

ОЦЕНКА НА ЕКОЛОГИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА БИОСФЕРЕН РЕЗЕРВАТ СРЕБЪРНА НА БАЗАТА НА МАКРОФИТНИ СЪОБЩЕСТВА

Стефан Христов

Катедра Екология и опазване на околната среда, Факултет по Растителна защита и агроекология, Аграрен Университет - Пловдив, бул. Менделеев 12, Пловдив. email: stefanhrystov@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Проучено е видовото разнообразие, характеризирани са основни екологични показатели на макрофитните съобщества от Biosphere Reserve Srebarna, Bulgaria. Установени са 6 вида макрофити: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.; *Ceratophyllum demersum* L.; *Myriophyllum spicatum* L.; *Hydrocharis morsus-ranae* Linne; *Nymphaea alba* L.; *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., отнасящи се към 6 рода и 6 семейства. Определени са основните биотични показатели на макрофитните съобщества (общ брой видове, общ брой индивиди, Dmg – Margalef, diversity index; H' – Shannon, diversity index; E – Pielou, evenness index; C – Simpson, dominance index)

Keywords: biodiversity, lake, macrophytes, conservation,

Езерото Сребърна се намира в североизточна България, на десния бряг на р. Дунав (44°06'52" с. ш. 27°04'41" и. д.), между речни километри 393 и 391. Разположено е непосредствено до едноименното село Сребърна, на 1 километър южно от река Дунав и на 18 километра западно от гр. Силистра. Сребърна е единствения по рода си резерват сладководно езеро в България. Дълбочината му варира от 1 до 3 метра, а площта му е от 2 - 2,5 km². Разположено е на надморска височина от 11-13 м в широка карстова падина. Оградено е от трите страни с голи хълмисти възвишения (Недялков и Николов, 1986; Мичев и др., 1998). Относно биотата на езерото и прилежащите му терени принадлежат 103 вида от установените растения, отнасяни към групата на макрофитите. Те представляват почти две трети от потенциалния списък на макрофитите в България. От установените до този момент растителни таксони в Сребърна консервационно значение имат 7 вида макрофити, сред които критично застрашени (CE) са *Aldrovanda vesiculosa*, *Stratiotes aloides* и *Utricularia australis*; застрашени (EN) са *Nymphaea alba* и *Nymphoides peltata*; а като уязвими (VU) са *Salvinia natans* и *Thelypteris palustris*. От флористичния генетичен фонд на влажните зони в България, ПР Сребърна е местообитание на 53% от видовете, 75% от родовете и 78% от семействата. (Ниеbaum и др., 2012).

Материали и методи

През периода 2009–2011 година са извършени изследвания върху биоразнообразието в макрофити от сладководната екосистема на ез. Сребърна. Материалите за изследване са събирани от четири биотопа на езерната екосистема: централното водно огледало на езерото; рибарника; под селото; южен шлюз. Изследванията върху биологичното разнообразие се основават на 97 проби с общо 272 екземпляра макрофити. Номенклатурата на макрофитите е представена по Fauna Europaea (<http://www.faunaeur.org/>). За всеки един от установените видове макрофити са определени основни екологични показатели (общ брой видове/таксони, общ брой индивиди, плътност (ИИ), честота на срещане (Ч%).

За събиране и изследване на макрофитите от езерната екосистема е приложен стандарт БДС EN 15460:2008. Обилието на всеки един от видовете макрофити е оценявано на място по скалата на Kohler (1971) в съответствие с изискванията на Рамкова Директива за водите 2000/60/ЕС, както и в съответствие със стандарт БДС EN 14184:2004. Определяно е и обилието на крайбрежната хелофитна растителност (съобществата от тръстика, по

Schaumburg и др., 2006). Използваните основни екологични термини в настоящия дисертационен труд са в съответствие с дефинициите на Margolis и др. (1982) и Kennedy (1993). За определяне на доминантната структура на комплексите е използван критерия на Bush и др. (1990).

Освен основните количествени показатели за популациите на всеки отделен вид (численост, ИИ - плътност, Ч% - честота на срещане), в дисертацията са включени и такива, отчитащи видовия състав и разнообразие, както и количествената структура на флористичните и фаунистичните комплекси в езерната екосистема. Отчитани са общ брой видове; общ брой индивиди; среден брой видове; среден брой индивиди; индексът за индивидуалното видово разнообразие (Shanon, diversity, H'); индексът за общо видово разнообразие (Margalef, diversity, Dmg); индексът за изравненост (Pielou, evenness, E); (6) Индекс на доминиране (Simpson, dominance, C). За статистическа обработка на данните са използвани програмните продукти, MS Excel (Microsoft, 2010), BioDiversity Pro (McAleece, 1997) и Statistica 10 (StatSoft, Inc., 2011).

