

Համառոտ գիտական հաղորդումներ

Տ. Ա. ԱՍՄԱՆԳՈՒԼՅԱՆ

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԳԵՏԵՐԻ ԲԱԿՏԵՐԻԱԿԱՆ ԻՆՔՆԱՄԱՔՐՈՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՉԸ

Ինչպես հայտնի է, բաց ջրամբարները (գետեր, լճեր և այլն) բնակչության կողմից լայնորեն օգտագործվում են ջրամատակարարման և դառնազան տնտեսական նպատակների համար: Բնակավայրերում կենցաղային, արդյունաբերական և այլ նպատակներով օգտագործված ջուրը, որպես կեղտաջուր, սովորաբար բաց է թողնվում ջրամբարները:

Այդ կապակցությամբ կարևոր հարցեր են ծագում ջրամբարները կեղտոտումից պահպանելու վերաբերյալ, որից մեծապես կախված են գետի տարրեր հատվածներում բնակչության ջրօգտագործման չափը և նրա բնույթը:

Ջրամբարների պահպանությունն ուղղված միջոցառումները հիմնադրված ձևով իրագործելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ինքնամաքրման պրոցեսները տվյալ ջրամբարում:

Հայտնի է, որ բաց ջրամբարներում ինքնամաքրման պրոցեսների մամանակ օրգանական նյութերը օքսիդանում և քայքայվում են, հիմնականում, բակտերիաների միջոցով:

Փորձերը ցույց են տվել, որ ջրամբարներում օրգանական նյութերի քայքայման կորագիծը բավական մոտ է բակտերիաների թվի նվազման կորագծին: Սակայն քիչ չեն գեպրերը, երբ բակտերիաների թիվը նվազագույնի է հասնում, մեծ քանակությամբ սննդանյութերի առկայության պայմաններում և հակառակը (Ս. Ն. Ստրոգանով [7], Ա. Ս. Կոլտունովա [3] և ուրիշներ):

Պարզված է, որ ջրամբարների բակտերիալ ինքնամաքրման պրոցեսի մամանակ կարևորագույն ազդակ է նաև առանձին բակտերիալ խմբերի միջև գոյություն ունեցող հակադրակցությունը (Լ. Գ. Պերետց և Կ. Գ. Մեդվինսկայա [5], Խ. Ն. Բլոխին [2], Յու. Ի. Այցինբուրգ [1] և ուրիշներ):

Անհրաժեշտ է նշել, որ ջրում բակտերիաների կենսագործունեությունը նվիրված հետազոտական աշխատանքներից ստացված տվյալները բավական հակասական են և շատ դեպքերում միակողմանի են պարզաբանում բակտերիալ ինքնամաքրման հարցերը: Գրականությունը շատ ազգատ է հատկապես լեռնային գետերի բակտերիալ ինքնամաքրման վերաբերյալ տվյալներով: Բակ լեռնային գետերը (մասնավորապես փոքր կարողությունամբ) իրենց հիդրոլոգիական առանձնահատկությունների շնորհիվ շատ բաներով են տարբերվում դանդաղահոս գետերից: Հենց այդ պատճառով էլ լեռնային գետերի ինքնամաքրման, մասնավորապես բակտերիաների ոչնչացման պրոցեսների ուսումնասիրությունն ունի նաև կարևոր տնտեսական նշանակություն: Այդ հարցի պարզաբանման է նվիրվել մեր ներկա աշխատությունը:

Որպես ուսումնասիրության օրյեկտ ընտրել էինք Ողջի գետը, որ տիպիկ լեռնային գետ է։ Նա մտնում է Արաքս գետի ավազանի մեջ, հանգիստանալով նրա ձախակողմյան վտակներից մեկը։ Հոսելով Ղափանի արգյունարերական շրջանով, Ողջի գետը անցնում է Ազրբեջանի սահմանը և մտնում է Չանդիլյանի երկար գաջար, ապա Մինջևան երկաթուղային կայարանից ցած թափվում է Արաքս գետը։ Ողջի գետի բակտերիալ կեղտոտման ստորճանը և գլխավորապես բնական ինքնամաքրման պրոցեսն ուսումնասիրելու նպատակով մենք գետի երկարությամբ (51 կմ) 12 կետերից տարվա բոլոր եղանակներին վերցրել ենք ջրի բազմաթիվ նմուշներ և կատարել բակտերիոլոգիական ուսումնասիրություններ, որոշելով բակտերիաների բնոհանուր թիվը և աղիքային ցուպիկի քանակը։ Ընդամենը հետազոտության է ենթարկվել ջրի 94 նմուշ, որ բնոհանուր թվով կազմում է 184 որոշում։

