



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2(62), 2010

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ԵՎ ՆՐԱ ՋՐԱՀԱՎԱՔ ԱՎԱԶԱՆԻ ՀԻՂՐՈՎՈՂՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ (2009թ.)

Ռ.Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Մ.Ս. ԻՎԱՆՅԱՆ, Ա.Ա.ԴԱՎԹՅԱՆ, Լ.Ռ.ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ,
Ժ.Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, Ա.Ա. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ա.Ս. ՄԱՄՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և Հիդրոէկոլոգիայի Գիտական կենտրոնի
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ,
E-mail: rhovan@sci.am,

Հոդվածում բերված են 2009թ. Սևանա լճի և նրա հիմնական վտակների ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Գնահատվել է լճի ջրահավաք ավազանում տնտեսական գործունեության ազդեցության դերը լճային էկոհամակարգի էվտրոֆացման և լիճ թափվող գետերի ջրերի որակի վատացման գործում:

Էկոլոգիա (էվտրոֆացում) (ֆիտոպլանկտոն (նախակենդանիներ (ինֆուզորիա (քլորոֆիլ a (կենսածին տարրեր

Приведены результаты гидрофизических, гидрохимических и гидро-биологических исследований озера Севан и его основных притоков. Оценено влияние хозяйственной деятельности на эвтрофирование и ухудшение качества воды озера и его притоков.

Экология – эвтрофирование – фитопланктон – простейшие – инфузории – хлорофилл а – биогенные элементы

In this article the investigation results of Lake Sevan and its tributaries waters are presented. The impact of economic activity has been assessed in the process of lake catchment basin eutrofication and tributaries waters quality worsening.

Ecology – eutrophication – phytoplankton – protozoa – infusorium – chlorophyll a – biogenic elements

Սևանա լճի այսօրվա էվտրոֆացված իրավիճակը պայմանավորված է ոչ միայն ներքաճարային պրոցեսների անթրոպոգեն բացասական վերակառուցմամբ, այլ նաև նրա ջրահավաք ավազանում տնտեսության տարբեր ճյուղերի, էկոլոգիապես չհիմնավորված, ինտենսիվացմամբ և էքստենսիվացմամբ, որի արդյունքում մեծացել է լիճ թափվող կենսածին տարրերի, աղտոտող և տոքսիկ նյութերի քանակները:

Տնտեսության ինտենսիվացման և ռեկրեացիոն ծանրաբեռնվածության մեծացման պայմաններում լճի բնական ռեսուրսների պահպանման և արդյունավետ օգտագործման խնդիրների լուծումն անհնար է առանց ճրահավաք ավազան (Լիճե համակարգում քանակական և կառուցվածքաֆունկցիոնալ հիդրոէկոլոգիական փոխհարաբերությունների վերլուծության: Հայտնի է, որ նշված փոխհարաբերությունները կարգավորվում է լճում ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական պրոցեսներով, որոնց վրա որոշիչ ազդեցություն են ունենում լիճ թափվող գետերի ջրերի հիդրոքիմիական որակը կազմավորող բաղադրիչները, որոնք ձևավորվում են ջրա հավաք ավազանում և ունեն պետրոգեն (բնածին) և / կամ տեխնոգեն (մարդածին) ծագում:

Սևանա ,Ջրահավաք ավազան (Լիճե լիմնոհամակարգում ջրահավաք ավազանի ազդեցության գործակիցը լճի վրա կազմում է 2.35: Ջրահավաք ավազանի նման մեծ ազդեցությունը լճային էկոհամակարգի վրա հիմնականում իրականացվում է գետերի միջոցով: Վտակներով Սևանա լիճ թափվող էվտրոֆացնող, աղտոտող և տոքսիկ նյութերը խթանում են էվտրոֆացման պրոցեսները և խորը բացասական ազդեցություն են ունենում ինչպես լճի տրոֆիկ շղթաների, այնպես էլ նրանց առանձին օղակների վրա: Հաշվի առնելով այս հանգամանքը, մեր կողմից իրականացվել է լիճ թափվող գետերի ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական հետազոտություններ, նրանց ազդեցությունը լճի վրա գնահատելու նպատակով:

