

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ნ ი ნ ო მ ი თ ა ი შ ვ ი ლ ი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი  
გამოყენებითი ეკოლოგიის მიმართულება

*Vibrio და Aeromonas გვარის ბაქტერიების გავრცელება და  
მრავალფეროვნება საქართველოს წყლის გარემოში*

ს ა დ ო ქ ტ ო რ ო დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

*სამეცნიერო ხელმძღვანელები:*

ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა  
და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტის  
მიკრობული ეკოლოგიის  
ლაბორატორიის გამგე,  
ბიოლ. მეცნ. დოქტორი

*მარინე თედიაშვილი*

საქართველოს საპატრიარქოს  
წმ. ანდრიაპირველწოდებულის  
სახ. ქართული უნივერსიტეტის  
ეკოლოგიისა და გარემოს დაცვის  
მიმართულების ხელმძღვანელი,  
ბიოლ. მეცნ. დოქტორი,  
სრული პროფესორი

*ვია ქაჯაია*

თბილისი 2015 წელი

## ანოტაცია

*Vibrionaceae* და *Aeromonadaceae* ოჯახის ბაქტერიები ბინადრობენ ზღვისა და მტკნარი წყლის გარემოში, როგორც თავისუფლად მცხოვრებ პოპულაციებად, ასევე მიკროპლანქტონთან, წყალმცენარეებთან და დეტრიტთან ასოციაციის სახით. წარმოდგენილი კვლევის მიზანი იყო საქართველოს წყლის გარემოდან *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის ბაქტერიული იზოლატების გამოყოფა, დახასიათება და სწრაფი იდენტიფიკაციისთვის ეფექტური სქემის შექმნა, ასევე მათი გავრცელების, შედარებითი ეკოლოგიისა და სახეობრივი მრავალფეროვნების შესწავლა. დაგეგმილი კვლევა განხორციელდა 2006-2009 წლებში ჩატარებული მონიტორინგის ფარგლებში, რომელიც მოიცავდა საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის შერჩეულ წერტილებს (მდინარე ჭოროხის შესართავი, ბათუმის ბულვარის სანაპირო, მწვანე კონცხის სანაპირო, მდინარე სუფსის შესართავი) და თბილისის მიდამოებში არსებულ შიდა წყალსატევებს (თბილისის ზღვა, ლისისა და კუმისის ტბები). საკვლევი წყლისა და მიკროპლანქტონის სინჯებიდან შეგროვდა 2092 ბაქტერიული იზოლატი, რომელთაგან 1869 იდენტიფიცირდა როგორც *Vibrio*-ს სახეობა, ხოლო 223 – როგორც *Aeromonas*-ის სახეობა. გამოყოფილი ვიბრიონების იზოლატების უმრავლესობა (62%) მიეკუთვნა კლინიკურად მნიშვნელოვან სახეობებს (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* და სხვ.). არაპათოგენურმა ვიბრიონებმა იზოლატების საერთო რიცხვის 33% შეადგინა, რომელთაგან სახეობის დონეზე იდენტიფიცირდა 53 იზოლატი (*V. splendidus*, *V. natriegens*, *V. campbellii*, *V. fischeri*, *V. nereis*, *V. nigripulchritudo*, *V. orientalis* და *V. pelagius*). არაიდენტიფიცირებული *Vibrio*-ს იზოლატების დარჩენილი ნაწილი ბიოქიმიური თვისებების მიხედვით დაიყო რამდენიმე ჯგუფად. საკვლევი წყლის სისტემებიდან გამოყოფილი *Aeromonas*-ის იზოლატების უმრავლესობა მიეკუთვნა 8 სახეობას (*A. caviae*, *A. eucrenophila*, *A. hydrophila*, *A. media*, *A. salmonicida*, *A. schuberti*, *A. sobria* და *A. veronii*). შესწავლილ იქნა *Vibrio* და *Aeromonas* ბაქტერიების სეზონური და რაოდენობრივი განაწილება საკვლევი წყლის ობიექტებში, ასევე ტემპერატურის, pH-ისა და მარილიანობის გავლენა მიკროორგანიზმების რაოდენობრივ შემცველობაზე. *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობები უფრო გავრცელებული აღმოჩნდა მტკნარ წყალსატევებში, ვიდრე შავი ზღვის სანაპირო ზოლში. მათი რაოდენობრივი მატება კორელირებდა მზარდ ტემპერატურასთან.

