосіб впливу зростання міст на найближче оточення. Розширення міста не повинні асоціюватися зі знищенням місцевого рослинного і тваринного світу. це особливо важливо відкинути ідею несумісності між містом і біорізноманіттям, враховуючи важливість метрополій у суспільстві, за кількістю, розміром і населенням, щопридулок; В даний час, за оцінками ООН, майже 3% земної поверхні займають міські території і ще 60% міських районів, які існуватимуть у 2030 році, ще не забудовані [34].

Важливо так само підкреслити, що велика кількість міст розташована в точках гарячі точки біорізноманіття, які є територіями з найбільшим видовим багатством у світі. світу, будучи значною частиною з них унікальними для

цих територій, і які в багатьох випадках розташовані під загрозою зникнення. Деякими прикладами є Кейптаун (Південна Африка), де з 9700 наявних видів рослин, 70% з них є ексклюзивними для цієї області, або Ріо-де-Жанейро (Бразилія), розташований на атлантичній Мальті, яка є одним із найбільш зникаючих тропічних лісів на Землі (Фернандес Кальво, І.С., 2019; 16). Але в містах, розташованих у цих гарячих точках, є не тільки багате біорізноманіття, але й, на відміну від того, що можна було б подумати, більшість міст є домом для великої різноманітності біологічної. Наприклад, щодо птахів, з 10 052 визнаних видів птахів, які на планеті приблизно 20% є міськими птахами, що становить три чверті усіх родин цих тварин. Щодо рослин, то з 14240 видів рослин судинні (які мають справжні корінь, стебло та листя як такі), близько 5% міські, тобто дві третини всіх родин рослин [34].

Відповідно до дослідження Глобальний аналіз впливу урбанізації на різноманітність птахів і рослин виявляє ключові антропогенні фактори (2013), ті самі види птахів або рослин не існують у всіх містах, але є загальні види. Що стосується птахів, це скельні голуби (*Columba livia*), зустрічаються щонайменше у 80% із 147 міст, включених у дослідження, а також горобець хатній (*Passer domesticus*), шпак звичайний (*Sturnus vulgaris*) або ластівка (*Hirundo rustica*). У рослин принаймні 11 видів зустрічаються в 90% досліджених міст [35].

Примітно також, що в міських видах 36 видів птахів і 65 видів рослин, включені до Червоної книги МСОП, індикатор критичності для здоров'я біорізноманіття світу. У 14 із 147 (30%) проаналізованих міст також були перебувають під загрозою зникнення, Сінгапур – місто з найбільшою їх кількістю. У рослинах лише види, що знаходяться під загрозою зникнення, зустрічаються у 8% міст, знову ж у Сінгапурі більше з них переховували [36]. Ці дані відображають розуміло важливість присутності біорізноманіття в містах і необхідність його захисту, проектування та планування таким чином, щоб вони сприяли присутності птахів, які принесуть користь усьому біорізноманіттю. З іншого боку, існує загроза, яку становлять екзотичні або

інвазивні види, що є більш серйозним маючи на увазі рослини, ніж тварин. Міста містять приблизно 28% видів інвазивних рослин порівняно з 3% екзотичних птахів [35]. Інтродукція немісцевих видів, головним чином людиною через глобального обміну видами завдає шкоди, а в деяких випадках може знищити екосистеми характерні для певних територій, шкодячи їхнім процесам і змінюючи зв'язки між різними організмами.

Ренатуралізуйте міста та розмістіть у них тварин і рослин, збільшуючи зелені насадження і створення мережі між ними не лише має переваги біологічне різноманіття, якому буде надаватися перевага, а також позитивні аспекти добробуту людські величезні.

Позитивний вплив на здоров'я: Термін здоров'я означає не тільки стан фізичного, психологічного та соціального благополуччя позбавлені хвороб. Щоб сприяти цьому добробуту, необхідно творити здоровий простір для громади, оскільки середовище, в якому живуть люди взаємодія має величезний вплив на ваше здоров'я. Фактично, історично з давніх часів ландшафт мав помітний вплив на здоров'я людини природні простори пов'язані з «терапевтичним середовищем і способом життя». здоровий» [36], будучи, наприклад, одним із основних мотивів, які пропагували міські парки протягом 19 ст. Присутність природи в містах є терапевтичною, з великою користю фізичне та психічне здоров'я людей. З одного боку, наявність парків або великих адекватні зелені насадження сприяють і запроваджують практику фізичних вправ серед громадян, а отже, їх здоров'я; тих, хто має ці системи поблизу зеленої інфраструктури виконують більше фізичної активності, а отже, їх здоров'я краще. Вплив неінфекційних захворювань (НІЗ) кардіального типу, Цереброваскулярний, психічний або діабет зменшується в суспільстві з практикою фізичні вправи; Наприклад, «було показано, що існує прямий зв'язок між часом присвячений ходьбі з більшим зниженням рівня глюкози в крові пацієнтів із діабетом» [37].

З іншого боку, природні простори необхідні для психічного здоров'я та благополуччя психологічний стан людей; пов'язані з ідеєю розслаблення,

зменшення стрес і навіть для покращення уваги та концентрації. Наприклад, бутиможливість бачити птахів навколо будинків чи будівель корисна для здоров'яуми людей. Люди, які живуть у районах, де є птахи, дереваі кущів більше, незалежно від умов кожної особини, цеменш схильні до депресії, тривоги або стресу, згідно з проведеним дослідженням Університетом Ексетера разом з Університетом Квінсленда та Британським фондом для орнітології [38].