Նյութ և մեթոդ: Ջրաքիմիական ուսումնասիրությունների ընթացքում օգտագործվել են միջազգային ստանդարտներին համապատասխան սպեկտրո-ֆոտոմետրիկ, իոնոմետրիկ, ծավալային և այլ մեթոդներ [4]:

Ջրակենսաբանական ուսումնասիրությունները կատարվել են 2008-2009թ. փետրվար և նոյեմբեր ամիսների ընթացքում Սևանա լիճ թափվող Գավառագետ, Լիճք, Արգիճի, Վարդենիկ, Արփա, Մակենիս, Մասրիկ, Ջկնագետ գետերից վերցված ջրերի նմուշներում:

Սևանա լճում փորձանմուշները վերցրել ենք 4-րդ դիտակետից (Փոքր Սևան):

Փորձանմուշներում ուսումնասիրել ենք ֆիտոպլանկտոնային համակեցության և նախակենդանիների որակական և քանակական կազմը: Նրանց նախնական և հետագա լաբորատոր մշակումները կատարել ենք՝ ըստ հիդրոէկոլոգիայում ընդունված մեթոդների [1, 2, 5, 6, 8, 9]:

Ստացված թվային տվյալների կորելիացիոն-ռեգրեսիոն վերլուծությունները կատարել ենք համակարգչային EXCEL ծրագրային փաթեթի միջոցով 95% ճշգրտությամբ ($p > 0.95$):

Սակերկոյթային ջրերի որակի բնութագրումը կատարել ենք ջրերի որակի էկոլոգիական հետևյալ դասակարգմամբ [7]:

1. Դասակարգում ըստ ջրի հանքայնացման աստիճանի և իոնային կազմի:

2. Էկոլոգո-սանիտարական դասակարգում, որը ընդգրկում է ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական ցուցանիշներ:

Մեր կողմից ընտրվել է ջրի որակի էկոլոգո-սանիտարական (տրոֆո-սապրոբայության) դասակարգում, որտեղ օգտագործել ենք ուսումնասիրության ընթացքում ստացված ջրաֆիզիկական, ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական ցուցանիշները և նրանց մեծությունները:

Արդյունքներ և քննարկում: Սևանա լիճ թափվող գետերում կատարված ջրաքիմիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ նրանց ջրերում միջինացված հաշվարկներով, լուծված թթվածինի քանակությունը կազմել է 11.7 գ/մ³, pH-7.4, նիտրատինը՝ 0.08 գ/մ³, նիտրիտինը՝ 0.034 գ/մ³, ամոնիում իոնինը՝ 0.15 գ/մ³, ընդհանուր հանքային ազոտինը՝ 1.0 գN/մ³, ֆոսֆորինը՝ 0.36 գP/մ³, ԹԿՊ-ը 3 գO₂/մ³, ՊՕ-ն 1.4 գO/մ³, ԲՕ-14.2 գO₂/մ³:

Գետերի միջոցով Սևանա լիճ թափվող ազոտի և ֆոսֆորի քանակությունների վերահաշվարկները ցույց են տվել, որ 2009թ. գետերի միջոցով տնտեսության տարբեր ոլորտներից լիճ է թափվել մոտ 2071 տ ազոտ և 162.3 տ ֆոսֆոր (աղ.1), որոնց քանակությունները 2008թ. հետ համեմատած պակասել են 5-10% սահմաններում:

Տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ըստ լիճ թափվող ազոտի քանակության (2071տ; աղ.1)՝ առաջնակարգ տեղ է զբաղեցնում բնակչությունը և արդյունաբերությունը (1055.3 տ), հաջորդը՝ բուսաբուծությունը (530.3 տ) և անասնաբուծությունը (485.4 տ):

Նշված ոլորտներից լիճ թափվող ֆոսֆորի (162.4 տ) մեծությունները համապատասխանաբար կազմում են 132.0; 24.7; 5.7 (աղ.1):