Резултати

През периода на настоящото изследване в сладководната екосистема на ез. Сребърна са установени 6 вида макрофити: тръстика (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.); роголистник (*Ceratophyllum demersum* L.); класовиден многолистник (*Myriophyllum spicatum* L.); жабешка водянка (*Hydrocharis morsus-ranae* Linne); водна лилия (*Nymphaea alba* L.); многокоренна спиродела (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), отнасящи се към 6 рода и 6 семейства (Таблица 1). Единствено видът *N. alba* е защитен съгласно Закона за биологичното разнообразие (2002) и е вписан в Червена книга на България, т.І. Растения и гъби (Големански В, 2011) като застрашен вид.

Таб. 1. Видов състав и основни екологични показатели на макрофитните популации в ез. Сребърна по години

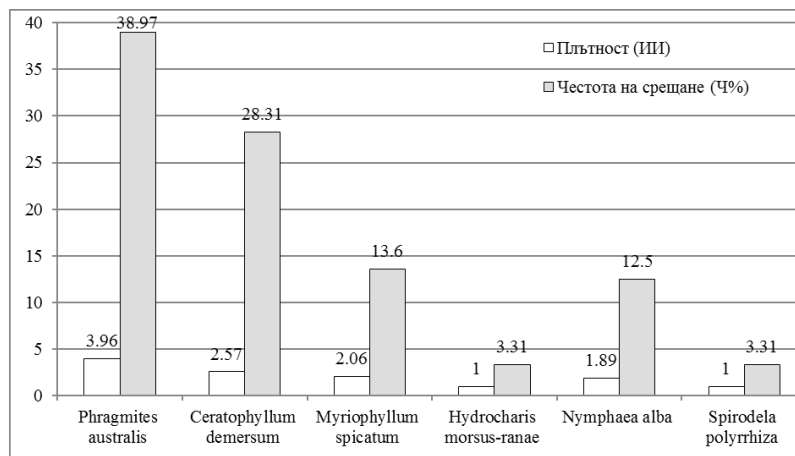
Вид	2009 (N=36)	2010 (N=36)	2011 (N=36)	Общ брой/Ч%/N=108 Ранг (min-max) ИИ(Mean±SD)
	Ранг (min-max) ИИ±SD	Ранг (min-max) ИИ±SD	Ранг (min-max) ИИ±SD	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. (Poaceae) Тръстика, камъш	2-5 4,34±1,0	1-8 4,0±2,45	1-8 3,56±2,19	106/38,97% 1-8 3,96±1,93
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. (Ceratophyllaceae) Роголистник	2-4 3,0±0,71	1-3 2,34±0,71	1-7 3,34±2,50	77/28,31% 1-7 2,57±1,50
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. (Haloragaceae) Класовиден многолистник	1-4 1,56±1,34	1-4 1,12±1,36	1-4 1,45±1,34	37/13,60% 1-4 2,6±1,06
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> Linne (Hydrocharitaceae) Жабешка водянка	1	1	1	9/3,31% 1
<i>Nymphaea alba</i> L. (Nymphaeaceae) Водна лилия Застрашен[ENB2ab(i,ii,iii,iv)] ЗБР	1-3 1,23±1,20	1-3 1,34±1,32	1-3 1,23±1,202	34/12,5% 1-3 1,89±0,96
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. (Araceae) Многокоренна спиродела	1	1	1	9/3,31% 1

За периода на настоящото изследване са установени сезонни изменения на водното ниво. Констатирани са високи водни нива през пролетта на трите години поради навлизането на води от р. Дунав и намаляване на нивото на водата през следващите сезони. През 2011 г. са отчетени най-високи пролетни нива в езерото, не само поради преминаването на води от р.

Дунав, но и в резултат на обилни валежи, отчетени през зимата на 2010 г. и пролетта на 2011 година.

5-то ниво в скалата на Kohler (1978) се заема от *P. australis*, определяна като много обикновен или обилен вид в езерната екосистема. След тръстиката на 4-та позиция се нареждат роголистника и класовидния многолистник, оценени като обикновени за фитоценозите на ез. Сребърна. Със степен 2 е изявена бялата водна лилия, която е представена със сравнително висока численост, но се среща рядко, в ограничени местообитания. Като много редки, на основата на тяхното обилие са определени жабешката водянка и многокоренната спиродела, оценени по 5-степенната скала с 1.