# The Distribution and Diversity of *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp. in Georgian Aquatic Environment

Nino Mitaishvili

## Annotation

Bacteria of the families *Vibrionaceae* and *Aeromonadaceae* are inhabitants of marine and freshwater environments in the form of free-living populations as well as in associations with microplankton, algae and detritus. The goal of the presented study was to collect and characterize *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp. isolates from Georgian aquatic environment, to create effective scheme for their rapid identification, also to study *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp. abundance, comparative ecology and species diversity. The planned study was conducted in 2006-2009 in the frames of the monitoring mission conducted in the Georgian coastal zone of the Black Sea (Chorokhi Estuary, Batumi Boulevard Coast, Green Cape Coast, and Supsa Estuary) and inland reservoirs nearby Tbilisi (Tbilisi Sea, Lisi and Kumisi Lakes). Two thousand ninety two bacterial isolates were collected from water and microplankton samples, out of which 1869 isolates were identified as *Vibrio* spp., and 223 – as *Aeromonas* spp. Majority (62 %) of *Vibrio* isolates were attributed to clinically important species (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, and etc.). Non-pathogenic vibrios comprised about 33% of all isolates and 53 of them were identified at species level (*V. splendidus*, *V. natriegens*, *V. campbellii*, *V. fischeri*, *V. nereis*, *V. nigripulchritudo*, *V. orientalis* and *V. pelagius*) while the rest was divided into several groups based on their biochemical characteristics. Majority of *Aeromonas* spp. isolates obtained from the studied water bodies were attributed to 8 species - *A. caviae*, *A. eucrenophila*, *A. hydrophila*, *A. media*, *A. salmonicida*, *A. schuberti*, *A. sobria*, and *A. veronii*. Seasonal and quantitative distribution of *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp. have been studied, as well as the influence of temperature, pH and salinity on their abundance. *Vibrio* spp. and *Aeromonas* spp. were more prevalent in freshwater reservoirs in comparison with marine waters. Their quantitative rise was correlated by temperature increase.

## სარჩევი

შესავალი.....	9
ნაწილი I. ლიტერატურული მიმოხილვა .....	11
თავი 1. საქართველოს წყლის ეკოსისტემები.....	11
1.1. შავი ზღვა .....	11
1.1.1. შავი ზღვის ზოგადი მახასიათებლები.....	12
1.1.2. კლიმატი.....	12
1.1.3. შავი ზღვის ჰიდროლოგიური და ჰიდროქიმიური დახასიათება.....	13
1.1.4. შავი ზღვის მიკროორგანიზმები.....	15
1.2. მდინარე ჭოროხი .....	15
1.3. მდინარე სუფსა.....	16
1.4. მწვანე კონცხი.....	16
თავი 2. აღმოსავლეთ საქართველოს მტკნარი და მომლაშო წყალსატევების ეკოსისტემები .....	16
2.1. ისტორიული მონაცემები .....	16
2.2. კუმისის ტბა.....	17
2.3. ღისის ტბა .....	17
2.4. თბილისის წყალსაცავი.....	18
თავი 3. გვარი <i>Vibrio</i> .....	19
3.1. <i>Vibrio</i> გვარის ზოგადი დახასიათება.....	19
3.2. კლინიკურად მნიშვნელოვანი <i>Vibrio</i> გვარის სახეობები.....	20
3.2.1. <i>V. cholerae</i> .....	21
3.2.2. <i>V. mimicus</i> .....	23
3.2.3. <i>V. Vulnificus</i> .....	23
3.2.4. <i>V. parahaemolyticus</i> .....	24
3.2.5. <i>V. alginolyticus</i> .....	25
3.2.6. <i>V. metschnikovii</i> .....	25
3.2.7. <i>V. fluvialis</i> .....	26
3.2.8. <i>V. harveyi</i> .....	26
3.2.9. <i>Grimontia (Vibrio) hollisae</i> .....	27
3.2.10. <i>Photobacterium (Vibrio) damsela</i> .....	27
3.2.11. <i>V. cincinnatiensis</i> .....	28
3.3. ადამიანისთვის არაპათოგენური <i>Vibrio</i> გვარის სახეობები .....	28