2009թ. լիճ է թափվել նաև 2128 տ հեշտ լուծվող և 1275 տ հեշտ օքսիդացվող օրգանական նյութեր, որոնց հաշվարկային քանակությունը էկվիվալենտ է ԹԿՊ-ի և ՊՕ-ի պրոցեսներում օգտագործված թթվածնի քանակությամբ (հաշվարկները կատարվել են՝ ըստ գետերի ջրերում ԹԿՊ-ի և ՊՕ-ի մեծությունների, գ/մ³):

Ջրակենսաբանական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Գավառագետ, Լիճք, Արգիճի, Վարդենիկ, Արփա, Մաքենիս, Մասրիկ, Ջկնագետ գետերի ֆիտոպլանկտոնում գերակայել են ջրիմուռների երեք խմբեր, դրանք են՝ դիատոմայինները, կանաչները և կապտականաչները: Գերիշխող տեսակներն են *Navicula*, *Cocconeis*, *Meridion*, *Cymbella*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Melosira*, *Fragilaria*: Իրենց բազմազանությամբ հատկապես աչքի են ընկել *Navicula* ցեղի տեսակները՝ *N. gracilis*, *N. pupula*, *N. tuscula*:

Հայտնաբերված տեսակները՝ ըստ ջրերի որակի սապրոբության աստիճանի, համապատասխանում են β և մեզոսապրոբային տեսակներին: Գետերում զարնանային պլանկտոնի ձևավորման հիմնական խմբերն են դիատոմային և կապտականաչ ջրիմուռները: Կանաչ ջրիմուռների դերը եղել է երկրորդային:

Դիատոմային ջրիմուռների առավելագույն թվաքանակը այս շրջանում եղել է 3776 հազ. բջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 16,5 գ/մ³: Կապտականաչների թվաքանակը հետազոտված շրջանում փոփոխվել է 4-508 հազ. բջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 0,009-7,12 գ/մ³:

Աղյուսակ 1. Տնտեսության տարբեր ոլորտներից Սևանա լիճ թափվող ազոտի և ֆոսֆորի քանակները և նրանց տոկոսային հարաբերությունները

Աղբյուրներ	Ազոտ		Ֆոսֆոր	
	տ/տարի	%	տ/տարի	%
Բնակչություն և արդյունաբերություն	1055.3	51.0	132.0	81.29
Բուսաբուծություն	530.3	26.0	24.7	15.22
Անասնապահություն	485.4	23.44	5.7	3.5
Ընդամենը	2071	100	162.4	100

Պետք է նշել, որ կապտականաչ ջրիմուռները հանդիսացել են պլանկտոնի մշտական ներկայացուցիչներ, և նրանց կազմի մեջ մեծ թիվ են կազմել տոքսիկ համարվող տեսակները, որոնք հայտնի են գրականությունից որպես էվտրոֆիկատոր-տեսակներ, օրինակ *Spirulina sp.* և *Microcystis aeruginosa* տեսակներին պատկանող ցեղերի ներկայացուցիչները:

Կանաչ ջրիմուռները միշտ չէ որ արձանագրված են եղել պլանկտոնում, նրանց թվաքանակը փոփոխվել է 4,088,0 հազ. բջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 0,02-4,0 գ/մ³: Տարվա կտրվածքով նշված ցուցանիշների առավելագույն մեծությունները գրանցվել են Մասրիկ գետի պլանկտոնում:

Հետազոտված շրջանի յուրահատկություններից է, որ դեղնականաչ ջրիմուռներից հայտնաբերված է միայն մի տեսակ *Tribonema* ցեղից: Նրա թվաքանակը Արփա գետի պլանկտոնում կազմել է 76.0 հազ. բջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 0,11գ /մ³:

Այսպիսով՝ Սևանա լճի հիմնական վտակների ֆիտոպլանկտոնի ուսումնասիրությունները ցույց են տվել:

1. Իրենց թվաքանակով և բազմազանությամբ գերակշռել են դիատոմային ջրիմուռները, ինչը բնորոշ է ռեոպլանկտոնին: Վերը նշված տեսակների մեջ հատկապես դիատոմային ջրիմուռների խմբում՝ մեծ թիվ են կազմում աղտոտվածության կենսա-ինդիկատոր ձևերը, որոնք են *Melosira varians*, *Fragilaria capucina*, *Stephanodiscus hantzschii*, տեսակները: Կապտականաչ ջրիմուռների բաժնում *Microcystis aeruginosa* և *Spirulina abbreviata*, *Oscillatoria limnetica*, *Aphanizomenon* f-a. և կանաչ ջրիմուռների խմբում *Ulothrix subtilissima* - *Characium* sp տեսակները:

2. Հետազոտված շրջանում արձանագրված չէ պլանկտոնային ջրիմուռների օձաղ-կում, ինչի մասին վկայում են ֆիտոպլանկտոնի թվային մեծությունները և վիզուալ դիտարկումները (ջրի մակերեսին թաղանթների բացակայությունը, տհաճ հոտի բացակա-յությունը, ջրի գունավորումը):

3. Սևանա վտակներում տոքսիկ ցիանոբակտերիաների *Microcystis aeruginosa*, *Spirulina abbreviata*, *Oscillatoria limnetica*, *Aphanizomenon* f-a տեսակների առկայությունը խոսում է այն մասին, որ վտակների ջրօգտագործումը կարող է վնասակար լինել մարդու և կենդանիների համար:

Սևանա լիճ թափվող վերը նշված գետերում նախակենդանիների ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ ինֆուզորիաների առավելագույն տեսակային կազմը և քանակությունը գրանցվել է մայիս և հունիս ամիսներին (*Coleps hirtus* (*Kinetofragminophora*), *Paramecium caudatum* (*Oligohymenophora*), *Oxytrichidae*): Նախակենդանիների աճը նշված ամիսներին բացատրվում է ինֆուզորիաների համար սնունդ հանդիսացող՝ օրգանական նյութերի քանակության մեծացմամբ, բակտերիաների և ջրիմուռների մասսայական զարգացմամբ: Հուլիս ամսին ինֆուզորիաների քանակը նվազում է, որը պայմանավորված է այդ ժամանակահատվածում զոոպլանկտոնի քանակական աճով, և որպես հետևանք ինֆուզորիաների և զոոպլանկտոնի միջև սննդային մրցակցության մեծացմամբ: Հատկապես դա նկատելի է Մասրիկ գետի ջրերում:

Օգտագործելով քննարկված ջրաքիմիական և ջրակենսաբանական ցուցանիշների թվային մեծությունները, մեր կողմից որոշվել է ուսումնասիրված գետերի ջրերի էկոլոգիական որակը: Պարզվել է, որ *Ձկնագետը* համապատասխանում է՝ մաքուր և չափավոր աղտոտված, *Գալառագետը*՝ շատ աղտոտված, *Լիճքը*՝ շատ մաքուր-չափավոր աղտոտված, *Արգիճին*՝ թույլ աղտոտված(չափավոր աղտոտված, *Վարդենիկը*՝ մաքուր(թույլ աղտոտված, *Արփան*՝ թույլ աղտոտված(չափավոր աղտոտված, *Կարճ-աղբյուր*՝ թույլ աղտոտված(չափավոր աղտոտված, *Մասրիկը*՝ մաքուր և չափավոր աղտոտված որակի ջրերին:

Սևանա լճում կատարված *ջրաֆիզիկական* հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ լճում ջերմաստիճանային տատանումները ըստ խորությունների կազմում են՝ մակերեսին (8,8°; 10 մ-ում՝ 8,0°; 30 մ-ում՝ 6,3°; 60 մ-ում՝ 4,2°: Թափանցելիությունը լճում գրանցվել է 3,5 մ:

Ջրաքիմիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ լճում միջին հաշվարկներով լուծված թթվածինի քանակությունը կազմել է 7,14 գ/մ³, рН (8,6, կայցիում իոնը՝ 27,6 գ/մ³, քլորիդինը՝ 62,3 գ/մ³, նիտրատինը՝ 0,08 գ/մ³, նիտրիտինը՝ 0,002 գ/մ³, ամոնիում իոնինը՝ 0,17գ/մ³, ընդհանուր հանքային ազոտինը՝ 0,25 գ N/մ³, ֆոսֆորինը՝ 0,024 գ P/մ³, ԹԿՊ-ը 2,35 գՕ₂/մ³, ՊՕ-ն 1,99 գՕ/մ³, ԲՕ-22,3 գ Օ₂/մ³:

Համապատասխան վերահաշվարկներից պարզվում է նաև, որ այդ ժամանակահատվածում Սևանա լճի ջրերում հանքային ազոտի քանակությունը եղել է 9175 տ, իսկ ֆոսֆորինը՝ 880,8 տ: Գետերով լիճ թափվող ազոտի քանակությունը (2071 տ) կազմել է լճում ազոտի քանակության 22,7 % -ը, իսկ ֆոսֆորը (162,3 տ)՝ 18,4 %-ը:

Լիճ թափվող և լճում եղած ազոտի և ֆոսֆորի քանակությունների տոկոսային հարաբերությունների նշված մեծությունները կրկին անգամ ապացուցում է ջրահավաք ավազանի որոշիչ դերը լճում ընթացող էվտրոֆացնող պրոցեսների վրա:

Ջրակենսաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքում լճում հայտնաբերվել է պլանկտոնային ջրիմուռների 31 տեսակ, որոնցից 7-ը (22%)՝ դիատոմային, 14-ը (45%)՝ կանաչ, 6-ը (19%)՝ կապտականաչ և 4 այլ խմբերի ջրիմուռների ներկայացուցիչներ:

Քանակապես գերակայել են կանաչ ջրիմուռները՝ կազմելով համակեցության միջին թվաքանակի 68 %-ը և միջին կենսազանգվածի 65%-ը: Սուրբումինանտ հանդիսացել են դիատոմային ջրիմուռները՝ համապատասխանաբար կազմելով պլանկտոնի 28 % և 22 %-ը: Առանձին տեսակներից ըստ թվաքանակի առավելագույն նշանակություն է ունեցել *Cyclotella spp.*-ը, որը կազմել է ընդհանուրի 26%-ը: Ըստ կենսազանգվածի գերակայել են *Oocysis* ցեղի ներկայացուցիչները՝ կազմելով ֆիտոպլանկտոնային համակեցության 47%: Ֆիտոպլանկտոնում կանաչ ջրիմուռներից զգալի ներդրում են ունեցել *Ankistrodesmus spp.*-ը, *Crucigenia quadricauda*-ն, դիատոմայիններից՝ *Stephanodiscus astrae*-ն, իսկ կապտա-կանաչ ջրիմուռներից՝ *Aphanothece clathrata*-ն:

Ֆիտոպլանկտոնի թվաքանակի և կենսազանգվածի մեծությունները ըստ խորությունների բերված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2. Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնի թվաքանակի (համարիչ) և կենսազանգվածի (հայտարար) արժեքները

Ֆիտոպլանկտոնի խմբերը	Թվաքանակ [$\times 10^3$ առանձ./լ] Կենսազանգված, գ/մ ³				
	Խորություն, մ				
	0	10	30	60	միջին
Bacillariophyta	333.3 0.52	373.3 0.58	668.0 0.97	561.3 0.78	484.0 0.71
Chlorophyta	1336.0 3.85	525.3 1.58	365.3 1.16	2528.0 1.64	1188.6 2.06
Cyanophyta	105.3 0.24	64.0 0.14	45.3 0.87	70.7 0.36	71.3 1.61
Այլ	8.3 0.04	9.3 0.04	10.7 0.04	4.0 0.02	8.1 0.03
Ընդամենը	1783.0 4.65	972.0 2.34	1089.3 3.04	3164.0 2.77	1752.1 3.20

