



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 3(66), 2014

ԳՎԱՌԱԳԵՏ ԵՎ ՄԱՍՐԻԿ ԳԵՏԵՐԻ ՖԻՏՈՊԼԱՆԿՏՈՆԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԵՑՈՒԹՅԱՆ ԶԱՆԱԿԱԿԱՆ ՉԱՐԳԱՑՄԱՆ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԻՋՎԱՅՐԻ ՈՐՈՇ ԱԲԻՈՏԻԿ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻՑ

Թ.Գ. ԽԱՉԻԿՅԱՆ, Լ.Ո. ՀԱՄԲԱՐՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Կենդանաբանության և հիդրոէկոլոգիայի գիտական կենտրոնի
Հիդրոէկոլոգիայի և ձկնաբանության ինստիտուտ
tkhachikyan@mail.ru

2008-2011 թթ. կատարվել են Գավառագետ և Մասրիկ գետերի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության հետազոտություններ: Տեսակային բազմազանությամբ և քանակական ցուցանիշներով գետերում գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները: Քանակական ցուցանիշներով ենթադրվում են կապտականաչ, իսկ տեսակային բազմազանությամբ՝ կանաչ ջրիմուռները: Կորելյացիոն վերլուծության արդյունքում բացահայտվել են ֆիտոպլանկտոնային համակեցության առանձին խմբերի քանակական ցուցանիշների և միջավայրի որոշ աբիոտիկ գործոնների միջև գոյություն ունեցող կապերը:

Գետեր – ֆիտոպլանկտոն – աբիոտիկ գործոններ – կորելյացիոն-ռեգրեսիոն վերլուծություն

Проведены исследования фитопланктонного сообщества рек Гаварагет и Масрик в период с 2008-2011 гг.. По видовому разнообразию и количественным показателям в фитопланктоне рек преобладали диатомовые водоросли. Субдоминантной группой в сообществе по количественным показателям являлись сине-зеленые водоросли, а по видовому разнообразию – зеленые. В результате проведенного корреляционного анализа выявлена зависимость между количественными показателями фитопланктонного сообщества, его отдельными группами и некоторыми абиотическими факторами среды.

Реки – фитопланктон – абиотические факторы – корреляционно-регрессионный анализ

The studies of phytoplankton communities in Gavaraget and Masrik rivers were carried out in 2008-2011. Diatom algae dominated on a quantitative variety and quality indicators – in the rivers. The blue green algae prevailed by quantitative indices, and green algae – on a specific variety. The existing communication has been revealed between quantitative indices of separate groups of phytoplankton communities and some abiotic factors of the environment as a result of the correlation analysis.

Rivers – phytoplankton – abiotic factors – correlation-regression analysis

Ֆիտոպլանկտոնը, հանդիսանալով ջրային էկոհամակարգերի տրոֆիկ շղթայի առաջնային օղակ, բավականին արագ է արձագանքում միջավայրի պայմանների փոփոխությանը: Ջրիմուռների տեսակային կազմը հանդիսանում է բազմաթիվ գործոնների համատեղ ազդեցության ինտեգրալ ցուցանիշ, որը բնութագրում է ջրային համակարգերի վիճակը, տրոֆայնության մակարդակը և ջրերի աղտոտվածության աստիճանը [5]: Միջավայրի պայմանների փոփոխությունը հանգեցնում է ֆիտոպլանկտոնային համակեցության ոչ միայն տեսակային կազմի, այլև առանձին տեսակների և խմբերի քանակական ցուցանիշների փոփոխմանը [16]: Պլանկտոնային ջրիմուռների զարգացման համար միջավայրի աբիոտիկ գործոններից կարևոր նշանակություն ունեն ջրի շերմաստիճանը, ջրածնային ցուցիչը, կենսածին տարրերի՝ հատկապես ազոտի և ֆոսֆորի քանակությունները [13]:

2008-2011 թթ. Գավառագետ և Մասրիկ գետերում կատարվել են ֆիտոպլանկտոնային համակեցության հետազոտություններ: Ֆիտոպլանկտոնի զարգացման վրա նշված գործոնների ազդեցությունը բացահայտելու նպատակով կատարվել է կոռելյացիոն վերլուծություն ֆիտոպլանկտոնային համակեցության առանձին խմբերի բանական ցուցանիշների և նշված աբիոտիկ գործոնների միջին սեզոնային մեծությունների միջև:

Գավառագետը սկիզբ է առնում Գեղամա լեռնաձախանի հյուսիսային լանջերից 3050 մ բարձրությունից և թափվում Փոքր Սևան: Երկարությունը 50 կմ է, ջրիավաթ ավազանը՝ 480 կմ²: Սևումը հիմնականում (83%) ստորերկրյա է, վարարումը՝ ապրիլ-հունիսին: Տարեկան միջին ծախսը 3.82 մ³/վ է, հոսքը՝ 120.6 մլն. մ³ [2]: Մասրիկ գետը Սևանա լճի ամենաջրառատ վտակներից է, որը սկիզբ է առնում Վարդենիսի լեռնավանդակի 2880 մ բարձրությունից: Գետի երկարությունը 45 կմ է, իսկ ջրիավաթ ավազանի մակերեսը՝ 685 կմ²: Գետը սնվում է հալոցքային ջրերով: Տարեկան միջին ծախսը 3.97 մ³/վ է, հոսքը՝ 125 մլն. մ³ [2]: Մասրիկ գետը թափվում է Մեծ Սևան:

Նյութ և մեթոդ: Աշխատանքի համար նյութ են ծառայել 2008-2011 թթ. ընթացքում (մարտ-նոյեմբեր) Սևանա լիճ թափվող Գավառագետ և Մասրիկ գետերից վերցված փորձամուշները: Փորձամուշների նախնական և հետագա լաբորատոր մշակումները կատարվել են ջրակենսաբանության մեջ ընդունված մեթոդներով [3]: Ուսումնասիրվել է ֆիտոպլանկտոնային համակեցության որակական և քանակական կազմը: Ջրիմուռների տեսակային կազմի որոշումը կատարվել է տեսակի իդենտիֆիկացման համընդհանուր ճանաչում գտած որոշիչների և ուղեցույցների օգնությամբ [4, 7, 15, 20]:

Ջրաքիմիական (рН, N[NH₄⁺], N[NO₂], N[NO₃], N_{հալք.}, P_{հալք.}) և ջրաֆիզիկական (ջերմաստիճան) տվյալները տրամադրվել են ՀՀ Բնապահպանության նախարարության «Շրջակա միջավայրի վրա ներգործության մոնիտորինգի կենտրոնի կողմից» (Հայէկոմոնիտորինգ, 2008-2011 թթ.):

Տվյալների վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է Statistica 6.0 ծրագրային փաթեթի օգնությամբ:

Արդյունքներ և քննարկում: 2008-2011 թթ. հետազոտման ընթացքում Գավառագետում հայտնաբերվել է պլանկտոնային ջրիմուռների 71 տեսակ, որոնցից 54-ը՝ դիատոմային (Bacillariophyta), 9-ը՝ կանաչ (Chlorophyta), 8-ը՝ կապտականաչ (Cyanophyta): Ֆիտոպլանկտոնի ընդհանուր թվաքանակը տատանվել է 16000-456000 քջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 0.05-2.4 գ/մ³ տիրույթում: Տեսակային բազմազանությամբ և քանակական ցուցանիշներով (4000-240000 քջ/լ, 0.09-2.2 գ/մ³) հիմնականում գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, ինչն էլ բնորոշ է լեռնային գետերի ֆիտոպլանկտոնին [6, 10, 12, 14]: Ի տարբերություն կանաչ և կապտականաչ ջրիմուռների, դիատոմային ջրիմուռներն առավել լավ են հարմարված գետային բիոտոպին և որոշակի ադապտացիոն մեխանիզմների շնորհիվ կարողանում են գոյատևել բիոտոպի ոչ կայուն ջրաբանական պայմաններում: Հիմնականում զարգացել են *Navicula*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Melosira*, *Cocconeis* և *Cymbella* ցեղերի տեսակները:

Կապտականաչ ջրիմուռները քանակական ցուցանիշներով հանդիսացել են ենթադոմինանտ խումբ (4000-140000 քջ/լ, 0.009-0.5 գ/մ³), առավել հաճախակի արձանագրվել են *Aphanotece clathrata* և *Microcystis aeruginosa* տեսակները: Կանաչ ջրիմուռները գարնանը և աշնանը ֆիտոպլանկտոնի ընդհանուր քանակական ցուցանիշներում ունեցել են փոքր ներդրում, մինչդեռ ամռան ամիսներին նկատվել է տեսակային բազմազանության և քանակական ցուցանիշների մեծացում, ինչն էլ, հավանաբար, կապված է ամռանը գետի հոսքի արագության փոքրացման հետ: Արձանագրվել են *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Coelastrum* և *Ankistrodesmus* ցեղերի տեսակները:

Մասրիկ գետում հետազոտման ընթացքում գրանցվել է պլանկտոնային ջրիմուռների 117 տեսակ, որոնցից 82-ը՝ դիատոմային (Bacillariophyta), 22-ը՝ կանաչ (Chlorophyta), 12-ը՝ կապտականաչ (Cyanophyta) և 1-ը՝ դեղնականաչ (Xanthophyta): Ֆիտոպլանկտոնային համակեցության ընդհանուր թվաքանակը տատանվել է 64000-1460000 քջ/լ, իսկ կենսազանգվածը՝ 0.3-10.5 գ/մ³ տիրույթում: Դիատոմային ջրիմուռները գերակայել են ոչ միայն տեսակային բազմազանությամբ, այլ նաև՝ քանակական ցուցանիշներով (28000-1208000 քջ/լ, 0.22-9.6 գ/մ³): Գերակշռել են *Navicula*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Melosira*, *Cocconeis* և *Rhoicosphenia* ցեղերի տեսակները: Կապտականաչ ջրիմուռները քանակական ցուցանիշներով եղել են ենթադոմինանտ (12000-272000 քջ/լ, 0.03-0.7 գ/մ³), չնայած ներկայացել են համեմատաբար աղքատ տեսակային կազմով: Դեղնականաչ մշտական ներկայացուցիչներն են եղել *Aphanotece clathrata* և *Microcystis aeruginosa* տեսակները: Արձանագրվել են նաև *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria limosa*, *Os. limnetica*, *Phormidium foveolarum*, *Ph. papyraceum*, *Spirulina sp.* և այլ տեսակներ:

Կանաչ ջրիմուռները տեսակային բազմազանությամբ զբաղեցրել են երկրորդ տեղը, միևնույն ֆիտոպլանկտոնի ընդհանուր բանական ցուցանիշներում ունեցել են համեմատաբար փոքր ներդրում: 2011 թ. ամռանը դիտվել է բացառություն, երբ կենսազանգվածով գերակայել են կանաչ ջրիմուռները (1.1 գ/մ³): Դա պայմանավորված է եղել *Pandorina morum* խոշոր գաղութային տեսակի զարգացմամբ [1]: Կանաչ ջրիմուռներից արձանագրվել են նաև *Binuclearia lauterbornii*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Closterium acutum*, *Oocystis borgei*, *Scenedesmus obliquus* և այլ տեսակներ:

2008-2011 թթ. միջինացված արժեքներով Գավառագետում ջրի ջերմաստիճանը տատանվել են 6.5-9.3⁰C (աղ. 1), իսկ Մասրիկ գետում՝ 8-14.7⁰C տիրույթում (աղ. 2): Ջերմաստիճանը պլանկտոնային ջրիմուռների զարգացման համար կարևոր գործոն է, քանի որ այն ազդում է ջրիմուռների բջիջների ֆունկցիոնալ ակտիվության վրա և կարող է արագացնել կամ դանդաղեցնել կյուբափոխանակության պրոցեսները [9]: Ջերմաստիճանի բարձր արժեքները նպաստավոր են հատկապես կապտականաչ և կանաչ ջրիմուռների զարգացման համար:

Գավառագետում ջրածնական ցուցիչի արժեքները տատանվել են 7.4-7.3, իսկ Մասրիկ գետում՝ 7.9-8.1 տիրույթում (աղ. 1, 2): Ջրածնական ցուցիչը կարևոր ջրաէկոլոգիական ցուցանիշ է, որի արժեքից է կախված ջրային էկոհամակարգերում պլանկտոնային ջրիմուռների կենսագործունեությունը, ինչպես նաև ռեոպլանկտոնում ջրիմուռների ալկալաֆիլ, ինդիֆերենտ և ացիդոֆիլ տեսակների առկայությունն ու հարաբերակցությունը:

Հետազոտության արդյունքները ներկայացված են աղ. 1, 2, 3, 4-ում:

Աղյուսակ 1. Գավառագետի ջրաֆիզիկական և ջրաքիմիական որոշ ցուցանիշների 2008-2011 թթ. միջին սեզոնային արժեքները