3.3.1. <i>V. natriegens</i> .....	28
3.3.2. <i>V. pelagius</i> .....	28
3.3.3. <i>V. nereis</i> .....	28
3.3.4. <i>V. nigripulchritudo</i> .....	28
3.3.5. <i>V. orientalis</i> .....	29
3.3.6. <i>V. fischeri</i> .....	29
3.3.7. <i>V. campbellii</i> .....	29
3.3.8. <i>V. splendidus</i> .....	30
თავი 4. გვარი <i>Aeromonas</i> .....	31
4.1. <i>Aeromonas</i> გვარის ზოგადი დახასიათება.....	31
4.2. აერომონასების მიერ გამოწვეული თევზის დაავადებები.....	33
4.3. <i>Aeromonas</i> სასმელ წყალსა და საკვებში.....	33
4.4. <i>Aeromonas</i> და ადამიანის დაავადებები.....	36
ნაწილი II. მასალა და მეთოდები.....	39
თავი 1. საკონტროლო ბაქტერიული შტამები.....	39
თავი 2. წყლის სინჯების აღება და დამუშავება.....	39
2.1. კონცენტრირებული წყლის სინჯი.....	40
2.2. გამდიდრებული წყლის სინჯი.....	40
2.3. გამდიდრებული პლანქტონის სინჯი.....	40
2.4. ჰომოგენიზირებული პლანქტონის სინჯი.....	40
თავი 3. საკვები არეები და ბიოქიმიური ტესტები.....	40
თავი 4. მორფოლოგიის შესწავლა.....	45
4.1. გრამის წესით შეღებვა.....	45
4.2. ბაქტერიების მორფოლოგიის შესწავლა.....	45
თავი 5. დნმ დიაგნოსტიკა - პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია.....	45
5.1. სტანდარტული პჯრ.....	45
5.2. კოლაგენაზა-სამიზნე მულტიპლექსური პჯრ.....	46
5.3. პრაიმერების სპეციფიკურობა.....	47
თავი 6. კომპიუტერული ანალიზები.....	47
6.1. მონაცემთა ანალიზი.....	47
6.2. ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის ალგორითმით აღწერა.....	47
ნაწილი III. კვლევის შედეგები.....	49
თავი 1. წყლის სინჯების აღება და დამუშავება.....	49

თავი 2. წყლის სინჯებიდან <i>Vibrio</i> და <i>Aeromonas</i> გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება.....	51
2.1. წყლის სინჯებიდან <i>Vibrio</i> გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება .....	52
2.2. გამოყოფილი <i>Vibrio</i> გვარის მიკროორგანიზმების მოლეკულურ-ბიოლოგიური იდენტიფიცირება .....	60
თავი 3. წყლის სინჯებიდან <i>Aeromonas</i> გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება .....	64
თავი 4. შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი <i>Vibrio</i> -ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია.....	68
4.1. კლინიკური <i>Vibrio</i> -ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია.....	68
4.2. არაპათოგენური <i>Vibrio</i> -ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია ....	72
თავი 5. შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი <i>Aeromonas</i> -ის სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია.....	74
თავი 6. ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენა <i>Vibrio</i> და <i>Aeromonas</i> სახეობების შემცველობაზე საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.....	77
ნაწილი IV. შედეგების განხილვა .....	89
ნაწილი V. დასკვნები.....	96
გამოყენებული ლიტერატურა .....	98
სტატიების ჩამონათვალი .....	110
აბსტრაქტების ჩამონათვალი .....	110