Так само, хлопчики та дівчатка, які мають природні простори, де можна грати чи тусуватися при цьому вони розвивають кращу здатність до концентрації та моторики [39]. І це те, що, згідно з теорією біофілії, запровадженою Е.О.Уїлсон у своїй книзі «Біофілія» (1984), організм людини потребує психофізичні стимули, що надаються природним середовищем: тінь дерев, спів птахів, запах квітів... Люди відчувають вроджений потяг доживих істот, рослинами і тваринами, і вимагають розвитку цих відносин нормально. Інша теорія, яка пов'язує психічне благополуччя з природою, - це викрив Р. Ульріх у 1991 році, який стверджує, що зелені насадження являють собою апротиотрута від стресу. Ульріх і його команда провели експеримент, під час якого попросили учасників виконати стресову діяльність; після кожного одному з них показали інше відео, або міських просторів, або просторів природний. Зібрані дані (рис. 3) показали, що ті люди, яким показали зображення природи, повністю одужали від попередній стрес швидше, порівняно з тими, хто спостерігав міські простори. Тому за допомогою пасивних видів діяльності, таких як просте споглядання природи через вікно, або прогулятися під деревами, слухаючи птахів, ефективно зменшує стрес і занепокоєння [40].

Також заслуговує на увагу теорія відновлення уваги або АРТ [41], розроблена С. Капланом у 1989 році, яка стверджує, що ємність концентрацію та підтримку уваги можна збільшити за допомогою впливу до відновлюючих природних середовищ, де знижується стомлюваність уваги. Досліджень про переваги зелених насаджень дуже численні та наслідки їх позитивний вплив

на здоров'я людей широко перевірено. Отже, інтеграція природи в міських центрах, в арізноманітні та збалансовані, забезпечуючи справедливу доступність, покращать здоров'яосіб, що призводить до збільшення тривалості життя та скороченнянерівність у здоров'ї. Але переваги виходять за межі особистої сфери, на що впливаютьекономічні. Як прямий наслідок покращення фізичного та психічного самопочуття,отримує велику економію для міст з точки зору профілактики здоров'я, і лікування. Згідно з дослідженням, проведеним у Філадельфії, його системаПарки та зелені зони в 2007 році врятували своїх громадян понад 69 мільйонівдоларів США на здоров'я [42].

Позитивні соціальні та культурні ефекти:Культурні послуги, які надає біорізноманіття, також важливі. Демонструєтьсящо чим більше мереж людських стосунків у сусідстві, тим успішніше іще безпечно, і ці мережі створюються через будь-який елемент чи установу, якасприяти участі та обміну між сусідами, як це роблять парки абосади (Phiadelphia Park Alliance, 2008; 12). Ці простори, контейнери збіорізноманіття, сприяти громадській діяльності різних соціальних груп,створення відчуття причетності та згуртованості.Так само проведення громадських заходів на природі дужеважливий для створення екологічних і психологічних зв'язків між людьмиі навколишнє середовище; оскільки знання, інформація та стосунки, які люди можуть мати з природними стихіями, роблять їх більш схильними до дійкористь їх захисту, вигода повинна бути взаємною.Вони також роблять місто більш дружнім середовищем, більш «прогулянковим», сприятливимзнову ж здоров'я людей, але також можливість зустрічей абопасивне спостереження, що підвищує безпеку. Загалом природа в містіприпускає, більш абстрактним способом, джерело художнього натхненняелементи для споглядання та насолоди; спів птахів, запах квітів абоСвітло крізь листя дерев - це насолода для почуттів.

Застосовуються багато загальних екосистемних послуг, згаданих вищев містах. Висока різноманітність видів у містах покращить їхню стійкістьпроти

стихійних лих чи чуми, тобто його здатність відновлюватися, «містостійкий оцінює, планує та діє, щоб підготуватися та реагувати на всі ризики, раптові та повільний початок, очікуваний або несподіваний. Завдяки цьому вони краще захищаються і покращувати життя людей, досягати більшого розвитку, сприяти навколишньому середовищу сталого розвитку та сприяння позитивним змінам», згідно з міжнародною програмою стійкості міст ООН-Хабітат [43]. Наявність біорізноманіття в міських екосистемах також підвищить безпеку харчування, сприятиме пом'якшенню зміни клімату та сприятиме запиленню. З подібним чином впровадження рішень, заснованих на природі, сприяло б цілому біорізноманіттю та забезпечить численні добре відомі переваги, такі як зменшення міського теплового острова, кращий стік і очищення стічних вод, якість повітря... В економічному аспекті витрати, отримані від спроби замінити екосистемні послуги шляхом штучних процесів вищі, ніж проведення відповідних заходів захищати екосистеми та біорізноманіття, яке їх створює; створювати стійкі міста захист існуючих видів тварин і рослин, мінімізація та адаптація до ризику катастроф, це дешевше, ніж відшкодування збитків, які вони завдають.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Коли ми натуралізуємо штучну структуру, переважна більшість не має берегів чи глибших ділянок. Зазвичай це однорідні конструкції з прямими або вигнутими стінками для розміщення води. Ця відсутність екотонів надзвичайно ускладнює приживання деяких видів рослин, особливо болотистих угідь, які здебільшого мають залишати свої стебла на повітрі протягом кількох місяців на рік. Однак цю проблему можна частково вирішити шляхом додавання шарів піску, які піднімають деякі ділянки фонтану.