Գետի այն հատվածը, որը գտնվում է բնակավայրերից վեր (այսինքն՝ երբ գետի ջուրը գտնվում է բնական վիճակում), չափազանց աղքատ է բակտերիաներով։ Այսպես՝ ջրում բոլոր սապրոֆիտների թիվը ամբողջ հետազոտության ընթացքում 1 սմ³-ում եղել է 22—65-ի սահմաններում։ Աղիքային ցուպիկի թիվը մեկ լիտրում (կոլի ինդեքս) ձմռան ամիսներին եղել է 10—25, իսկ ամռան ամիսներին և գարնանային հորդումների ժամանակ բարձրանում է, հասնելով 1 լիտրում մինչև 2000։ Հետաքրքրական է նշել, որ այդ նույն ժամանակ սապրոֆիտների թիվը ջրում մեծ փոփոխությունների չի ենթարկվում։ Այդ հանդամանքը ցույց է տալիս, որ մասնավորապես այն ջրերը, որոնք ունեն աղիքային ցուպիկի բարձր տիտր (օրինակ՝ 40 կամ ավելի), աղիքային ցուպիկի տիտրի որոշումը կեղտոտման ավելի զգայուն ցուցանիշ է, քան բակտերիաների բնոհանուր թիվը։ Բակտերիաների բնոհանուր թվով Ողջի գետի ջուրը այս հատվածում բավարարում է նույնիսկ խմելու ջրի ստանդարտով առաջադրվող պահանջներին։ Բակտերիաների փոքր թիվը պայմանավորված է նրանով, որ այս հատվածից վեր չկան ջուրը կեղտոտող օրյեկտներ, իսկ իր բնական վիճակում Ողջի գետի ջուրը, ինչպես ցույց են տվել ֆիզիկո-քիմիական ուսումնասիրությունները, չափազանց աղքատ է բակտերիաների գոյության պահպանման համար անհրաժեշտ օրգանական նյութերով։

Աղյուսակ 1

Ողջի գետի բակտերիոլոգիական կազմը բնակավայրերից վեր հատվածում

Ցուցանիշներ	1 9 5 2 թ.						1953 թ.	
	2/VIII	6/VIII	1/X	31/XII	22/XII	28/XII	15/V	18/V
Բակտերիաների բնոհանուր թիվը 1 միլիլիտրում	65	54	42	43	39	41	39	22
Աղիքային ցուպիկի թիվը 1 լիտրում	1310	2000	357	25	12	10	200	142

Աղյուսակում բերված տվյալներից երևում է, որ բակտերիաների ընդհանուր թիվը (1 միլիլիտրում) գետի «մաքուր» հատվածում կազմել է 22—65: Այս ուղղությամբ բազմաթիվ գետերի ուսումնասիրության տվյալները բավական հակասական են: Ս. Ն. Ստրոգանովը [7], ամփոփելով Միության 18 դանդաղահոս գետերի ուսումնասիրության տվյալները, նշել է, որ գետերն իրենց բնական վիճակում 1 միլիլիտր ջրում պարունակում են մոտ 2500 բակտերիա, որը և առաջարկում էր որպես գետերի ջրի «մաքրության» ստանդարտ:

Ս. Ի. Ռեցիսկաձեի [6] տվյալներով, Քուռ գետն իր վերին հատվածում պարունակում է 186—675 բակտերիա (1 միլիլիտրում): Համեմատաբար ավելի սրահոս է բակտերիաների ընդհանուր թիվը Հրազդան գետում: Երեվան քաղաքից վեր բակտերիաների թիվը 1 միլիլիտրում, միջին հաշվով, կազմում է 255 (Տ. Ա. Հովսեփյան [4]):