	T, °C	pH	N[NH ₄ ⁺]	N[NO ₂]	N[NO ₃]	N _{total}	P _{total}
Գարուն	6.5	7.5	0.27	0.024	2.63	2.9	0.45
Ամառ	9.3	7.7	0.2	0.04	2.8	3.04	0.5
Աշուն	6.8	7.4	0.17	0.02	3	3.2	0.7

Աղյուսակ 2. Մասրիկ գետի ջրաֆիզիկական և ջրաքիմիական որոշ ցուցանիշների 2008-2011 թթ. միջին սեզոնային արժեքները

	T, °C	pH	N[NH ₄ ⁺]	N[NO ₂]	N[NO ₃]	N _{total}	P _{total}
Գարուն	8.05	8	0.3	0.014	1.125	1.43	0.23
Ամառ	14.7	8.1	0.2	0.04	1.115	1.35	0.18
Աշուն	8.5	7.9	0.11	0.02	1.01	1.14	0.18

Կենսածին տարրերից ջրային էկոհամակարգերի համար հատկապես կարևորվում է ազոտի և ֆոսֆորի դերը: Տարբեր հեղինակներ ուսումնասիրել են կենսածին տարրերի ազդեցությունը պլանկտոնային ջրիմուռների զարգացման վրա, սակայն ըստ Յոնգի [21] ֆիտոպլանկտոնային համակեցության և կենսածինների միջև փոխհարաբերությունները դեռևս վերջնականապես պարզաբանված չեն, քանի որ միևնույն կենսածինի ազդեցության վերաբերյալ տարբեր հետազոտողների մոտ կարծիքները հակասական են:

Գավառագետում հանքային ազոտի և ֆոսֆորի առավել բարձր ցուցանիշներ գրանցվել են աշնանը (աղ. 1), իսկ Մասրիկ գետում՝ գարնանը (աղ. 2): Մակերևութային ջրերում հանքային ազոտը հանդիպում է ամոնիումային՝ NH₄⁺, նիտրիտային՝ NO₂⁻ և նիտրատային՝ NO₃⁻ իոնների ձևով: Գետերին առավել բնորոշ են նիտրատները, ջրի ինտենսիվ խառնման և օդափոխման պայմաններում ամոնիումային և նիտրիտային իոնները առավել անկայուն են [11]:

Ջրիմուռները առավել լավ յուրացնում են նիտրատային և ամոնիումային ազոտը, սակայն կարող են յուրացնել նաև նիտրիտային ազոտ [9]: Կենսածին տարրերի և նրանց տարբեր ձևերի նկատմամբ պահանջարկը կախված է ջրիմուռների տեսակային պատկանելիությունից: Ֆիտոպլանկտոնի զարգացման համար ազոտը և ֆոսֆորը կարող են հանդիսանալ սահմանափակող գործոն [13]:

Գավառագետի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության առանձին խմբերի քանակական ցուցանիշների, ջրի ջերմաստիճանի, ինչպես նաև ջրաքիմիական արժեքների (pH, N[NH₄⁺], N[NO₂], N[NO₃], N_{հսլթ.}, P_{հսլթ.}) միջին սեզոնային մեծությունների միջև կատարած կոռելյացիոն վերլուծության արդյունքում ուղիղ կապ է բացահայտվել դիատոմային ջրիմուռների թվաքանակի և հանքային ֆոսֆորի քանակության սեզոնային փոփոխությունների միջև, հակառակ կապ՝ pH-ի արժեքների սեզոնային փոփոխությունների հետ: Դիատոմային ջրիմուռների կենսազանգվածի և հանքային ֆոսֆորի, ամոնիումային իոնների քանակության սեզոնային փոփոխությունների հետ ևս դիտվել է ուղիղ կախվածություն (աղ. 3): Կապտականաչ ջրիմուռների թվաքանակի և pH-ի միջև դիտվել է հակառակ կապ, իսկ կենսազանգվածի և ջերմաստիճանի միջև՝ ուղիղ կապ: Կանաչ ջրիմուռների և կոռելյացիոն վերլուծության ենթարկված արհիտիկ գործոնների միջև որոշակի կապեր չեն արձանագրվել:

Աղյուսակ 3. Գավառագետի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության և միջավայրի որոշ արհիտիկ գործոնների միջև կոռելյացիոն-ռեգրեսիոն վերլուծության արդյունքները

