

**ВОДНИ МАКРОФИТИ И МАКРОВОДОРАСЛИ: ЕКОЛОГИЧНИ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИЛОЖЕНИЯ****Диана Сюлекчиева\*, Георги Гюзелев, Благовеста Мидюрова***Университет „Проф. д-р Асен Златаров”, бул. Я. Якимов №1, 8010 Бургас, България,**\*кореспондиращ автор: dsylekchieva86@gmail.com***AQUATIC MACROPHYTES AND MACROALGAE: ECOLOGICAL  
CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS****Diana Syulekchieva\*, Georgi Gyuzelev, Blagovesta Midyurova***Prof. D-r Asen Zlatarov University, Y. Yakimov str.1, 8010 Burgas, Bulgaria,**\*Corresponding author: dsylekchieva86@gmail.com***Abstract**

*In the present study, an analysis of the most common types of aquatic macrophytes and macroalgae was carried out through exploratory monitoring of selected points in Lake Burgas, the Aytoska River and the Chakarliyska River. The identified species are Phragmites australis, Typha angustifolia, Lemna minor, Stuckenia pectinata, Lythrum salicaria, Cladophora albida. The study aims to establish the potential applications of the species, their impact on water quality, their utilization as a possible source of valuable raw material, and their role in bioremediation and phytoremediation of polluted waters.*

**Keywords:** Macrophytes, Macroalgae, Burgas Lake, Aytoska River, Chakarliyska River.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Сладководните екосистеми (езера, реки, потоци и влажни зони), са подложени на непрекъснато антропогенно замърсяване и въпреки самопречиствателната си способност и процесите на разреждане, това води до промяна в тяхната флора и фауна [1].

В последните години се прилагат нови екологични технологии и биометоди, пречистващи водите и грижещи се за възстановяване на баланса във водните екосистеми. Все по-широко се използва биоремедиация с конкретни видове водни макрофити и макроводорасли, които при създадени подходящи условия са добри фиторемедиатори [2, 3, 4] и притежават способността да отстраняват дори високи концентрации на различни органични и неорганични замърсители във водите [5, 6, 7].

Основните трудности във фиторемедиационните процеси, са свързани с идентификация и избор на подходящите видове, които имат висок потенциал за адсорбция на хранителни вещества, тежки метали и други замърсители [8].

Целта на настоящото изследване е идентификация и скрининг на видове макрофити и макроводорасли в Бургаско езеро, река Айтоска и река Чакърлийска. Те са важна част от различните видове водни екосистеми и имат широк спектър от екологични функции и практически приложения.

**ИЗЛОЖЕНИЕ**

Обект на настоящото изследване е Бургаско езеро - най-голямото естествено езеро в България (27 - 28 km<sup>2</sup>). Намира се на орнитологично важния миграционен път Виа Понтика. Територията

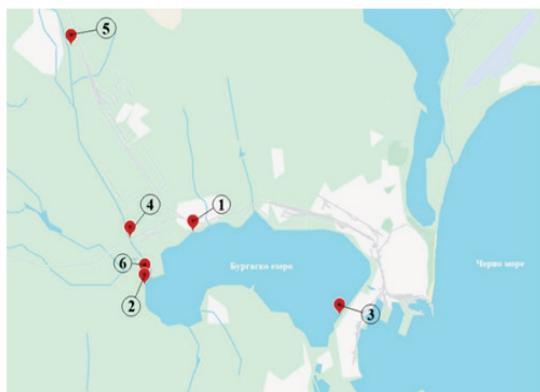
на езерото е в границите на защитена местност „ВАЯ“, с цел запазване местобитанията на защитени и редки видове птици. [9].

Езерото е подложено на различни антропогенни фактори, в следствие на което е претърпяло множество промени свързани с химичния състав на водата. Основните причини са нарушаването на водния баланс и внасянето на биогенни елементи в езерото [10]. По тази причина, е включено като критично застрашено в Червения списък на влажните зони в България под номер IBW0191 [11].