Установено е, че растителността в езерната екосистема се разполага равномерно в няколко пояса. Най-външният пояс е формиран от *P. australis*. Тези растения са свързани с въздушната и с водната среда. По-голямата част от техните листа и стъбла са извън водата (хидрофитна растителност). Само част от стъблата им са потопени, а корените им са прикрепени в крайбрежната тиня. Този пояс формира същинският езерен литорал. *N. alba* и *H. morsus-ranae* формират втория пояс и са свързани и с трите среди (хидатофитна растителност). Корени на тези растения са прикрепени към дъното на водоема, стъблата и листните им дръжки са потопени във водата, а листата им плават над водата. *M. spicatum* и *Sp. polyrrhiza* са разположени в третия пояс (субмерзна, потопена растителност). Растенията от третия пояс навлизат по-навътре във водата. Кореновата им система също е прикрепена към тинестото дъно, а листата им са разположени в самата водна маса, без да излизат извън нея. При тях само по време на цъфтеж над водата се показват цветовете и цветните дръжки. *C. demersum* е единственият представител на рода цветни растения, който достига по дъното на водоема на най-голяма дълбочина, до която прониква светлина.



Фиг. 1. Честота на срещане (Ч%) и плътност (ИИ) на популациите в макрофитните съобщества от сладководната екосистема на ез. Сребърна за периода 2009-2011 година

С най-висока численост и честота на срещане през трите години от периода на изследване се отличават популациите на *P. australis* (общо 106 екземпляра; Ч=38,97%), следвани от тези на *C. demersum* (общо 77 екземпляра; 28,31%) и *M. spicatum* (общо 37 екземпляра; Ч=13,60%) (фигура 1). Следва защитения вид *N. alba* с общо установени 34 екземпляра (Ч=12,5%). С най-малка численост са представени *H. morsus-ranae* и *S. polyrrhiza* (общо с по 9 екземпляра или средно с по 1 екз./m², Ч=3,31%). Средната плътност на индивидите *P. australis* на квадратен метър е най-висока и варира в малки граници през годините и сезоните. Тръстиката се отличават и с най-висока средна плътност на популациите през трите години, варираща в границите 3,56-4,34, като най-високи стойности

са отчетени през 2009 г. (ИИ=4,34±1,0), а най-ниски през 2011 г. (ИИ=3,56±2,19). С по-ниска средна плътност са представени популациите на роголистника, вариращи незначително през периода на изследване (ИИ=2,34±0,71 – 3,34±2,50). Като цяло средната плътност на популациите на тръстиката и роголостника са най-високи през 2011 г. Следват показателите за средна плътност на популациите на *M. spicatum* (1,56±1,34 – 1,45±1,34, по-високи през 2009 г.) и *N. alba* (1,34±1,32 – 1,23±1,20, по-високи през 2010 г.). Не са установени значими разлики в плътността на популациите от макрофити през трите години.

Определени са основни биотични показатели на макрофитните съобщества по сезони и години, както и общо за периода на изследване (общ брой видове, общ брой индивиди, Dmg – Margalef, diversity index; H' – Shannon, diversity index; E – Pielou, evenness index; C – Simpson, dominance index). Варирането им по сезони и години е в малки граници. Установените 6 вида макрофити присъстват в извадките през трите сезона и години. Общият брой на индивидите е най-висок през 2009 г. (97 екземпляра), а е най-нисък през 2010 г. (83 екземпляра) от общо установените за периода 272 екземпляра. По сезони, най-висок общ брой макрофити е отчетен през есента на 2009 г. (38 екземпляра), а най-нисък – през лятото на 2010 г. (22 екземпляра).

Индексът за общо видово разнообразие (Dmg) при направеното изследване е нисък (от 1,09-1,13 през годините и от 1,37 през есента-1,62 през лятото), свързано с малкия брой на установените видове макрофити през сезоните и годините от периода на изследване, свидетелстващо за отклонения от оптималните екологични условия за развитие на макрофитите в изследваната екосистема. Индексът на индивидуално видово разнообразие (H') е един от най-често използваните структурни параметри и е с най-голямо значение от структурните показатели. Когато изследваната екосистема е в оптимално състояние, индексът за видово разнообразие е висок (т.е., броят на видовете е голям, а броят на екземплярите от всеки вид е сравнително малък и достатъчно изравнен между всички видове) и обратно. Според получените при настоящото изследване резултати H'=1,29-1,58. Следователно, всички определени стойности за H' по сезони и години са >1, но <2 и свидетелстват за α-мезосапробия в изучаваната екосистема.