## სურათების ჩამონათვალი

სურათი 1. გარემოს წყაროები, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ აერომონასებით ადამიანების ინფიცირება ან კოლონიზაცია.....	35
სურათი 2. ვიბრიონების კულტივირება TCBS საკვებ არეზე.....	41
სურათი 3. აერომონასების კულტივირება ამპიცილინ-დექტრინიან საკვებ არეზე.....	41
სურათი 4. სინჯის აღების ადგილები საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლში.....	49
სურათი 5. თბილისის სიახლოვეს არსებული წყალშემკრები ადგილების: თბილისის ზღვის, ლისისა და კუმისის ტბების რუკა.....	50
სურათი 6. პჯრ <i>V. alginolyticus</i> .....	61
სურათი 7. პჯრ <i>V. cholerae</i> .....	61
სურათი 8. პჯრ <i>V. mimicus</i> .....	62
სურათი 9. პჯრ <i>V. parahaemolyticus</i> .....	62
სურათი 10. კოლაგენაზა-სამიზნე მულტიპლექსური პჯრ.....	63

## ცხრილების ჩამონათვალი

ცხრილი 1. პრე-პჯრ-ის ნარევის მომზადება.....	46
ცხრილი 2. პჯრ-ის ძირითადი ნარევის მომზადება.....	46
ცხრილი 3. ვიბრიონებისა და აერომონასების რაოდენობრივი განაწილება.....	52
ცხრილი 4. <i>Vibrio</i> -ს სახეობების საიდენტიფიკაციო ცხრილი .....	58
ცხრილი 5. <i>Vibrio</i> -ს სახეობების საიდენტიფიკაციო ბიოქიმიური სქემა.....	59
ცხრილი 6. <i>Aeromonas</i> -ის სახეობების საიდენტიფიკაციო ცხრილი .....	66
ცხრილი 7. <i>Aeromonas</i> -ის სახეობების საიდენტიფიკაციო ბიოქიმიური სქემა.....	67
ცხრილი 8. <i>Vibrio</i> სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში .....	74
ცხრილი 9. <i>Aeromonas</i> -ის სახეობების გავრცელება საქართველოს წყლის შავი ზღვის წყლის ეკოსისტემებში.....	77
ცხრილი 10. შავი ზღვის წყლის სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები.....	80
ცხრილი 11. მტკნარი წყალსატევების წყლის სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები.....	82
ცხრილი 12. სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები, <i>V. parahaemolyticus</i> -ის არსებობა/არ არსებობის შემთხვევაში.....	88

## გრაფიკების ჩამონათვალი

გრაფიკი 1. <i>Vibrio</i> -ს სახეობების ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის პჯრ-ით დადასტურების სინშირე.....	63
გრაფიკი 2. <i>Vibrio</i> -ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება შავი ზღვის წყლის სინჯებში.....	68, 69,70
გრაფიკი 3. შავი ზღვის პლანქტონიდან გამოყოფილი კლინიკური <i>Vibrio</i> -ს სახეობები.....	70
გრაფიკი 4. მტკნარი წყალსატევების წყლის სინჯებიდან გამოყოფილი კლინიკური <i>Vibrio</i> -ს სახეობები.....	71
გრაფიკი 5. <i>Vibrio</i> -ს სახეობების დაჯგუფება ნატრიუმის ქლორიდის მოხმარების მიხედვით.....	72
გრაფიკი 6. არაპათოგენური <i>Vibrio</i> სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის გარემოში.....	73
გრაფიკი 7. <i>Aeromonas</i> -ის სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში .....	75, 76
გრაფიკი 8. ტემპერატურის, მარილიანობისა და pH-ის ცვლილება სეზონურად	