Река Чакърлийска (среща се и като Чукарска и Чакърлийка) и река Айтоска се вливат в западната част на Бургаско езеро [12]. Според Плана за управление на речните басейни (ПУРБ 2022-2027г.) на Черноморски район на басейново управление, екологичното състояние за Бургаското езеро с NWBIN (Национален идентификационен номер на водното тяло) BG2SE900L037, е оценено като „много лош“, за река Чакърлийска (Чукарска) от „много лош“ в BG2SE900R031 до „умерен“ в BG2SE900R033 и BG2SE900R034 и за река Айтоска е „лош“ в BG2SE900R036 и BG2SE900R034 [13].

Това е една добра база за проучване на начините за подобряване на състоянието на езерото и вливащите се в него реки чрез фиторемедиационни методи.

За целта бе проведен проучвателен мониторинг на избрани точки в Бургаско езеро, река Айтоска и река Чакърлийска, отразени на фиг.1 и табл.1.



Фиг. 1. Снимка на изследвания район

Табл. 1. Географски координати на точките на мониторинг

Код на водното тяло	Име на пункта и код на картата	Географски координати, °	
		N	E
BG2SE900L037	1.Бургаско езеро - център	42,51058	27,36760
BG2SE900L037	2.Бургаско езеро - запад	42,49312	27,34423
BG2SE900L037	3.Бургаско езеро - изток	42,48325	27,43816
BG2SE900R036	4.река Айтоска – устие	42,50860	27,33729
BG2SE900R036	5.река Айтоска - Камено	42,57124	27,30883
BG2SE900R034	6.река Чакърлийска-устие	42.49331	27.34397

В табл. 3, 4 и 5 са представени установените видове водни макрофити и макроводорасли в съответните пунктове.

Табл. 3. Водни макрофити и макроводорасли и таксономична йерархия

Таксономична йерархия [54]	<i>Phragmites australis</i>	<i>Typha angustifolia</i>
Царство	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Подцарство	<i>Viridiplantae</i>	<i>Viridiplantae</i>
Клас	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>
Разред	<i>Poales</i>	<i>Poales</i>
Семейство	<i>Poaceae</i>	<i>Typhaceae</i>
Род	<i>Phragmites Adans</i>	<i>Typha L.</i>
Вид	<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.</i>	<i>Typha angustifolia L.</i>
Пункт във който се среща вида	1, 2, 3	1

**Табл. 4. Водни макрофити и макроводорасли и таксономична йерархия**

Таксономична йерархия [54]	<i>Lemna minor</i>	<i>Stuckenia pectinata</i>
Царство	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Подцарство	<i>Viridiplantae</i>	<i>Viridiplantae</i>
Клас	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>
Разред	<i>Alismatales</i>	<i>Alismatales</i>
Семейство	<i>Araceae</i>	<i>Potamogetonaceae</i>
Род	<i>Lemna L.</i>	<i>Stuckenia Börner</i>
Вид	<i>Lemna minor L.</i>	<i>Stuckenia pectinata (L.) Börner</i>
Пункт във който се среща вида	1	2, 3

**Табл. 5. Водни макрофити и макроводорасли и таксономична йерархия**

Таксономична йерархия [54]	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Cladophora albida</i>
Царство	<i>Plantae</i>	<i>Plantae</i>
Подцарство	<i>Viridiplantae</i>	<i>Viridiplantae</i>
Клас	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Ulvophyceae</i>
Разред	<i>Myrtales</i>	<i>Cladophorales</i>
Семейство	<i>Lythraceae</i>	<i>Cladophoraceae</i>
Род	<i>Lythrum L.</i>	<i>Cladophora Kützinger, 1843</i>
Вид	<i>Lythrum salicaria L.</i>	<i>Cladophora albida (Hudson) Kuetzing, 1843</i>
Пункт във който се среща вида	2	4, 6

### **1. Характеристика на установените видове:**

**1.1 *Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud* (обикновена тръстика),** е висок, многогодишен хелофит с обширна система от здрави подземни коренища [14]. Видът е доминиращ и широко разпространен, като играе важна роля в много сладководни влажни екосистеми и като почти космополитен таксон е едно от най-често изследваните растения в литературата [15, 16]. Видът се използва от много години във фиторемедиацията за пречистване на различни видове отпадъчни води. *Phragmites australis* има висока способност да натрупва различни хранителни вещества, тежки метали и микрозамърсители и в това отношение превъзхожда много от другите водни макрофити. Независимо от географското си местоположение, този вид осигурява храна и местообитание за някои организми и служи за стабилизиране на почвите срещу ерозия [17, 18]. Видът е изследван за отстраняване синтетични текстилни багрила, и тежки метали от отпадъчни води [19, 20].