Համապատասխան հաշվարկները ցույց են տալիս, որ ջրիմուռների տարեկան միջին թվաքանակը մեկ լիտրում կազմել է մոտ 1.8 հազ. առանձնյակ, իսկ միջին կենսազանգվածը 3.20 գ/մ³, ինչը ըստ ընդունված սանդղակի [9]՝ համապատասխանում է մեզոտրոֆ լճերի կենսազանգվածի ցուցանիշին:

Քլորոֆիլ a-ի առավելագույն կոնցենտրացիան գրանցվել է լճի մակերեսից մինչև 10 մ խորությունն ընկած հատվածում, ինչը նշված խորություններում, ըստ քլորոֆիլ a-ի միջին արժեքի՝ 3.57 մկգ/լ լուսային օպտիմալ պայմանների առկայության հետևանք է [5] (աղ. 3):

Աղյուսակ 3. Փոքր Սևանի ֆիտոպլանկտոնի քանակական արժեքները՝ ըստ քլորոֆիլ a-ի պարունակության

Խորությունը, մ	Քլորոֆիլ a-ի կոնցենտրացիան, մկգ/լ
0	4.44
10	4.01
30	2.31
60	3.50
Միջինը	3.57

Այսպիսով՝ լճի բնական ռեսուրսների պահպանման և արդյունավետ օգտագործման խնդիրների լուծումն անհնար է առանց ,Ջրահավաք ավազան (Լիճե համակարգում հիդրոբիոտոնների քանակական և կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ փոխհարաբերությունների ուսումնասիրության, որտեղ պետք է հաշվի առնվի, որ լճային էկոհամակարգի վերակառուցումը ղեկավարող միակ ռադիկալ միջոցառումը լճի մակարդակի արհեստական բարձրացումն է Բալթիկ ծովի մակարդակից մինչև 1903.5 մ բարձրությունը, քանի որ այն մեխանիզմները, որոնք լճի մակարդակի իջեցման ժամանակ գործել են դրական, մակարդակի բարձրացման ժամանակ կգործեն բացասական փոխկապակցված կապերով:

Անհրաժեշտ է արմատապես վերանայել Սևանա լճի բնական ռեսուրսների օգտագործման տնտեսական և էներգետիկ սկզբունքները, նպատակ ունենալով բնականին մոտ վերականգնել և պահպանել լճի ամբողջական էկոհամակարգը, որի իրականացման ամենաառաջնահերթը և անհետաձգելի միջոցառումը պետք է լինի օրենքով հաստատագրված լճի ջրային *դրական հաշվեկշռի* ամենամյա ապա-հովումը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Գուրնիչ Ա.Ա.*, Քաղցրահամ ջրերի ջրիմուռներ: Երևան, 1973.
2. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., Гидрометеиздат, 1983.
3. *Гамбарян Л.*, Сукцессия фитопланктона в период повторного понижения уровня озера Севан, Автореф.канд. дисс., Ереван, 2001.
4. *Лурье Ю. Ю.* Унифицированные методы анализа вод. "Химия", М., 448с., 1984.
5. *Парпаров А.С.* Первичная продукция и содержание хлорофилла "а" в фитопланктоне оз. Севан. Тр. СГБС, Ереван, XVII, с. 89-99, 1979.
6. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли Каспийского моря. "Наука" Л., 1968.
7. *Романенко В.Д.; Окисюк О.П.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. АН УССР, Киев, Наукова Думка, 255с., 1990.
8. *Судницына Д.Н.* Экология водорослей Псковской области. Учебное пособие. Печатается по решению кафедры ботаники и редакционно-издательского совета ПГПУ им. С.М. Кирова, Псков с.892, 2005.
9. *Трифенова И.С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л., 183с., 1990.
10. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР, Киев, с. 206., 1990.
11. *Heinz Streble*, Das Leben im Wassertropfen, Stuttgart, Kosmos, 2001.

Մտացվել է 26.02.2010