Այսպիսով՝ տարբեր գետեր իրենց «մաքուր» հատվածներում պարունակում են տարբեր թվով բակտերիաներ: Այնուամենայնիվ պետք է նշել որ լեոնային գետերն իրենց բնական վիճակում, դանդաղահոս գետերի համեմատությամբ, բավական աղքատ են սապրոֆիտ բակտերիաներով:

Ս. Ի. Ռեցիսկաձեն [6], ելնելով Քուռ գետի ուսումնասիրություններից, առաջարկում է լեոնային գետերի «մաքրության» ստանդարտ, ընդ որում նա նորմալորման է ենթարկում նաև բակտերիաների ընդհանուր թիվը:

Մեր տվյալները ցույց են տալիս, որ բակտերիաների ընդհանուր թվի համար նրա առաջարկած նորման (1 սմ³-ում 500 բակտերիա) չի կարող ընդունելի լինել բոլոր արագահոս գետերի համար: Լեոնային գետերի «մաքրության» ստանդարտի անհրաժեշտությունը հիմնավորելու և միասնական նորմաներ մշակելու համար դեռ չեն կուտակվել անհրաժեշտ քանակությամբ նյութեր: Անհրաժեշտ է նշել, որ ներկայումս բաց ջրամբարներում բակտերիաների ընդհանուր թվի համար սահմանային նորմա ԳՕՍՏ-ով չի ընդունված:

Այժմ քննության առնենք Ողջի գետի կեղտոտման և ինֆեռմաքրման պատկերը:

Ողջի գետը, ինչպես նշեցինք, իր բնական վիճակում բավական աղքատ է բակտերիաներով, սակայն անցնելով Քաջարան և Ողջի բնակավայրերի մոտով, վերջիններիս կողմից կեղտոտվում է, այդ պատճառով նկատվում է բակտերիաների թվի զգալի ավելացում: Այդ հատվածում բակտերիաների ընդհանուր թիվը 1 սմ³-ում, միջին հաշվով, կազմում է 800, աղիքային ցուպիկների թիվը՝ 64: Ստորև բերվում են գետի այն հատվածի բակտերիոլոգիական ուսումնասիրության տվյալները, որը գտնվում է նըշված բնակավայրերից ցած:

Եթե բերված տվյալները համեմատենք Միության մեջ գետերի կատարված բազմաթիվ ուսումնասիրությունների տվյալների հետ (Ս. Ն. Ստրոգանով [7]), ապա դժվար չի լինի նկատել, որ Ողջի գետը բակտերիոլոգիական տեսակետից սեփեղ կերպով չի կեղտոտվում: Գետի կեղտոտումը օրգանական նյութերով նույնպես մեծ չէ: Այսպես՝ օրգանական նյութերի թթվեցման համար կլանվող թթվածնի քանակությունը (ՅՈՒՄ) բավական փոքր է (2,2 մգ/լ Օ₂):

Ա զ յ ու ո ա կ շ

Ողջի գետի սանիտարա-բակտերիոլոգիական կազմը Քաջարանից ցած

Ցուցանիշներ	1 9 3 2 թ.							1953 թ.
	19/IV	26/VII	11/VIII	20/IX	27/X	13/XI	22/XII	15/V
Բակտերիաների ընդհանուր թիվը 1 սմ ³ -ում	320	260	546	860	1120	934	487	285
Աղիքային ցուպիկների թիվը 1 սմ ³ -ում	—	40	85	68	78	112	57	23

Ողջի գետի բակտերիոլոգիական կազմը Ողջի գյուղի մոտ (1952 թ.)

Ցուցանիշներ	19/IV	6/VIII	11/VIII	20/IX	17/X	13/XI	22/XII
Բակտերիաների ընդհանուր թիվը 1 սմ ³ -ում	380	540	745	680	1452	1030	765
Աղիքային ցուպիկների թիվը 1 սմ ³ -ում	—	53	37	52	85	78	61

Օխշի գյուղից ցած տեղի ունեն ինքնամաքրման պրոցեսներ, գետում եղած օրգանական նյութերը՝ բակտերիաների կենսագործուծյան հետևանքով քայքայվում են:

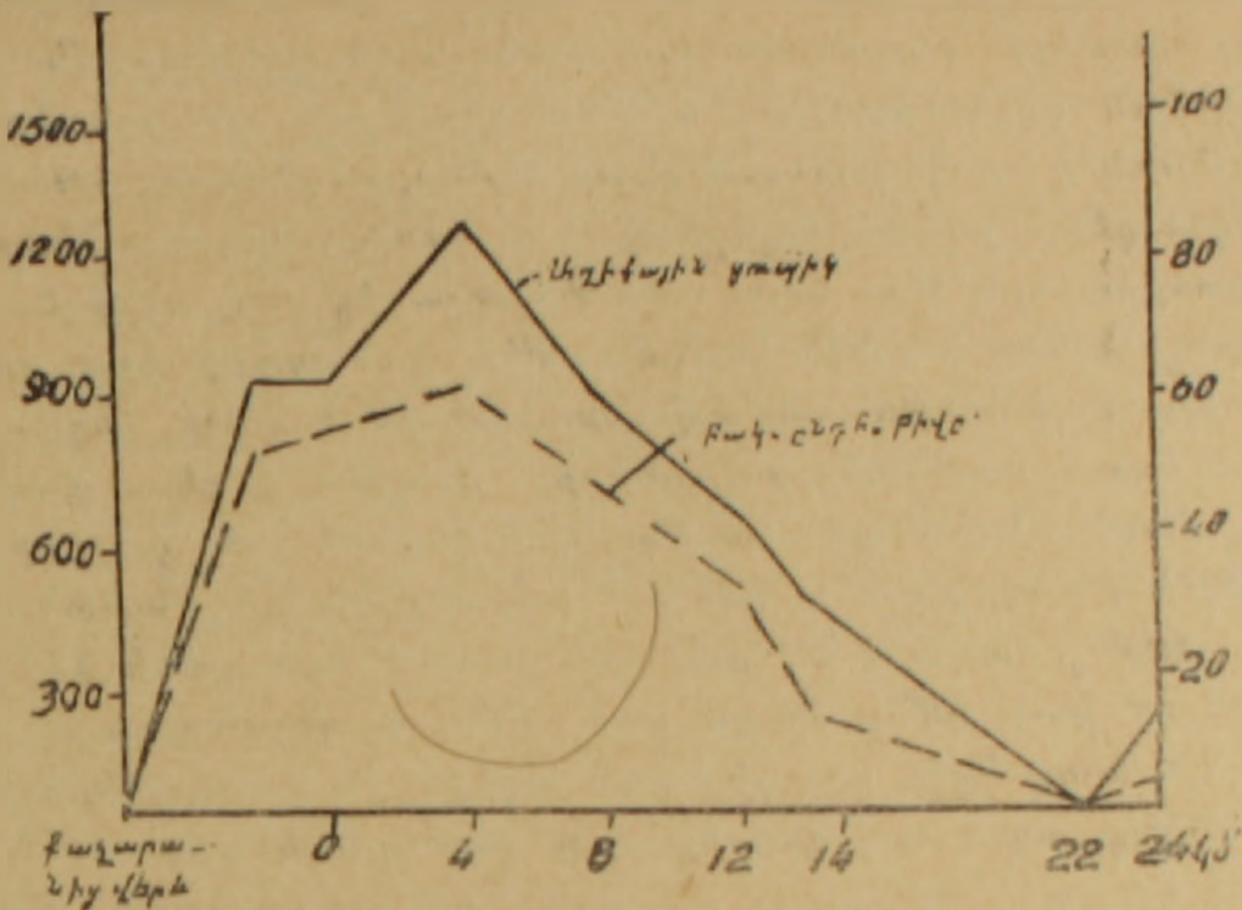
Ստորև բերված նկարը ցույց է տալիս բակտերիաների մահացման գիճամիկան Ողջի գետի ինքնամաքրման պրոցեսում (Քաջարան-Ղափան հատվածում):