*Phragmites australis* е използван също за производството на биоенергия и отстраняването на COD, TN и TP в мезомащабни плаващи третиранни влажни зони (FTW-MFC) [21].

Плаващите третиранни влажни зони (FTWs) представляват най-новата версия на CWs (изградените влажни зони) за подобряване на качеството на водите. Тези системи се състоят от плаващ елемент (салове, обикновено изработени от пластмаса), върху който са разположени растения или макрофити [22, 23].

**1.2 *Typha angustifolia L.*** - теснолистният папур е многогодишно тревисто растение, хелофит от семейство *Typhaceae*, и може да достигне до три и повече метра височина, [24] има обширна система от коренища и корени.

Участва в циркулацията на хранителни вещества и процесите на самопречистване на водите. Всяко смущение в развитието на макрофита, причинено от

притока на замърсители, представлява заплаха за цялата екосистема [25].

*Typha angustifolia* може да се използва като потенциална суровина в целулозната промишленост [26]. Едно от най – често срещаните растения използвано за пречистване на отпадъчни води, и за усвояване на хранителни вещества и тежки метали от влажни зони [27].

**1.3 *Lemna minor*** – Обикновена водна леща, е свободно плаващ хидрофит, размерите им са от 3,5-6,5 mm и не надвишават 10 mm, нарежда се сред най-малките покритосеменни растения [28]. Приложението на *Lemna minor* е разнообразно в аквакултурата, животновъдството, фармацевтични продукти, биогорива, тестове за токсичност, мониторинг на околната среда и за възстановяване на замърсени отпадъчни води. Растението, също има висока концентрация на микроелементи, каротин и ксантофил, което го прави ценна добавка към храните за домашни птици и животни [29].

**1.4 *Stuckenia pectinata L.***, синоним на *Potamogeton pectinatus L.*, е потопен многогодишен макрофит (хидрофит) от семейство *Potamogetonaceae*. Обикновено наричана сагова езерна трева, копър и лентова трева [30].

Видът е космополитен и е източник на храна за много видове водолюбиви птици [31], както и подслон за земноводни, влечуги, риби и бозайници [32], но също така може да създаде и проблеми в напоителни канали и зони за отдих [33, 34].

*Stuckenia pectinata L.*, притежава разнообразни полезни физиологични характеристики- способността му да расте в олиготрофни до еутрофни води, и способността му за подобряване на качеството на водата чрез премахване на хранителни вещества и тежки метали, го прави важен инструмент за пречистването на водни екосистеми [35, 36].

В изследване, свързано с акумулирането на As, Pb, Zn от различни видове

макрофити, *Stuckenia pectinata L.*, демонстрира най-лесно натрупване на тези елементи, от субстрата на реката, с което авторите доказват, че видът може да помогне за възстановяването на зони, изложени на замърсяване с метали и металоиди [37].

Макрофита притежава естествени антиоксидантни свойства, и е подходящ за приложение като добавка в хранително-вкусовата промишленост и фармацевтичната индустрия [38].

В друго изследване, е направен фитохимичен скрининг, показващ наличието на важни медицински и активни вещества като (флавоноиди, сапонини, алкалоиди, терпени и гликозиди в *Stuckenia pectinata L.*, следователно екстракти от макрофита, могат да се използват като естествен консервант за хранителни суровини [39].

**1.5 *Lythrum salicaria*** - лилав лудник (*purple loosestrife*), в България известен като обикновена блатия или върболист, преставалява многогодишно тревисто растение, принадлежащо към семейство *Lythraceae* [40].