Индексът на изравненост (E), изразяващ равномерността в разпределението на общата численост между отделните видове, показва тенденция за стремеж към постигане на оптимално развитие. Всички стойности на E са под 1 и варират от E=0,72-0,86. Индексът на доминиране (C) показва възможността на видове с по-висока екологична пластичност да увеличават своята численост (да доминират) за сметка на други видове. Такива видове, установени в случая за ез. Сребърна са *P. australis*, *C. demersum* и *M. spicatum*. По-високите стойности на индекса, установени от получените резултати за ез. Сребърна показват по-голямо доминиране или влошени условия в екосистемата, дължащи се най-вече на увеличено сапробно замърсяване (α-мезосапробия; β-α-мезосапробия).

Установените доминиращи видове макрофити не са били обект на системни научни изследвания относно съдържание на тежки метали и техните възможности за акумулация при комплекса от характерни условия в сладководната екосистема на ез. Сребърна. Сапробната и биоиндикаторна значимост на тези видове, използвани широко в други страни и басейни за екологична оценка, както и тяхната значимост, а също и познанията за установено антропогенно натоварване в Дунавски водосборен басейн провокират интереса и необходимостта от проучване и оценяване на биоиндикаторната значимост на доминиращите видове макрофити за състоянието на езерната екосистема, намираща се в непосредствена близост и връзка с р. Дунав.

Изводи

1. Установени са 6 вида макрофити: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud; *Ceratophyllum demersum* L.; *Myriophyllum spicatum* L.; *Hydrocharis morsus-ranae* Linne; *Nymphaea alba* L.; *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. Като доминиращи видове макрофити от езерната екосистема се изявяват *P. australis*, *M. spicatum* и *C. demersum*.

2. С най-висока численост, честота на срещане и плътност на популациите през трите години от периода на изследване се отличават *P. australis* (106 екземпляра; Ч=38,97%; ИИ=3,96±1,93), следвани от тези на *C. demersum* (77 екземпляра; 28,31%; ИИ=2,57±1,50), *M. spicatum* (37 екземпляра; Ч=13,60%; ИИ=2,06±1,06) и *N. alba* (общо 34 екземпляра; Ч=12,5%; ИИ=1,89±0,96).

3. Биотичните индекси при изследваните групи организми свидетелстват за влошени условия в екосистемата, дължащи се най-вече на увеличено сапробно замърсяване (α -мезосапробия; β - α -мезосапробия).

Литература

1. БДС EN 14184:2004 Качество на водата. Ръководство за изследване на водни макрофити в течащи води
2. Големански В. (ред.), 2011. Червена книга на България. Том I - Растения и гъби. Електронно издание. <http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol1/>
3. Директива 2000/60/ЕС на европейския парламент и на съвета от 23 октомври 2000 година
4. Недялков, С., Б. Николов, 1986. Биосферни резервати в България. Земиздат, София.
5. Niebaum, G., V. Tsavkova, R. Christova, V. Vassilev, 2012. Hydrochemistry and water quality. in: Uzunov, Y., B.B. Georgiev, E. Varadinoiva, N. Ivanova, L. Pehlivanov, V. Vasilev (Editors) 2012. Ecosystems of the Biosphere Reserve Srebarna Lake. Sofia, Professor Marin Drinov Academic Publishing House, vi+218 pp.
6. Fauna Europaea, - база данни, <http://www.faunaeur.org/>
7. Kohler, A., H. Vollrath, E. Beisl, 1971. Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). Arch. Hydrobiol. 69, 333-365.
8. Schaumburg, J., C. Schranz, D. Stelzer, G. Hofmann, A. Gutowski, J. Foerster, 2006. Instruction Protocol for the Ecological Assessment of Running Waters for mplementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Munich: Bavarian Environment Agency.
9. McAleece, N., J.D.G. Gage, P.J.D. Lamshead, G.L.J. Paterson, 1997. BioDiversity Professional statistics analysis software.
10. Michev, T., B.B. Georgiev, A.V. Petrova, M.P. Stoyneva (Eds), 1998. Biodiversity of the Srebarna Biosphere Reserve. Checklist and bibliography. Sofia: Co-published by Context & Pensoft, ivx + 130 pp.
11. Microsoft., 2010. Microsoft Excel [computer software]. Redmond, Washington: Microsoft.
12. StatSoft, Inc., 2011. Statistica (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
13. Margolis, L.R, G.W. Esch, J.C. Holmes, A.M. Kuris, G.A. Schad, 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). J. Parasit., 68 : 131-133.
14. Kennedy, C., 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in a small stream: long-term changes in richness and structure. Parasitology 107, 71-78.
15. Bush, A.O., J.M. Aho, C.R. Kennedy, 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. Evol. Ecol., 4: 1-20.