Նկարից երևում է, որ կեղտոտման վայրից ցած բակտերիաների թվի նվազում անմիջապես տեղի չի ունենում: Սկզբնական շրջանում մինչև 4 կմ հեռավորության վրա նկատվում է ինչպես բակտերիաների ընդհանուր թվի, այնպես էլ աղիքային ցուպիկների թվի ավելացում, ընդ որում պետք է նշել, որ այդ հատվածում գետը լրացուցիչ կեղտոտման չի ենթարկվում: Այս հատվածում բակտերիաների ընդհանուր թիվը կազմում է սկզբնականի 125—137⁰/₁₀₀-ը: Որոշ դանդաղահոս գետերում բակտերիաների թվի երկրորդային ավելացումը գրականությամբ մեջ նկարագրված է Ս. Ն. Մարտիանովի [7] և ապա Ս. Բ. Օվսենևի ու Մ. Վ. Միխայլովայի կողմից:

Անհրաժեշտ է նշել, որ լեռնային գետերի բակտերիալ ինքնամաքրման վերաբերյալ գրականությամբ մեզ հայտնի միակ աշխատությունը մեջ (Ս. Բ. Միխայլով [6]) բակտերիաների առավելագույն թիվը նկատվել է բնակավայրից անմիջապես ցած հատվածում, առանց բակտերիաների թվի երկրորդային ավելացման: Մեր ավյալներն ուշադրության արժանի են այն տեսակետից, որ այդ երևույթը տեղի է ունենում ոչ միայն որոշ դանդաղահոս գետերում (20—40 մամվա ընթացքում), այլև այն հնարա-

Բակտերիաների
 շերտ. թիվը 1մլ

Աղտոտված ցուպիկի
 քանակը 1մլ



Նկ. 1. Բակտերիոլոգիական անալիզի տվյալները գետի տարբեր հատվածներում:

վոր է նաև արագահոս լեռնային գետերում (մոտ 1,5 ժամվա ընթացքում), իսկ պետք է նշել, որ Ողջի գետում բակտերիաների երկրորդային ավելացումը անդի է ունենում բավական թույլ: Ամենայն հավանականությամբ, Ողջի գետում այս երևույթի առաջացման համար մեծ նշանակություն ունի մի այլ գործոն՝ բակտերիաներով հարուստ կախված մասնիկների կոտորակումն ու մանրացումը քարքարոտ հունի և ջրի հոսանքի մեծ արագությամբ շնորհիվ:

Բակտերիաների թվի երկրորդային ավելացման վայրից ցած նկատվում է ինչպես բակտերիաների ընդհանուր թվի, այնպես էլ աղիքային ցուպիկների թվի զգալի նվազում: Այսպես՝ 8 կմ վրա աղիքային ցուպիկների թիվը, միջին հաշվով, կազմում է 63, իսկ բակտերիաների ընդհանուր թիվը՝ 742, սակայն բակտերիաների թիվը այս հատվածում, այնուամենայնիվ, բարձր է: 1 ժամվա ընթացքում բակտերիաների ընդհանուր թվի 18⁰/₀-ը ոչնչանում է: Այս տեսակետից մեր տվյալները համընկնում են Ս. Ի. Ռեյխիլաձեի տվյալներին: Բակտերիաների թվի արագ նվազում նկատվում է նաև 8 կմ ցած գանձուղ հատվածներում: 12 կմ-ի վրա գանձուղ հատվածում, այսինքն բակտերիաների երկրորդային ավելացման վայրից 8 կմ ցած, բակտերիաների ընդհանուր թվի նվազումը կազմում է 44,5⁰/₀: 14 կմ-ի վրա գանձուղ հատվածում բակտերիաների ընդհանուր թիվը 1 միլիլիտրում, միջին հաշվով, կազմել է 252, իսկ աղիքային ցուպիկների թիվը՝ 32: Այս հատվածում բակտերիաների թվի նվազման տեսակետից մեծ նշանակություն ունի այն հանգամանքը, որ Ողջի գետն ընդունում է Գեղի վտակը, որը նոսրացնում է գետի ջուրը: Ողջի գյուղից 22 կմ ցած, Բեխ բանավանին գետը մտանում է հեռեկայ բակտերիոլոգիական տվյալներով՝ բակտերիաների ընդհանուր թիվը 1 սմ³-ում 23—71 (միջինը 47), աղիքային ցուպիկների թիվը 1 սմ³-ում 1—10: Այս հատվածից ընդամենը 2—3 կմ ցած (Ղափան քաղաքից անմիջապես վերև)