Известно е като лечебно растение притежаващо антиоксидантни, противовъзпалителни и болкоуспокояващи свойства [41, 42].

*L. salicaria* са изследвани успешно за отстраняване на фосфор в плитки еутрофни езера и реки, съответно при ниски до умерено високи концентрации на азот и азотни съединения [43].

**1.6 *Cladophora albida (Nees) Kützing*** е вид зелено нишковидно макроводорасло, от род *Cladophora*, видовете от рода се смятат за космополитни – срещат се както в морски, така и в сладководни води, образуват гъсти, отпуснати туфи с височина от няколко до около 5 cm, неравномерно и често едностранно разклонени, прикрепени с базални ризоиди [44, 45].

Видът и общностите на отдел *Clorophyta* към който принадлежи вида, са проучвани по Българското Черноморско

крайбрежие [46, 47]. В друго изследване е оценена биосорбцията на *Cladophora albida* (Nees) Kützing за отстраняване на Cr (VI) от отпадъчни води. Авторите доказват, че вида може да се използва като ефективен и икономичен биосорбционен материал при пречистването на отпадъчни води чрез редуциране на токсичния Cr (VI) до по малко токсичния Cr (III) [48]. В литературата десетки изследвания са посветени на видовете от род *Cladophora*, които успешно се справят с намаляване на замърсяването на водите [49, 50]. Вид намира приложение в производството на биогориво (биоводород) [51], в козметичната индустрия [52] и като фуражна суровина [53].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящото проучване демонстрира екологичните характеристики и икономическите ползи на установените видове макрофити и макроводорасли.

Видът *Stuckenia pectinata* L., притежава висока антиоксидантна активност и е подходящ за приложение във фармацевтичната индустрия.

Оценката на видовото разнообразие, несъмнено допринася, за правилния избор на подходящи фиторемедиатори, използвани за акумулиране на различни замърсители и създаването на нови технологични решения при възстановяването на водни екосистеми.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mateo-Sagasta J, Zadeh SM, Turrall H, Burke J. Water Pollution from Agriculture: A Global Review; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy; International Water Management Institute on behalf of the Water Land and Ecosystems Research Program: Colombo, Sri Lanka, 2017.
- [2] Agarwal P, Rani R. Strategic management of contaminated water bodies: Omics, genome-editing and other recent advances in phytoremediation, *Environmental Technology & Innovation* 27, 2022, 102463.
- [3] Rozman U, Kokalj AJ, Dolar A, Drobne D, Kalčíková G. Long-term interactions between microplastics and floating macrophyte *Lemna minor*: The potential for phytoremediation of microplastics in the aquatic environment, *Science of The Total Environment*, vol. 831, 2022, 154866, ISSN 0048-9697.
- [4] Michalak I, Messyas B. Concise review of *Cladophora* spp.: macroalgae of commercial interest., *Journal of Applied Phycology*, 2020, p 133-166.
- [5] Ansari AA, Naeem M, Gill SS, AlZuaibr FM. Phytoremediation of contaminated waters: An eco-friendly technology based on aquatic macrophytes application, *Egyptian Journal of Aquatic Research* 46, 2020, p 371-376.
- [6] Becheva Z, Ivanov Y, Grigorova G. The relationship of bovine milk somatic cell count to neutrophil level in samples of cow, milk by an automatic cell counter, *Journal of Dairy Research*, vol.88, ISSN 3, 2021, p 330-333.
- [7] Grigorova G. Physicochemical analyses in interlaboratory comparison for polyfloral honey. Apitherapy, International Scientific Conference "Education, Science, Economics and Technology Industrial Technologies vol. VIII, (1), 2022, p 47-48, ISSN 1314-9911.
- [8] Lu Q. Evaluation of aquatic plants for phytoremediation of eutrophic storm waters Ph.D Thesis, University of Florida, Florida, 2009.
- [9] Teneva I, Belkinova D, Mladenov R, Stoyanov P, Moten D, Basheva D, Kazakov S, Dzhambazov B. Phytoplankton composition with an emphasis of Cyanobacteria and their toxins as an indicator for the ecological status of Lake Vaya (Bulgaria) - part of the Via Pontica migration route. *Biodivers Data J*, 2020 Dec 16;8:e57507, doi: 10.3897/BDJ.8.e57507.
- [10] Dimitrova RE, Nenova EP, Uzunov BA, Shihiniova MD, Stoyneva MP. Phytoplankton composition of Vaya Lake (2004-2006), *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(1), 2014, p 165-172.
- [11] Michev TM, Stoyneva MP. Conservation of Bulgarian non-lotic wetlands. In: Michev T. M. & Stoyneva M. P. (Eds): *Inventory of Bulgarian Wetlands and their Biodiversity. Part 1: Non-Lotic Wetlands*. Sofia: Publishing House Elsi-M, 2007, p 107-117.