Перший крок у перетворенні міського водного джерела чи тіла полягає у створенні дна (бентосу), який забезпечить необхідне середовище існування для поселення водних мікроорганізмів (евглени, парамеції, коловерток, гідри, діатомових водоростей, ракоподібних тощо) та посадки деяких водних макрофітів.

Ґрунт може складатися з 10/15 см орної землі, лісу тощо. Він не повинен бути дуже багатим на органічну речовину або комерційний торф, оскільки поживні речовини, які надходять у воду, будуть надлишковими. Також не обов'язково, щоб цей шар лягав рівномірно.

З сухим субстратом необхідно висаджувати види, які залишаються з гілками та листям поза водою, такі як частухові, тростини, осоки, плакунові тощо.

Після того, як болотна посадка була виконана, ми повинні насипати шар крупнозернистого промитого річкового піску приблизно 10/15 см, який запобігатиме пересуванню шару субстрату.

У фінальному шарі ми можемо обробити товстим китайським або фокусними елементами, такими як каміння, колода тощо. (рис. 2.1.)



Рисунок 2.1. Додання субстрату на дно фонтану.

Гігрофіти з плаваючим корінням, такі як латаття або жовтець, слід висаджувати з мінімальною кількістю води. Якщо його структури залишаться в повітрі, через короткий час рослинні тканини будуть пошкоджені.

Деякі з видів, які зараз дають хороші результати, це: *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton nodosus*, *P. natans*, *P. pusillus* і *Callitriche ssp.* (рис. 2.2.)



Рисунок 2.2. Висадка *Nuphar luteum*

Невкоріняючі або види гігрофітів, що слабо вкоріняються завжди слід висаджувати під воду, так як їх конструкції можуть зруйнуватися за кілька хвилин.

Деякі з видів, які зараз дають хороші результати: *Myriophyllum spicatum* і *Ceratophyllum demersum* (рис. 2.3.)



Рисунок 2.3. Висадка *Ceratophyllum demersum*

Харофіти - це водорості, які мають особливість створювати каркаси та великі підводні луки, де розвивається фауна.

Роль, яку вони відіграють у водоймі, є важливою, оскільки вони споживають такі елементи, як нітрати та фосфати, на додаток до конкуренції з іншими водоростями та мають ларвіцидну дію на звичайних комарів.

Посадка та отримання луку досягається шляхом відкладання частини вже існуючого луку в субстрат або висаджування невеликих пучків дорослих водоростей, які залишають свої репродуктивні структури в субстраті. (рис. 2.4.)



Рисунок 2.4. Висадка *Chara vulgaris*

Плаваючі види гідрофітів, які не приживаються в субстраті, необхідно відсаджувати в товщі води. Ніколи в місцях виходу води або каналізації.

Найпривабливішими видами для фонтанів є місцеві ряски. Для фонтанів підходять як *Lemna minor*, так і *Lemna gibba*.

Успіх натуралізації забезпечується біорізноманіттям води та доглядом за нею. Завдяки водним мікроорганізмам та їхнім трофічним зв'язкам органічні речовини перетравлюються системою, у результаті чого вода стає прозорою. (рис. 2.5.)



Рисунок 2.5. Висадка *Lemna minor*

Ці мікроорганізми відіграють важливу роль у стабілізації прозорої фази води. Їхнє включення може відбуватися природним шляхом повітрям, дощем чи птахами, або процес можна прискорити, вводячи їх штучно, додаючи воду з найближчих природних ставків.

Однією з проблем, пов'язаних із забрудненням і високим рівнем солоності, є небажане цвітіння водоростей. Загалом води міста Кордова мають тип C3S1, що означає, що вони містять високу солоність, але низький вміст натрію, але це може призвести до проблем через накопичення.

У випадку фонтанів цей високий вміст поживних речовин викликає ріст нитчастих водоростей, особливо деяких родів, таких як *Spyrogira*, *Mougotia*, *Cladophora*, *Phytophora* або *Hydrodictyon*. Ці водорості необхідно видалити вручну, якщо вони надмірно ростуть. (рис.2.6.)



Spyrogira sp.

Hydrodictyon sp.

Рисунок 2.6. Водорості виду *Spyrogira sp.* та *Hydrodictyon sp.*

Якщо натуралізація джерела проведена правильно, одноклітинні водорості, які надають воді зелений вигляд, характерний для «горохового

супу», не розвиваються надмірно, тому чиста фаза води та її прозорість досягаються після через кілька місяців після втручання.

Незважаючи на те, що ці водорості можуть викликати певні випадкові проблеми, їх також слід розглядати як засіб підвищення біорізноманіття, оскільки вони важливі для стабілізації води.

Загалом догляд за фонтаном відбувається через традиційні садівничі прийоми: обрізка, зрізання, пряме висаджування тощо. Але інноваційна робота повинна бути включена, наприклад, ручне видалення нитчастих водоростей або підводна обрізка.

Болотні види можуть потребувати втручання або видалення цвітіння. Необхідно також контролювати види, що швидко розмножуються, оскільки вони можуть перетинати джерело з кінця в кінець.