	შავ ზღვაში 2006-2008 წწ.....	79, 80
<b>გრაფიკი 9.</b>	ტემპერატურის, მარილიანობისა და pH-ის ცვლილება სეზონურად ტბებში 2006-2008 წწ.....	81, 82
<b>გრაფიკი 10.</b>	პათოგენური და არაპათოგენური <i>Vibrio</i> -ს სახეობების იზოლატების სეზონური განაწილება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.....	83, 84
<b>გრაფიკი 11.</b>	<i>Aeromonas</i> -ის სახეობების იზოლატების სეზონური განაწილება საქართველოს წყლიან გარემოში.....	84
<b>გრაფიკი 12.</b>	ვიბრიონების საერთო რაოდენობის სეზონური ცვლილება შავი ზღვის საკვლევ ადგილებში.....	85
<b>გრაფიკი 13.</b>	ვიბრიონების საერთო რაოდენობის სეზონური ცვლილება თბილისის ზღვაში, კუმისისა და ლისის ტბებში.....	85
<b>გრაფიკი 14.</b>	<i>Aeromonas</i> -ის სახეობების საერთო რიცხვი ამპიცილინ-დექსტრინიან აგარზე.....	86
<b>გრაფიკი 15.</b>	საშუალო ტემპერატურა შავი ზღვის ყველა საკვლევ ადგილისთვის შესწავლილი პერიოდის ცალკეულ თვეში.....	87



## შესავალი

ბაქტერიები, ვირუსები, მიკროწყალმცენარეები და სხვა მიკროორგანიზმები წყლიანი გარემოს განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენენ. ისინი მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ როგორც ბიოგეოქიმიური პროცესების წარმართვაში, ასევე მიკრობული თანასაზოგადოებების რიცხოვნობისა და სტრუქტურის რეგულაციაში. თავის მხრივ, განსხვავებული ფიზიკო-ქიმიური პირობების მქონე გარემო განსაზღვრავს ცალკეული მიკროჰიდრობიონტების გავრცელებას და მათ ბიოლოგიურ მახასიათებლებს.

*Vibrio* გვარის ბაქტერიების საარსებო გარემო წყალია. ისინი გვხვდებიან მდინარეების, ზღვების, ტბებისა და ესტუარიების ავტოქტონური მიკროფლორის შემადგენლობაში, როგორც თავისუფლად მცხოვრები ორგანიზმების სახით, ასევე ასოციაციაში წყლის ბინადარ სხვა ორგანიზმებთანაც, როგორიცაა: წყალმცენარეები, ზოოპლანქტონი, მოლუსკები, თევზები და სხვა. *Vibrio* გვარის ზოგიერთი წარმომადგენელი პათოგენს წარმოადგენს როგორც ადამიანისათვის, ასევე ზღვის ორგანიზმებისთვის (თევზები, მარჯნები, ხამანწკები). კლინიკური მნიშვნელობის მქონე *Vibrio*-ს სახეობებიდან აღსანიშნავია ქოლერის გამომწვევი *V. cholerae*, რომელიც დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრის კლასიფიკაციის მიხედვით პათოგენების მე-2(B) კატეგორიას განეკუთვნება. დაავადება ქოლერის გამომწვევი მიზეზი ამ მიკროორგანიზმით დაბინძურებული წყალი ან საკვებია. დიარეის სპორადული შემთხვევები ან მცირე აფეთქებები რეგულარულად რეგისტრირდება ქოლერისათვის ენდემურ რეგიონებში, როგორცაა სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზია (ინდოეთი, ბანგლადეში, ინდონეზია და ა.შ.). ბოლო ორ ათწლეულში ქოლერის ეპიდემია აღმოცენდა ლათინურ ამერიკაში, ცენტრალური და დასავლეთ აფრიკის ქვეყნებში, კუნძულ ჰაიტზე და სხვა. ქოლერის ეპიდემიებს მოჰყვა მაღალი სიკვდილიანობა. 1970 წელს, მე-7 პანდემიის საწყის პერიოდში, ქოლერის ეპიდემიას ადგილი ჰქონდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზეც (ასტრახანი, ოდესა). ეპიდემიამ გარკვეულ წილად საქართველოც მოიცვა (აჭარის რეგიონი და თბილისი). დაფიქსირდა ქოლერის 9 შემთხვევა, რომელთაგან ერთი ლეტალურად დასრულდა.