- [12] Agafonova I. Hydro-chemical study of the waters of Burgas Lake and its inflowing rivers Chakarliyka and Aytoska (Bulgarian Black Sea coast), *Acta zool. bulg., Suppl.* 11, 2018, p 111-117.
- [13] River basin management plan in the Black Sea region for basin management 2022-2027 (draft), [www.bsbd.bg](http://www.bsbd.bg), Accessed on 2024-10-29.
- [14] Lê HG, Choi JS, Hwang BS, Jeong YT, Kang JM, Võ TC, Cho PY, Lee YK, Yoo WG, Hong Y, et al. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Extract Induces Apoptosis-like Programmed Cell Death in *Acanthamoeba castellanii* Trophozoites, *Plants*, 2022, 11, 3459.
- [15] Milke J, Gałczyńska M, Wróbel J. The Importance of Biological and Ecological Properties of *Phragmites Australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., in *Phytoremediation of Aquatic Ecosystems—The Review*, *Water* 2020, 12, 1770.
- [16] Srivastava J, Kalra SJS, Naraian R. Environmental perspectives of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex. Steudel, *Appl Water Sci* 4, 2014, p 193–202.
- [17] Nawaz N, Ali S, Shabir G, Rizwan M, Shakoor MB, Shahid MJ, Afzal M, Arslan M.; Hashem A, Abd Allah EF, et al. Bacterial Augmented Floating Treatment Wetlands for Efficient Treatment of Synthetic Textile Dye Wastewater. *Sustainability* 2020, 12, 3731.
- [18] Wojciechowska E, Strycharz J, Nawrot N, Ciesielski S, Kowal P, Czerwionka K, Matej-Łukowicz K. Electrode-based floating treatment wetlands: Insights into design operation factors influencing bioenergy generation and treatment performance, *Science of The Total Environment*, vol.49, 2024, 175074, ISSN 0048-9697.
- [19] Pham NS, Nguyen LT, Nguyen HT, Nguyen VQ, Le VX, Chung DT, Nguyen A QK. Adsorption of orange G using activated carbon derived from common reed (*Phragmites australis*) in Mekong Delta, Vietnam, *Desalination and Water Treatment*, vol. 317, 2024, 100095, ISSN 1944-3986.
- [20] Eid EM, Galal TM, Sewelam NA, Talha NI, Abdallah SM. Phytoremediation of heavy metals by four aquatic macrophytes and their potential use as contamination indicators: a comparative assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 2020, 12138–12151.
- [21] Arslan M, Iqbal S, Islam E, El-Din MG, Afzal M. A protocol to establish low-cost floating treatment wetlands for large-scale wastewater reclamation, *STAR Protocols*, vol.4, Issue 4, 2023, 102671, ISSN 2666-1667.
- [22] Stefanakis AI, Akratos CS, Tsihrintzis VA. *Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-Engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment*, 1st ed, Elsevier Publishing: Amsterdam, The Netherlands, 2014.
- [23] Rodrigo MDD, Abeysingha NS, Duminda DMS, Ray RL. Metal and nutrient uptake by natural wetland plants in a tropical man-made wetland of Sri Lanka, *Soil & Environmental Health*, vol. 2, Issue 2, 2024, 100080, ISSN 2949-9194.
- [24] Parzych A, Sobisz Z. The ability of *Typha latifolia* L. to accumulate nutrients from rural ponds, *Desalination and Water Treatment*, vol. 288, 2023, p 188-196, ISSN 1944-3986.
- [25] Haroon AM. Review on aquatic macrophytes in Lake Manzala, Egypt, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 48, Issue 1, 2022, p 1-12, ISSN 1687-4285.
- [26] Li YH, Liu QF, Liu Y, Zhu JN, Zhang Q. Endophytic bacterial diversity in roots of *Typha angustifolia* L. in the constructed Beijing Cuihu Wetland (China), *Research in Microbiology*, vol. 162, Issue 2, 2011, p 124-131, ISSN 0923-2508.
- [27] Guechi EK, Benabdesselam, S. Removal of cadmium and copper from aqueous media by biosorption on cattail (*Typha angustifolia*) leaves: kinetic and isotherm studies, *Desalination and Water Treatment*, vol. 173, 2020, p 367-382, ISSN 1944-3986.
- [28] Ullah H, Gul B, Khan H, Zeb U. Effect of salt stress on proximate composition of duckweed (*Lemna minor* L.), *Heliyon*, vol.7, Issue 6, 2021, e07399, ISSN 2405-8440.
- [29] Ekperusi AO, Sikoki FD, Nwachukwu E O. Application of common duckweed (*Lemna minor*) in phytoremediation of chemicals in the environment: State and future perspective, *Chemosphere*, 223, 2019, p 285-309.
- [30] Ganie AH, Reshi ZA, Wafai BA. Reproductive ecology of *Potamogeton pectinatus* L. (= *Stuckenia pectinata* (L.) Börner) in relation to its spread and abundance in freshwater ecosystems of the