բախտերի ու յուրօրինական ցուցանիշները բարձրանում են: Ասիան քաղաքից ցած գետը բաժանական կեղտոտալից է բախտերիաներով, իր ամբողջ ստորին հասանքում, լրացուցիչ կեղտոտման շնորհիվ, մենք հնարավորութունն չենք ունեցել նկատելու բախտերիաների մահացման պրոցեսը: Բախտերիալ ինքնամաքրման գինամիկայի ուսումնասիրության տեսակետից մեծ հետաքրքրութուն է ներկայացնում գետի Քաջարան-Ասիան հատվածը:

Ողջի գետի բախտերիոլոգիական ուսումնասիրություններից երևում է, որ բախտերիաների թվի նվազումը Քաջարանից ցած տեղի է ունենում լիովին, մինչև նվազագույնին հասնելը: Բեխ բանավանի մոտ բախտերիաների քիչ լինելը, որը գրեթե համապատասխանում է գետի կեղտոտումից զերծ հատվածներում ստացված տվյալներին, վկայում է գետի բախտերիալ ինքնամաքրման ավարտման մասին: Եթե կեղտոտման վայրից անմիջապես ցած (Ողջի գյուղից ցած), գետում բախտերիաների ընդհանուր թիվն ընդունենք $100^0/0$, ապա 4 կմ ցած հատվածում այն կլինի $125^0/0$, 8 կմ ցած՝ $92^0/0$, 12 կմ ցած՝ $69^0/0$, 14 կմ ցած՝ $31^0/0$ և, վերջապես, 22 կմ ցած՝ $6^0/0$: Եթե նույն ձևով Ողջի գյուղից ցած աղիքային ցուպիկների թիվն ընդունենք $100^0/0$, ապա այդ վայրից 4 կմ ցած կունենանք $137^0/0$, 8 կմ ցած՝ $98^0/0$, 12 կմ ցած՝ $70^0/0$, 14 կմ ցած՝ $50^0/0$, 22 կմ ցած՝ $6^0/0$: Այսպիսով ինքնամաքրման պրոցեսների ժամանակ, 1 ժամվա ընթացքում, միջին թվով, ոչնչանում է բախտերիաների $13^0/0$ -ը:

Բերված թվերը ցույց են տալիս, որ Ողջի գետի ինքնամաքրման պրոցեսում բախտերիաների մահացումը տեղի է ունենում բաժանական արագ: Բախտերիալ ինքնամաքրումը Ողջի գետում ավարտվում է 24 կմ հեռավորության վրա, որը գետի ջուրն անցնում է 7 ժամ 50 րոպեի ընթացքում:

Եթե մեր տվյալները համեմատենք դանդաղահոս գետերի ուսումնասիրության տվյալների հետ, ապա դժվար չի լինի նկատել, որ Ողջի գետում ինքնամաքրման պրոցեսը ավարտվում է 10—15 անգամ ավելի արագ: Այսպիսով, Ողջի գետի բախտերիալ ինքնամաքրման ուսումնասիրությունը մեզ հիմք է տալիս ասելու, որ բախտերիաների ոչնչացման մեջ մեծ նշանակություն ունեն գետի հիդրոլոգիական առանձնահատկությունները: Դա բացատրվում է նրանով, որ Ողջի գետի հոսանքի մեծ արագութունը և քարքարոտ հունը բաժնետրամ պայմաններ են ստեղծել ջրի՝ թթվածնով արագ հագեցման համար, որը, մեխանիկական այլ գործոնների հետ մեկտեղ, արագացնում է օրգանական նյութերի քայքայումը և բախտերիաների ոչնչացումը:

Ստացված տվյալները հիման վրա կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները:

1. Քաջարանից վեր Ողջի գետի ջուրը սանիտարա-բախտերիոլոգիական կազմով գործնականում մաքուր է և վնասազերծելուց հետո Քաջարան ու Ողջի բնակավայրում կարող է օգտագործվել խմելու և տնտեսական նպատակների համար:
2. Բնակավայրերից վեր հատվածում գետի կեղտոտման աստիճանը սրուշելու ժամանակ աղիքային ցուպիկի տիարը ավելի զգայուն ցուցանիշ հանդիսացավ, քան բախտերիաների ընդհանուր թիվը:
3. Կեղտոտման վայրից 4 կմ ցած ընկած մասում նկատվում է բախ-