ადამიანის პათოგენი *Vibrio*-ს სახეობები (*V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, *V. metschnikovii* და სხვა) იწვევენ მსუბუქი და საშუალო სიმძიმის დაავადებებს: მწვავე გასტროენტერიტები, ყურისა და თვალის ინფექციები, პირველადი სეპტიცემიები, ჭრილობისმიერი ინფექციები.

*Aeromonas* გვარის წარმომადგენლებიც წყლის ბუნებრივი ბინადრები არიან. ისინი გვხვდებიან ზღვებში, მტკნარ და მომლაშო ტბებში, მდინარეებში, სასმელ და გრუნტის წყლებში. ესტუარიები, მათი დაბალი მარილიანობის გამო, აერომონასებისთვის ასევე ხელშემწყობ გარემოს წარმოადგენენ. აერომონასები მიკრობულ ბიოსფეროში ფართოდ არიან გავრცელებულნი. მათი გამოყოფა შესაძლებელია მრავალი ეკოლოგიური ნიშიდან: წყალში მცხოვრები ორგანიზმები, უპირატესად თევზები, უხერხემლოები (მწერები), შინაური

ცხოველები, ფრინველები. ისინი იწვევენ ნაწლავურ და არანაწლავურ ინფექციებს, მრავალფეროვანი კლინიკური გამოვლინებებით.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია აერომონასების მიერ გამოწვეული თევზის ინფექციები, უმეტესად სეპტიცემია, რომელსაც თან სდევს ფარფლების ძირში სისხლჩაქცევები და მელანოზი, ორავულებში – ფურუნკულოზი, წყლულოვანი დაავადებები და ა.შ. ასეთი ინფექციები იწვევენ თევზების დიდი რაოდენობით დახოცვას და შესაბამისად უზარმაზარ ეკონომიკურ ზარალს აყენებენ თევზსაშენ მეურნეობებს.

საქართველოს თბილი, სუბტროპიკული კლიმატი ხელსაყრელია *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის სახეობების გამრავლებისა და გავრცელებისათვის, მით უმეტეს თუ გავითვალისწინებთ მსოფლიოში მიმდინარე გლობალური დათბობის ტენდენციას. აღნიშნული გარემოებებიდან გამომდინარე, რეკომენდირებულია წყლის ეკოსისტემების რეგულარული მონიტორინგი, განსაკუთრებით თბილი სეზონების დროს, რათა მოხდეს *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობების ადრეული გამოვლენა. სასურველია შეიქმნას რუტინული მონიტორინგის პროგრამა, რომელიც დაავადებების ეპიდემიის შემთხვევაში რისკის პროგნოზირების საშუალებას მოგვცემს.

მიუხედავად იმისა, რომ *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის წამყვანი სახეობების ბიოქიმიური თვისებები საკმაოდ კარგად არის აღწერილი, დღემდე არ არსებობდა მათი გამოყოფისა და იდენტიფიკაციის მოკლე ეფექტური ბიოქიმიური სქემა, რომელიც გააადვილებდა სახეობრივი კუთვნილების დადგენას *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობების საკვლევ მასალაში ერთდროულად არსებობის შემთხვევაში.