- Kashmir Valley, India. *Tropical Ecology*, 57(4), 2016, p 787-803.
- [31] Wersal R M, Madsen JD, McMillan BR, Gerard PD. Environmental factors affecting biomass and distribution of *Stuckenia pectinata* in the Heron Lake System, Minnesota, USA, *Wetlands*, 26(2), 2006, p 313–321.
- [32] Kantrud HA. Sago pondweed (*Potamogeton pectinatus* L.): A literature review. US Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Resource Publication 176, 1990, Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page. (Version 16JUL97).
- [33] Demirezen D, Aksoy A. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri, Turkey), *Chemosphere*, 56(7), 2004, p 685–696, doi:10.1016/j.chemosphere.2004.04.
- [34] Schoonbee HJ. Biological control of fennel-leaved pondweed, *Potamogeton pectinatus* (Potamogetonaceae), in South Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 37(1-3), 1991, p 231–237. doi:10.1016/0167-8809(91)90152-n.
- [35] Abbasi S, Afsharzadeh S, Saeidi H, Triest L. Strong Genetic Differentiation of Submerged Plant Populations across Mountain Ranges: Evidence from *Potamogeton pectinatus* in Iran, *PLoS ONE*, 2016, 11(8): e0161889.
- [36] Singh M, Rai UN, Nadeem U, David AA. Role of *Potamogeton pectinatus* in phytoremediation of metals. *Chemical Science Review and Letters*, 3, 2014, p 123-129.
- [37] Jabłońska-Czapła M, Zerzucha P, Grygoyć K. Impact of River Water and Bottom Sediment Pollution on Accumulation of Metal(loid)s and Arsenic Species in the Coastal Plants *Stuckenia pectinata* L., *Galium aparine* L., and *Urtica dioica* L.: A Chemometric and Environmental Study, *Arch Environ Contam Toxicol* 79, 2020, p 60–79.
- [38] Lupoae P, Cristea V, Borda D, Lupoae M, Gurau G, Dinica RM. Phytochemical Screening: Antioxidant and Antibacterial Properties of *Potamogeton* Species in Order to Obtain Valuable Feed Additives, *Journal of Oleo Science*, 64 (10), 2015, p 1111–1123.
- [39] Haroon AM. Effect of some macrophytes extracts on growth of *Aspergillus parasiticus*, *Egyptian J Aquatic Res*, 32, 2006, p 301-313.
- [40] Manayi A, Khanavi M, Saeidnia S, Azizi E, Mahmoodpour MR, Vafi F, Malmir M, Siavashi F, Hadjiakhoondi A. Biological activity and microscopic characterization of *Lythrum salicaria* L, *Daru*, 2013, 21(1):61.
- [41] Manayi A, Saeidnia S, Ostad S, Hadjiakhoondi A, Ardekani M, Vazirian M, Akhtar Y, Khanavi M. Chemical Constituents and Cytotoxic Effect of the Main Compounds of *Lythrum salicaria* L., *Zeitschrift für Naturforschung C*, vol. 68, Issue 9-10, 2013, p 367-375.
- [42] Tunalier Z, Koşar M, Küpeli E, Caliş I, Başer KH. Antioxidant, anti-inflammatory, anti-nociceptive activities and composition of *Lythrum salicaria* L. Extracts, *J. Ethnopharmacol*, 2007, 110, p 539–547.
- [43] Wang K, Hu Q, Wei Y, Yin H, Sun C, Liu G. Uptake Kinetics of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> by *Typha orientalis*, *Acorus calamus* L., *Lythrum salicaria* L., *Sagittaria trifolia* L. and *Alisma plantago-aquatica*, *Linn. Sustainability*, 2021, 13. 1:434.
- [44] Anderson RJ, Stegenga H, Bolton JJ. Seaweeds of the South African South Coast, World Wide Web electronic publication, University of Cape Town, 2016, <http://southafrseaweeds.uct.ac.za>, Accessed on 23 October 2024.
- [45] Baweja, P., Kumar, S., Sahoo, D., & Levine, I. (2016). *Biology of Seaweeds. Seaweed in Health and Disease Prevention*, 41–106.
- [46] Berov B, Deyanova D, Georgieva I, Gyosheva B, Hiebaum G. Cystoseira sp.-dominated macroalgal communities in the SW Black sea (Burgas Bay, Bulgaria). Current state and possible long-term effects of eutrophication. *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 2012, 65, p 821-830.
- [47] Muresan M, Begun T, Teaca A, Todorova V, Dencheva K, Moncheva S, Slabakova N, Shtereva G, Doncheva V, Panayotova M, Seghedi A, Sezgin M, Urkmez D, Bat Sahin F. DRAFT MANAGEMENT PLAN OF THE STRANDZHA – IGNEADA AREA EC DG Env, MISIS Project Deliverables, 2014, p. 159.
- [48] Deng L, Zhang Y, Qin J, Wang X, Zhu X. Biosorption of Cr (VI) from aqueous