Список видів рослин у роспіднику або колекції Королівського Ботанічного саду Кордови:

1. *Alisma lanceolatum* With. (Частухові)
2. *Allium schmitzii* Cout.(Лілієві)
3. *Arum nodiflorum* L.(Окружкові)
4. *Callitriche brutia* Petagna(Виринниця)
5. *Callitriche stagnalis* Scop. (Виринниця)
6. *Carex pendula* Moench(Осокові)
7. *Ceratophyllum demersum* L.(Куцирові)
8. *Chara vulgaris* subsp. *vulgaris* L.(Харофіти)
9. *Cyperus longus* A. Rich(Осокові)
10. *Eleocharis palustris* (L.)Roem.& Shult. (Осокові)
11. *Equisetum fluviatile* L. (Хвощеві)
12. *Eryngium corniculatum* Lam.(Окружкові)
13. *Euphorbia palustris* L.(Молочаєві)
14. *Glyceria declinata* Bréb. (Тонконогові)
15. *Hydrocotyle vulgaris* L.(Окружкові)
16. *Juncus striatus* Schousb.(Ситникові)
17. *Lemna minor* L. (Ряскові)
18. *Limniris pseudacorus* (L.)Fuss.(Півникові)
19. *Lythrum salicaria* L. (Плакунові)
20. *Lythrum borysthenticum* (Schrank) Litv. (Плакунові)
21. *Marsilea quadrifolia* L. (Чотирилисткові)
22. *Marsilea strigosa* Willd.(Чотирилисткові)
23. *Mentha cervina* Sp.Pl. (Глухокропивні)
24. *Mentha longifolia* (L.) Huds. (Глухокропивні)
25. *Mentha pulegium* L.(Глухокропивні)
26. *Mentha suaveolens* Ehrh. (Глухокропивні)
27. *Myriophyllum alternifolium* DC. (Столисникові)
28. *Myriophyllum spicatum* L.(Столисникові)

29. *Nuphar luteum* L. subsp. *luteum* (Лататтеві)
30. *Nymphaea alba* L. (Лататтеві)
31. *Polygonum amphibium* L. (Гречкові)
32. *Potamogeton natans* L. (Рдесникові)
33. *Potamogeton nodosus* Poir. (Рдесникові)
34. *Potamogeton pusillus* L. (Рдесникові)
35. *Ranunculus peltatus* Schrank (Жовтецеві)
36. *Rorippa nasturtium-aquaticum* (L) Hayek (Капустяні)
37. *Salix* sp. (Вербові)
38. *Samolus valerandi* L. (Первоцвітові)
39. *Scirpoides holoschoenus* L. Soják (Осокові)
40. *Sparganium erectum*
41. *Thypha dominguensis* Pers. (Рогозові)
42. *Utricularia australis* R.Br. (Пухирникові)
43. *Veronica anagallis-aquatica* R.Br. (Ранникові)
44. *Adiantum capillus-veneris* L. (Адіантум)
45. *Nymphaea* "Alba" (Лататтеві)
46. *Nymphaea* "Attraction" (Лататтеві)
47. *Nymphaea* "Chromatella" (Лататтеві)
48. *Alocasia macrorrhiza* (Кліщинцеві)
49. *Canna edulis* Gawl.
50. *Colocasia* sp. (Кліщинцеві)
51. *Equisetum hyemale* L. (Хвощеві))
52. *Gunnera* sp. (Гуннерові)
53. *Lobelia cardinalis* L. (Дзвоникові)
54. *Monstera deliciosa* Liebm. (Кліщинцеві)
55. *Pontederia cordata* L.
56. *Alisma plantago-aquatica* L. var. *orientale* Sam (Частухові)

Види що були використані або виявлені під час дослідження у наступній таблиці (табл.2.1.)

Таблиця 2.1-Список мікроорганізмів та фауни пов'язаної з фонтанами
Королівського Ботанічного саду Кордови

Рід або вид	Клас, порядок
1	<i>Spirulina sp.</i> Сині водорості. Ціанобактерії
2	<i>Gomphosphaeria sp.</i> Сині водорості. Ціанобактерії
3	<i>Oscillatoria sp.</i> Сині водорості. Ціанобактерії
4	<i>Cosmarium sp.</i> Зигнематофіціє ві
5	<i>Mougeotia sp.</i> Зигнематофіціє ві
6	<i>Closterium sp.</i> Зигнематофіціє ві
7	<i>Spirogyna sp.</i> Зелені водорості
8	<i>Fitophora sp.</i> Зелені водорості
9	<i>Cladophora sp.</i> Зелені водорості
10	<i>Haematococcus sp.</i> Зелені водорості
11	<i>Aeolosoma sp.</i> Кільчасті черви
12	<i>Pleurodeles waltl</i> Хвостаті
13	<i>Pelophylax perezi</i> Безхвості
14	<i>Thuricola sp.</i> Війчасті
15	<i>Vorticella sp.</i> Війчасті
16	<i>Hydra vulgaris</i> Кнідарії