*Vibrionaceae* და *Aeromonadaceae* ოჯახის წარმომადგენლები ბუნებრივ მიკროფლორას წარმოადგენენ კავკასიის რეგიონისთვის, მაგრამ ამ მიკროორგანიზმების მასშტაბური გამოვლენა საქართველოს წყლის გარემოდან, მათი სახეობრივი მრავალფეროვნების შესწავლა და ეკოლოგიურ მახასიათებლებზე დამოკიდებულება არ ყოფილა დღემდე დეტალურად გამოკვლეული. გარდა ამისა, ბოლო ათწლეულში აღინიშნება პათოგენური ვიბრიონებით და აერომონასებით გამოწვეული დაავადებების მატება ადამიანებში, რაც განაპირობებს მსგავსი კვლევების საჭიროებას სამედიცინო თვალსაზრისითაც.

წარმოდგენილი კვლევის მიზანი იყო *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების შედარებითი ეკოლოგიისა და მრავალფეროვნების შესწავლა საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში, ასევე მათი გავრცელების ოპტიმალური პირობების დადგენა, რაც კლიმატის ცვლილების პროცესების ფონზე შესაძლო ეპიდაფეთქებების პროგნოზირების საშუალებას მოგვცემდა.

ეფექტური მონიტორინგის ჩასატარებლად მიზნად დავისახეთ *Vibrio*. და *Aeromonas* სახეობების ბაქტერიების ეფექტური საიდენტიფიკაციო სქემის შექმნა, რათა მოკლე დროში გამოგვეყო და მოგვეხდინა კლინიკურად მნიშვნელოვანი და პრევალენტური არაპათოგენური სახეობების იდენტიფიცირება.

2006-2009 წლებში მონიტორინგისთვის შეირჩა შავი ზღვისა და თბილისის ახლოს მდებარე სასოფლო-სამეურნეო, წყალმომარაგებისა და სარეკრეაციო მნიშვნელობის მქონე პუნქტები.

კვლევის კონკრეტულ ამოცანას წარმოადგენდა *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობების გამოყოფა სხვადასხვა გარემოს სინჯებიდან (წყალი და პლანქტონური ორგანიზმები), რიგი ეკოლოგიური ფაქტორების (ტემპერატურა, მარილიანობა, წყალბად-იონთა კონცენტრაცია) გავლენის შესწავლა საკვლევი მიკროორგანიზმების გავრცელებასა და სახეობრივ მრავალფეროვნებაზე.

## ნაწილი I. ლიტერატურული მიმოხილვა

### თავი 1. საქართველოს წყლის ეკოსისტემები

საქართველოს წყლის ეკოსისტემებიდან კვლევის ჩასატარებლად შეირჩა შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ოთხი ისეთი ადგილი, რომლებიც მოიცავენ საზღვაო პორტს, ნავთობის ტერმინალს, ზღვის კურორტებსა და დასახლებულ პუნქტებს განვითარებული სოფლის მეურნეობებითა და მეთევზეობით (მდინარე ჭოროხის შესართავი, ბათუმის ბულვარის სანაპირო, მწვანე კონცხის სანაპირო და მდინარე სუფსის შესართავი), ასევე აღმოსავლეთ საქართველოში თბილისის ახლოს მდებარე მტკნარი წყალსატევები სასოფლო-სამეურნეო, წყალმომარაგებისა და სარეკრეაციო მნიშვნელობით (კუმისის ტბა, თბილისის ზღვა და ლისის ტბა).

**1.1. შავი ზღვა** მდებარეობს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპასა და მცირე აზიას შორის. იგი ხმელთაშუა ზღვას უერთდება ბოსფორის სრუტითა და მარმარილოს ზღვით, აზოვის ზღვას კი - ქერჩის სრუტით. ბოსფორის სრუტით შემოღენილი ზღვის წყლის რაოდენობა წელიწადში 200 კმ<sup>3</sup> აღწევს. ზღვაში მიმდებარე რეგიონებიდან ჩამოღენილი მტკნარი წყლის რაოდენობა წელიწადში 320 კმ<sup>3</sup>-ია, რომლის უმეტესი წილი ცენტრალურ და ცენტრალურ-აღმოსავლეთ ევროპაზე მოდის. შავი ზღვის საერთო ფართობია 422.000 კმ<sup>2</sup>, ხოლო მაქსიმალური სიღრმე – 2210 მ.