- solutions by nonliving green algae *Cladophora albida*, *Minerals Engineering*, 2022, 22, p 372–377.
- [49] Taşkan B, Taşkan, E. Sustainable bioelectricity generation using *Cladophora* sp. as a biocathode in membrane-less microbial fuel cell, *Bioresource Technology*, 2022, 347, 126704.
- [50] Zhang HM, Geng G, Wang JJ, Xin Y, Zhang Q, Cao DJ, Ma YH. The remediation potential and kinetics of cadmium in the green alga *Cladophora rupestris*, *Environ Sci Pollut Res*, 26, 2019, p 775-783.
- [51] Taşkan B, Koroğlu EO, Taşkan E. *Cladophora* sp. as a sustainable feedstock for dark fermentative biohydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 47, 2022, Issue 34, p 15410-15418, ISSN 0360-3199.
- [52] Messyasz B, Pikosz M, Schroeder G, Łęska B, Fabrowska J. Identification and ecology of macroalgae species existing in Poland. In: Kim SK, Chojnacka K (eds) *Marine algae extracts: processes, products, and applications*. Wiley-VCH, Weinheim, 2015, p 15– 40.
- [53] Heiba HI, Al-Easa HS, Rizk AFM. Fatty acid composition of twelve algae from the coastal zones of Qatar. *Plant Foods Hum Nutr*, 51, 1997, p 27–34.
- [54] National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (2024). *Integrated Taxonomic Information System (ITIS). Checklistdataset*/<https://doi.org/10.5066/f7kh0kbb>, Accessed via GBIF.org on 2024-10-29.