17	<i>Haltica ampelophaga</i>	Твердокрилі
18	<i>Sin identificar</i>	Твердокрилі
19	<i>Cypridopsis vidua</i>	Веслоногі раки
20	<i>Sin identificar</i>	Веслоногі раки
21	<i>Gomphonema olivaceus?</i>	Діатомові
22	<i>Gyrosigma sp.</i>	Діатомові
23	<i>Pinnularia sp.</i>	Діатомові
24	<i>Synedra ulna</i>	Діатомові
25	<i>Culex pipiens</i>	Двокрилі
26	<i>Quironómido</i>	Двокрилі
27	<i>Syrphus ribesii?</i>	Двокрилі
28	<i>Sin identificar tábano</i>	Двокрилі
29	<i>Efímera sin identificar</i>	Перетинчастокр или
30	<i>Euglena sp.</i>	Евгленові
31	<i>Peranema sp.</i>	Евгленові
32	<i>Phacus sp.</i>	Евгленові
33	<i>Limnea stagnalis</i>	Червоногі
34	<i>Physa acuta</i>	Червоногі
35	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Червоногі
36	<i>Notonecta glauca</i>	Напівтвердокри лі
37	<i>Chaetogaster sp.</i>	Нематоди
38	<i>Anax imperator</i>	Бабки

39	<i>Brachythemis impartita</i>	Бабки
40	<i>Crocothemis erythraea</i>	Бабки
41	<i>Ischnura graellsii</i>	Бабки
42	<i>Ischnura pumilio</i>	Бабки
43	<i>Orthetrum cancellatum</i>	Бабки
44	<i>Platycnemis latipes</i>	Бабки
45	<i>Sypetrum fonscolombii</i>	Бабки
46	<i>Sin identificar</i>	Черепашкові
47	<i>Girardia tigrina</i>	Плоскі черви
48	<i>Natrix maura</i>	Плазуни
49	<i>Centropyxis aculeata</i>	Ризоподи (Текамеба)
50	<i>Limnias melicerta</i>	Коловертки
51	<i>Mytilina sp</i>	Коловертки
52	<i>Brachionus sp.</i>	Коловертки

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Натуралізація джерела на території I.E.S. MARQUÉS DE COMANRES була проведена для покращення облаштування місця відпочинку. Через декілька місяців все ще помітна мутність. Вода зеленого кольору, що свідчить про надмірну кількість одноклітинних водоростей у водоймі. Розвиток гематофагів у водоймі не був спостережений. (рис 3.1.)



Рисунок 3.1. Джерело I.E.S. MARQUÉS DE COMANRES до та після натуралізації.

Натуралізація джерела на території зоопарку Кордови була проведена для покращення його зовнішнього вигляду. Через декілька місяців помітні явні зміни кольору та прозорості води. Розвиток гематофагів не був спостережений. (рис. 3.2.)



Рисунок 3.2. Джерело на території зоопарку Кордови до та після натуралізації.

Натуралізація джерела що знаходиться біля університетського лісу Рабаналес була проведена для облаштування місця відпочинку для студентів. Через декілька місяців після висадки рослин можна спостерігати прозорість води. Також можна спостерігати надмірну кількість *Lemna minor*, що потрібно видалити вручну. Розвиток гематофагів не був спостережений. (рис. 3.3.)



Рисунок 3.3. Джерело біля університетського лісу Рабаналес до та після натуралізації.

Натуралізація проведена біля центру соціальних служб Las Moreras була виконана через надмірну кількість москітів, що знаходилась і розмножувалась у джерелі. Через декілька місяців після висадки рослин змінився колір води та зникли будь-які ознаки гематофагів. Спостерігається зменшена кількість рослин у джерелі із за того що, до води потрапляє мала кількість хлору із міських вод, що в свою чергу сповільнило темпи розмноження водних рослин (рис. 3.4.)



Рисунок 3.4. Джерело «Центру соціальних служб Las Moregas» до та після натуралізації.

Для проведення досліджень були використані водні рослини, які зарекомендували себе як найкращі для очищення водойм, що належать до колекції Королівського Ботанічного саду Кордови, а саме *Chara vulgaris*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar luteum* та *Potamogeton natans* (рис 3.5.)



Рисунок 3.5. Висадка водних рослин.

Натуралізація джерела проведена правильно, одноклітинні водорості, які надають воді зелений вигляд, характерний для «горохового супу», не розвиваються надмірно, чиста фаза води та її прозорість будуть досягнуті через кілька місяців після втручання. (рис. 3.6.)



Рисунок 3.6. Джерело через 2 тижні після натуралізації

Так як на проведення дослідження було замало часу, ми не змогли спостерігати повноцінний процес очищення води даного джерела до стану повністю прозорої.

За час що пройшов після висадження рослин у воді та біля водойми не було помічені гематофаги або їх личинок.

Натуралізація джерела, що знаходиться на території Королівського Ботанічного саду Кордови у саду троянд була проведена для покращення його зовнішнього виду та заміни методу очистки води із хлору на водні рослини . Через декілька місяців помітні зміни у кольорі води. Розвиток гематофагів не був спостережений. (рис 3.7.)