Գավառագետ	Թվաքանակ, 10 ³ բջ/լ			Կենսազանգված, գ/մ ³		
	Դիատոմային	Կապտականաչ	Կանաչ	Դիատոմային	Կապտականաչ	Կանաչ
T, °C	-0.36	0.2	-0.05	-0.18	0.86	-0.11
pH	-0.5	-0.5	0.09	-0.4	-0.02	0.11
N[NH ₄ ⁺]	0.33	0.3	-0.03	0.54	0.14	-0.09
N[NO ₂]	-0.39	-0.14	0.001	-0.02	-0.01	0.03
N[NO ₃]	0.33	-0.23	0.07	-0.07	-0.41	0.09
N _{հսլթ.}	0.4	-0.21	0.06	-0.01	-0.43	0.09
P _{հսլթ.}	0.67	0.35	0.07	0.5	-0.28	0.09

Մասրիկ գետում դիատոմային ջրիմուռների թվաքանակի և կենսազանգվածի սեզոնային փոփոխության ուղիղ կապ է գրանցվել հանքային ֆոսֆորի, հանքային ազոտի և նիտրատների քանակության սեզոնային փոփոխությունների միջև (աղ. 4): Ըստ Պիրսելի հետազոտությունների [18], ջրում նիտրատների և ֆոսֆատների առատությունը նպաստում է դիատոմային ջրիմուռների զարգացմանը:

Աղյուսակ 4. Մասրիկ գետի ֆիտոպլանկտոնային համակեցության և միջավայրի որոշ արհիտիկ գործոնների միջև կոռելյացիոն-ռեգրեսիոն վերլուծության արդյունքները

Մասրիկ	Թվաքանակ, 10 ³ բջ/լ			Կենսազանգված, գ/մ ³		
	Դիատոմային	Կապտականաչ	Կանաչ	Դիատոմային	Կապտականաչ	Կանաչ
T, °C	-0.11	0.27	0.33	-0.06	0.43	0.3
pH	-0.003	-0.07	-0.15	-0.06	0.32	-0.09
N[NH ₄ ⁺]	0.33	0.21	-0.19	0.28	0.32	-0.18
N[NO ₂]	-0.003	0.23	-0.02	0.05	0.4	-0.11
N[NO ₃]	0.57	0.3	-0.13	0.6	0.4	-0.37
N _{հսլթ.}	0.6	0.33	-0.14	0.6	0.5	-0.34
P _{հսլթ.}	0.67	0.32	-0.14	0.59	0.55	-0.17

Կապտականաչ ջրիմուռների կենսազանգվածի սեզոնային փոփոխության ուղիղ կապ է գրանցվել հանքային ֆոսֆորի և հանքային ազոտի սեզոնային փոփոխությունների միջև (աղ. 4): Ըստ Ռեյնոլդսի [19], կապտականաչ ջրիմուռները պահանջկոտ են ֆոսֆորի նկատմամբ, մինչդեռ համաձայն այլ հետազոտողների, կապտականաչ ջրիմուռների և ֆոսֆորի քանակության միջև որոշակի կախվածություն չի նկատվում [17]:

Մասրիկ գետում կանաչ ջրիմուռների բանակական ցուցանիշների և միջավայրի ընտրված աբիոտիկ գործոնների միջև դիտվել են հիմնականում թույլ կապեր:

Այսպիսով, հետազոտությունների վերլուծությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ Գավառագետ և Մասրիկ գետերում տեսակային բազմազանությամբ և բանակական ցուցանիշներով գերակայել են դիատոմային ջրիմուռները, ինչն էլ բնորոշ է լեռնային գետերի ֆիտոպլանկտոնին: Զանազան ցուցանիշներով ենթադրմիանատ են հանդիսացել կապտականաչ, իսկ տեսակային բազմազանությամբ՝ կանաչ ջրիմուռները:

Առավել լավ հարմարված լինելով ռեոպլանկտոնին, դիատոմային ջրիմուռների բանակական զարգացումը պայմանավորված է եղել հիմնականում հանքային ֆոսֆորի, ազոտի, նիտրատների և ամոնիումային իոնների արժեքների սեզոնային փոփոխություններով:

Գավառագետում կապտականաչ ջրիմուռների կենսազանգվածի փոփոխությունները կախված են եղել ջրի ջերմաստիճանի, իսկ Մասրիկ գետում՝ հանքային ֆոսֆորի և ազոտի բանակությունների սեզոնային փոփոխություններից: Սա, հավանաբար, բացատրվում է նրանով, որ Գավառագետում ջրի ջերմաստիճանը եղել է համեմատաբար ցածր, մինչդեռ կենսածինների բանակությունները եղել են առավել բարձր և կապտականաչ ջրիմուռների զարգացման համար նպաստավոր: Մասրիկ գետում դիտվել է հակառակ պատկեր:

Կանաչ ջրիմուռների և միջավայրի աբիոտիկ գործոնների միջև կոռելյացիոն կապերը եղել են առավել թույլ կամ բացակայել են, ինչը փաստում է այն մասին, որ գետերում ջրիմուռների այս խմբի զարգացումը հիմնականում պայմանավորված է եղել հիդրոդինամիկ ռեժիմի ազդեցությամբ: Վերջինս էլ, հավանաբար, հանդիսացել է նրանց զարգացումը սահմանափակող գործոն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Խաչիկյան Թ.Գ., Համբարյան Լ.Ռ.* Սևանա լճի հիմնական վտակների ֆիտոպլանկտոնային համակցության բնութագիրը: Կենսաբազմազանություն ու վայրի բնության պահպանության էկոլոգիական հիմնախնդիրներ, Երևան, էջ 127-130, 2013:
2. Հայաստանի բնաշխարհ: Հայկական հանրագիտարան: Երևան, 691 էջ, 2006:
3. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., “Гидрометеоздат”, с. 78-86, 1983.
4. *Баринова С.С., Медведева Л.А.* Атлас водорослей - индикаторов сапробности. (российский Дальний Восток). Владивосток. Дальнаука, 364 с, 1996.
5. *Васильева-Кралина И.И.* Состав и динамика развития водорослей озер г. Якутска и его окрестностей (среднее течение реки Лены). Альгология. 7, 1, с. 30-34, 1997.
6. *Ермолаев В.И.* Фитопланктон р. Пясины (Западный Таймыр). Новые данные о фитогеографии Сибири. Новосибирск, Наука, с. 16-29, 1981.
7. *Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И.* Определитель низших растений. Водоросли. М., Сов. Наука, 2, 312 с., 1953.
8. *Курейшевич В.А., Гусейнова В.П., Сакевич А.И.* Влияние метаболитов водорослей на качество воды в условиях действия природных и антропогенных факторов. Гидробиол. журн. 39, 6, с. 57-72, 2003.
9. *Михеева Т.М.* Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск, 72 с., 1983.
10. *Никулина Т.В.* Таксономическая структура и эколого-географическая характеристика альгофлоры бассейна реки Раздольной (Приморье). Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, Вып. 3, с. 223-236, 2005.
11. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. Санкт-Петербург. Гидрометеозд., с. 226-245, 2001.
12. *Порецкий В.С., Шишукова В.С.* Диатомовые Телецкого озера и связанных с ним рек. Диатомовый сборник. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, с. 107-172, 1953.
13. *Судницына Д.Н.* Экология водорослей Псковской области. Псков, 120 с., 2005.
14. *Харитонов В.Г.* Диатомовые водоросли бассейна р. Анадырь (Чукотский автономный округ). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л., 20 с., 1981.
15. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. “Наукова думка”. 206 с., 1990,.
16. *Hecky R. Kilham P.* Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects enrichment. Limnology and Oceanography. pp. 796-822, 1988.

17. *Hegewald E., Hesse M., Jeeti-Bai N.* Okologische und physiologische Studien an Planktonalgen aus ungarischen Gewässern. Arch. Hydrobiol, Suppl. 60, 2, pp. 172-201, 1981.
18. *Persall W.H.* Phytoplankton in the English lakes. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances. J. Ecol., pp. 241-262, 1932.
19. *Reynolds C.S.* The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge. 384 p., 1984.
20. *Swale E.M.* Phytoplankton of two English rivers. J. Ecol., 57, 1, pp. 1-23, 1969.
21. *Young K., Morse G.K., Scrimshaw M.D., Kinniburgh J.H., MacLeod C.L., Lester J.H.* The relation between phosphorus and eutrophication in the Thames catchment. UK Science of the total Environment. pp. 157-183, 1999.

Ստացվել է 02.04.2014