տներին ներկրորդային ավերացում, որը, սակայն, տեղի է ունենում թույլ արտահայտված ձևով, գրանից ցած բակտերիաների թիվը արագ կերպով նվազում է:

4. Ողջի գետում բակտերիալ ինքնամաքրումը ավարտվում է 22 կմ հեռավորության վրա կեղտոտման մոմենտից հաշված (7 ժամ 50 րոպեի ընթացքում), այսինքն ժամանակի տեսակետից 10—15 անգամ ավելի արագ, քան դանդաղահոս գետերում:

5. Ողջի գետի ինքնամաքրման պրոցեսների ժամանակ մեծ նշանակություն ունեն հիդրոլոգիական առանձնահատկությունները (գետի արագ, գալարուն հոսանքը, քարքարոտ հունը և այլն):

6. Ս. Բ. Ռցիսիլաձեի [6] կողմից առաջարկվող՝ լեռնային գետերի մաքրության ստանդարտը ըստ բակտերիաների ընդհանուր թվի, մեր կարծիքով, չի կարող ընդունելի լինել բոլոր լեռնային գետերի համար:

Իրևանի Բժշկական ինստիտուտի
կոմունալ հիգիենայի ամբիոն

Ստացվել է 28 III 1956 թ.

Т. А. АСМАНГУЛЯН

К ВОПРОСУ О БАКТЕРИАЛЬНОМ САМООЧИЩЕНИИ ГОРНЫХ РЕК

Р е з ю м е

Участок реки Вохчи, находящийся выше поселка Каджаран, в санитарно-бактериологическом отношении является чистым и после предварительного обезвреживания может быть использован для водоснабжения населения.

Исследование речной воды в своем естественном состоянии показывает, что стандарт „чистоты“ горных рек, предлагаемый С. И. Рцхиладзе [6], в частности в отношении общего числа бактерий (500 колоний в 1 мл при 37°) не приемлем в отношении реки Вохчи.

Ниже населенных пунктов Каджарана и Охчи во все времена года речная вода была бактериально загрязненной. Количество кишечных палочек в 1 см³, при нашем исследовании равнялось 64, общее число бактерий 800. 5 км ниже села Охчи отмечалось вторичное слабое увеличение количества бактерий (130%).

Ниже этой точки количество бактерий (общее число бактерий и кишечная палочка) быстро убывает.

Средняя почасовая скорость отмирания бактерий на участке Каджаран—Кафан составляет 13%.

Процесс отмирания бактерий в реке Вохчи происходит довольно быстро, он заканчивается на 22—23 км вниз по течению от села Охчи (за 7 часов 50 минут). Ниже г. Кафана, вследствие местных загрязнений, река на всем своем течении остается бактериально загрязненной.

Быстрое течение реки Вохчи создает благоприятные условия для отмирания бактерий, вследствие чего бактериально самоочищенные сравнительно с медленно текущими реками, заканчивается в 10—15 раз быстрее.

Վ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Ր Յ Ո Ւ Ն

1. Айзінбуд Ю. И. Экспериментальные исследования по самоочищению водоемов от тифопаратифозной группы бактерий. Автореферат диссертации, Москва, 1953.
2. Блохин И. И. Выживаемость и изменчивость палочек брюшного тифа и паратифа в воде. Сб. трудов Горьковского института эпидемиологии и микробиологии, Горький, 1951.
3. Колтунова А. С. Отмирание бактерий в процессе самоочищения водоемов. Рукопись, Институт общей и коммунальной гигиены, Москва, 1941.
4. Овсепян Т. А. Санитарное состояние р. Раздан. Рукопись, Ин-т эпидемиологии и гигиены, Минздрав Армянской ССР, 1955.
5. Перетц Л. и М двединская К. Г. Роль микробного антагонизма в самоочищении воды. Сб. „Вопросы санитарной бактериологии“, М., 1948.
6. Рихиладзе С. И. Загрязнение и самоочищение реки Куры. Сб. „Санитарная характеристика водоемов“, М., 1951.
7. Строганов С. Н. Загрязнение и самоочищение водоемов, Москва, 1939.