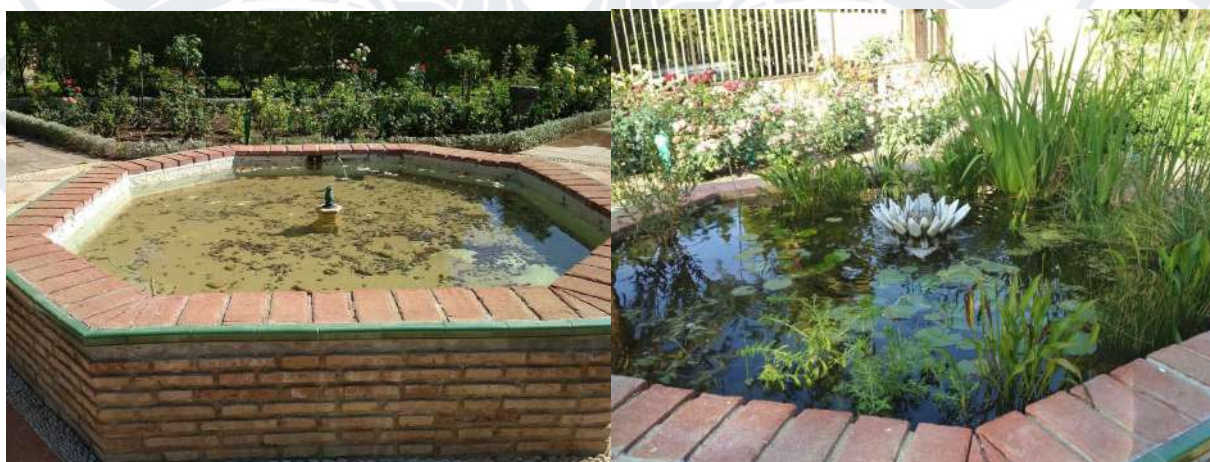


Рисунок 3.7. Джерело на території Королівського Ботанічного саду Кордови, сад троянд.

Натуралізація джерела, що знаходиться на території Королівського Ботанічного саду Кордови біля «американських теплиць» була проведена для покращення його зовнішнього виду та заміни методу очистки води із хлору на водні рослини. Через декілька місяців помітні зміни у кольорі води. Розвиток гематофагів не був спостережений. (рис 3.8.)

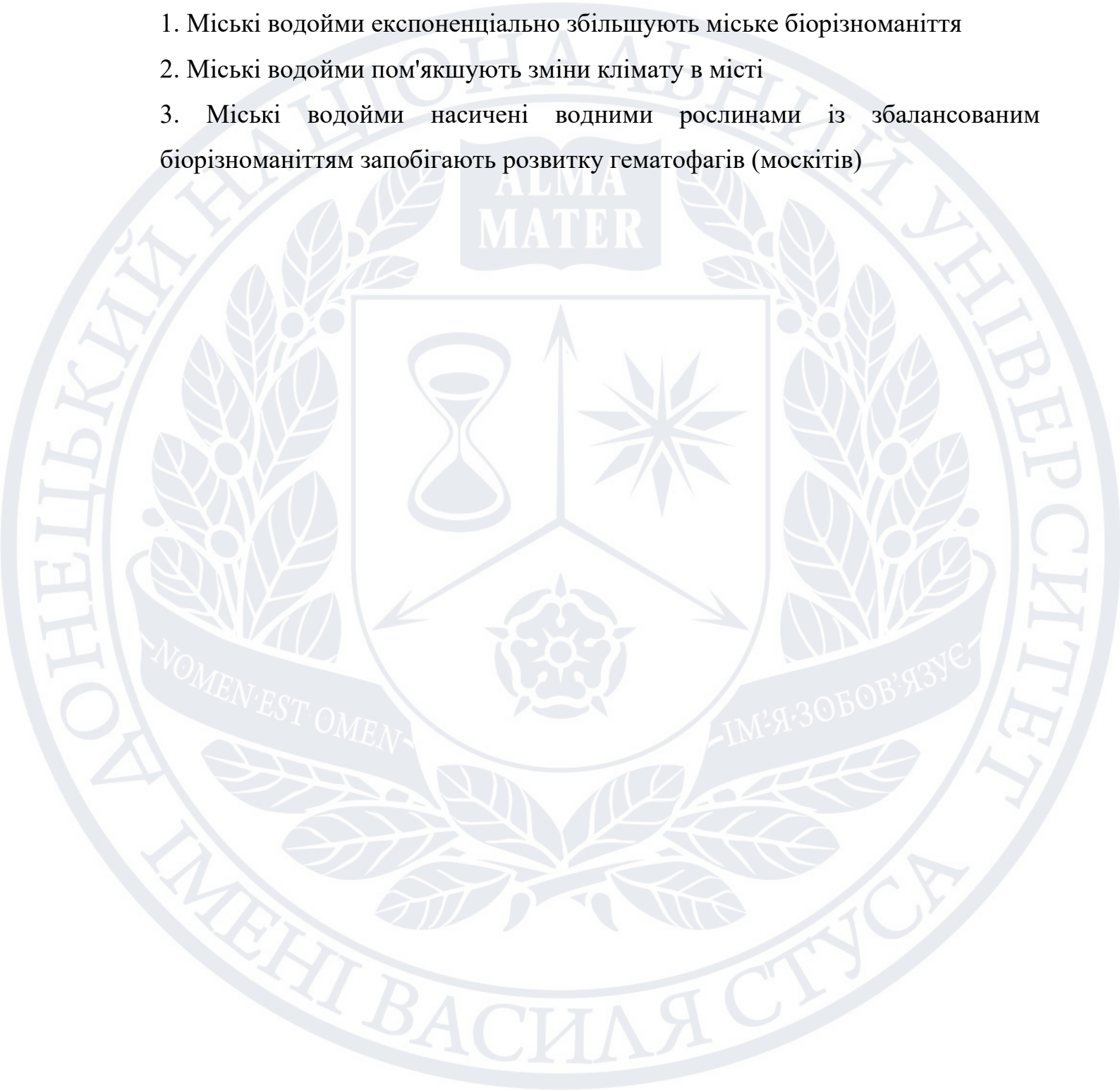


Рисунок 3.8. Джерело на території Королівського Ботанічного саду Кордови, «американські теплиці».

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень можна зробити висновки:

1. Міські водойми експоненціально збільшують міське біорізноманіття
2. Міські водойми пом'якшують зміни клімату в місті
3. Міські водойми насичені водними рослинами із збалансованим біорізноманіттям запобігають розвитку гематофагів (москітів)



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anthos. Information System of the plants of Spain. Real Jardín Botánico, CSIC - Fundación Biodiversidad.
2. ARONSON M. F. J. y colaboradores (2013). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, 281: 20133330.
3. B. Martínez & M. López, 2021. "Las fuentes urbanas como puntos de biodiversidad: un paso más hacia una ciudad sostenible". *Revista Conservación Vegetal*.
4. Barber, M. A. (1924). "The Effect of *Chara Robbinsii* on Mosquito Larvæ". *Public Health Reports*. 39 (13): 611–615.
5. "Biorex Corporate Website".
6. Brix, Hans (1994-02-01). "Functions of Macrophytes in Constructed Wetlands". *Water Science and Technology*. 29 (4): 71–78.
7. Bryant, J. 2007. The Stoneworts (Chlorophyta. Charales) in Guiry, M.D., John, D.M., Rindi, F. and McCarthy, T.K. 2007. *New Survey of Clare Island. Volume 6: The Freshwater and Terrestrial Algae*. Royal Irish Academy
8. Cabezudo, B. et al. (2005). *Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
9. CALAZA MARTÍNEZ, P. Y COL. (2018). *Guía de la Infraestructura verde municipal*. ASEJA (Asociación de empresas de gestión de Infraestructura Verde), FEMP (Federación Española de Municipios y Provincias), Biodiversidad: Red de gobiernos locales y AEPJP (Asociación española de Parques y Jardines Públicos).
10. CALAZA MARTÍNEZ, P. Y COL. (2018). *Guía de la Infraestructura verde municipal*. ASEJA (Asociación de empresas de gestión de Infraestructura Verde), FEMP (Federación Española de Municipios y Provincias), Biodiversidad: Red de gobiernos locales y AEPJP (Asociación española de Parques y Jardines Públicos).

11. Chambers, Patricia A. (September 1987). "Light and Nutrients in the Control of Aquatic Plant Community Structure. II. In Situ Observations". *The Journal of Ecology*. 75 (3): 621–628.
12. Cirujano S.; Meco A. & P. García (2014) Flora acuática española. Hidrófitos vasculares. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
13. Comunicación CE-249 (2013) Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa.
14. Cook, C.D.K. (ed). 1974. *Water Plants of the World*. Dr W Junk Publishers, The Hague.
15. Cowardin, Lewis M.; Carter, Virginia; Golet, Francis C.; Laroe, Edward T. (2005-07-15), "Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States", in Lehr, Jay H.; Keeley, Jack (eds.), *Water Encyclopedia*, John Wiley & Sons, Inc., pp. sw2162, doi:10.1002/047147844x.sw2162, ISBN 9780471478447, archived from the original on 2019-12-21, retrieved 2019-11-16
16. Cox, KM; Sterling JD; Regan JT; Gasdaska JR; Frantz KK; Peele CG; Black A; Passmore D; Moldovan-Loomis C; Srinivasan M; Cuison S; Cardarelli PM; Dickey LF (December 2006). "Glycan Optimization of a Human Monoclonal Antibody in the Aquatic Plant *Lemna Minor*". *Nature Biotechnology*. 24 (12): 1591–1597. doi:10.1038/nbt1260. PMID 17128273. S2CID 1840557.
17. Díaz A. (2016) *Naturalización de estanques y fuentes ornamentales. Guía operativa Conservación de la Biodiversidad en el ciclo integral del agua*. Barcelona.
18. "Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands?". *Water Science and Technology*. 35 (5). 1997.
19. FERNÁNDEZ CALVO, I. C. Y COL. (2019). *100 medidas para la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos*. Madrid: SEO/BirdLife.
20. Gasdaska, JR; Spencer D; Dickey L (Mar–Apr 2003). "Advantages of Therapeutic Protein Production in the Aquatic Plant *Lemna*". *BioProcessing Journal*. 2 (2): 49–56. doi:10.12665/J22.Gasdaska.

21. Gatidou et al., 2015. Assessing single and joint toxicity of three phenylurea herbicides using *Lemna minor* and *Vibrio fischeri* bioassays. *Chemosphere* vol. 119, January 2015, p. 569-574. Gatidou et al., 2015
22. Hallin, Sara; Hellman, Maria; Choudhury, Maidul I.; Ecke, Frauke (2015). "Relative importance of plant uptake and plant associated denitrification for removal of nitrogen from mine drainage in sub-arctic wetlands". *Water Research*. 85: 377–383.
23. Horppila, Jukka; Kaitaranta, Joni; Joensuu, Laura; Nurminen, Leena (2013). "Influence of emergent macrophyte (*Phragmites australis*) density on water turbulence and erosion of organic-rich sediment". *Journal of Hydrodynamics*. 25 (2): 288–293.
24. Hutchinson, G. E. 1975. *A Treatise on Limnology*, Vol. 3, *Limnological Botany*. New York: John Wiley.
25. Iatrou, Evangelia I.; Kora, Elianta; Stasinakis, Athanasios S. (2019).
26. "Investigation of biomass production, crude protein and starch content in laboratory wastewater treatment systems planted with *Lemna minor* and *Lemna gibba*". *Environmental Technology*. 40 (20): 2649–2656.
doi:10.1080/09593330.2018.1448002. PMID 29502496. S2CID 3805774.
27. Jardín Botánico de Córdoba. Herbarium COA. Occurrence Dataset.
<https://www.gbif.org/dataset/8353c5bc-f762-11e1-a439-00145eb45e9a>
28. Johnson P.T.J. & D.W. Thieltges (2010) Diversity, decoys and the dilution effect: how ecological communities affect disease risk. *Journal of Experimental Biology*.
29. Jurrian M. de Vos et al. (2015) Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation Biology* 0: 452-462.
30. Keddy, P.A. 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation* (2nd edition). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 497 p.
31. Keesing, F. & R. Ostfeld (2000) Biodiversity series: The function of biodiversity in the ecology of vector-born zoonotic diseases. *Canadian Journal of Zoology* 78: 12.

32. Krause-Jensen, Dorte; Sand-Jensen, Kaj (May 1998). "Light attenuation and photosynthesis of aquatic plant communities". *Limnology and Oceanography*. 43 (3): 396–407.
33. M. López, J. Palma, J.A. Lara y B. Martínez 2021 "El cultivo de la ova *Chara vulgaris* subsp. *vulgaris* (Characeae) en la naturalización de fuentes urbanas en el Real Jardín Botánico de Córdoba". *Boletín "ALGAS" de la Sociedad Española de Ficología*.
34. "Macrophytes as Indicators of freshwater marshes in Florida". Archived from the original on 2014-04-07. Retrieved 2014-04-05.
35. Maréchal, Eric (2019). "Marine and Freshwater Plants: Challenges and Expectations". *Frontiers in Plant Science*. 10: 1545.
36. McCracken, M.D.; Vernon, W.P.; Arland, T.H. (1966). "Attempted Hybridization between Monoecious and Dioecious Clones of *Chara*". *American Journal of Botany*. 53 (9)
37. "Morphological, Physiological and Anatomical Adaptations in Plants". Aligarh Muslim University. Retrieved 8 February 2022.
38. Pedersen, Ole; Colmer, Timothy David; Sand-Jensen, Kaj (2013). "Underwater Photosynthesis of Submerged Plants – Recent Advances and Methods". *Frontiers in Plant Science*. 4: 140.
39. PHILADELPHIA PARK ALLIANCE. (2008). How much value does the City of Philadelphia receive from its park and recreation system? A report by the trust for Public Land's Center for City Park Excellence for the Philadelphia Parks Alliance. Philadelphia: the trust for Public Land Park and Philadelphia Parks Alliance.
40. Plant Adaptations to Aquatic Life". The Offwell Woodland & Wildlife Trust. Retrieved 8 February 2022.
41. Round, F.E. 1965. *The Biology of the algae*. Ernest Arnold.
- Sculthorpe, C. D. 1967. *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Reprinted 1985 Edward Arnold, by London.
42. "Search results — the Plant List".

43. Shtein, Ilana; Popper, Zoë A.; Harpaz-Saad, Smadar (2017-07-03). "Permanently open stomata of aquatic angiosperms display modified cellulose crystallinity patterns". *Plant Signaling & Behavior*. 12 (7): e1339858.
44. Sims, G. K.; Dunigan, E. P. (1984). "Diurnal and seasonal variations in nitrogenase activity (C₂H₂ reduction) of rice roots". *Soil Biology and Biochemistry*. 16
45. Thomaz, Sidinei M.; Dibble, Eric D.; Evangelista, Luiz R.; Higuti, Janet; Bini, Luis M. (2007). "Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons". *Freshwater Biology*: 358–367.
46. UN-HABITAT (United Nations Human Settlements Programme). (2018). *City Resilience Profiling Tool Guide*.
47. Vymazal, Jan (2013). "Emergent plants used in free water surface constructed wetlands: A review". *Ecological Engineering*. 61: 582–592.
48. WOLF, K.L., S. KRUEGER, AND M.A. ROZANCE. (2014). *Stress, Wellness & Physiology - A Literature Review*. En: *Green Cities: Good Health*. College of the Environment, University of Washington. Consultado el 09/04/2020.
49. Zhu, Mengyuan; Zhu, Guangwei; Nurminen, Leena; Wu, Tingfeng; Deng, Jianming; Zhang, Yunlin; Qin, Boqiang; Ventelä, Anne-Mari (2015). "The Influence of Macrophytes on Sediment Resuspension and the Effect of Associated Nutrients in a Shallow and Large Lake (Lake Taihu, China)". *PLOS ONE*. 10 (6): e0127915.