ანტიკურ ხანაში ცნობილი იყო როგორც *Εὐξείνους Πόντος*, ლათინურად - *Pontus Euxinus*, “ევქსინეს ზღვა” – შავ ზღვას ბერძნები ჯერ პონტონს აქსინოს (არასტუმართმოყვარე), შემდეგ ჩვენი წელთაღრიცხვიდან პონტონ ექსინოს (სტუმართმოყვარე ზღვა) უწოდებდნენ, ლიტერატურაში იგი გვხვდება როგორც “პონტოს ზღვა”, ან - “სპერის ზღვა”, ასურელები კი - “ზემო ზღვის” სახელწოდებით მოიხსენიებდნენ. თუ რატომ დაერქვა მას ახლანდელი სახელი, ამის შესახებ არსებობს რამდენიმე ვერსია. ერთ-ერთი ვერსიის მიხედვით შორეულ წარსულში მას ასე უწოდებდნენ მარმარილოს ზღვასთან შედარებით უფრო მუქი ფერის გამო. სხვა ვერსიის მიხედვით, შავი ზღვის წყალი ყოველთვის ღურჯი არ არის. ზამთარში, როდესაც ცივი ქარებია იგი იღუშება, წყლის ზედაპირი მუქ ფერს იღებს და უზარმაზარი ტყვიისფერი ტალღები გრუხუნით ეხეთქება სანაპიროს. ამიტომაც მას შავ ზღვას უწოდებენ. შავ ზღვას ესაზღვრება

ქვეყნები: თურქეთი, ბულგარეთი, რუმინეთი, უკრაინა, რუსეთი და საქართველო.<sup>[8]</sup>

**1.1.1. შავი ზღვის ზოგადი მახასიათებლები.** ზღვის სიგრძე უკიდურეს დასავლეთ და აღმოსავლეთ წერტილებს შორის 1167 კმ-ია (ბურგასი-ქობულეთი). სანაპირო ზოლის სიგრძე დაახლოებით 4000 კმ-ია, საიდანაც საქართველოს 320 კმ ეკუთვნის (რუსეთის ფედერაცია - 395 კმ, უკრაინა - 1340 კმ, რუმინეთი - 215 კმ, ბულგარეთი - 317 კმ, თურქეთი - 1365 კმ). შავი ზღვის ე.წ. ზედა ქანგბადით მდიდარი “ცოცხალი” ფენა 175-200 მ სიღრმემდე ვრცელდება. 200 მ-დან ფსკერამდე თითქმის უქანგბადოა და საერთოდ არ გვხვდება ორგანული სიციცხლე. შავი ზღვის განსაკუთრებულ თავისებურებას, რაც მას მკვეთრად განასხვავებს დედამიწის დანარჩენი ჰიდროგარსისგან, წარმოადგენს წყლის ორიგინალური ფენობრივი ხასიათი. 175-200 მ სისქის მქონე ზედაპირული ფენა მის ქვეშ მდებარე წყლის მასისაგან სიმკვრივით გამოირჩევა (მსუბუქია). ეს განსხვავება იმდენად მკვეთრია, რომ წყლის აღრევა ფენებს შორის არ ხდება. ამის გამო ღრმა წყალში დაგროვილია გოგირდწყალბადის გრანდიოზული რაოდენობა. აღსანიშნავია, რომ შავ ზღვაში საერთოდ არ არსებობს საშიში იხტიოფაუნა.<sup>[8]</sup>

როგორც ცნობილია, შავი ზღვის ფსკერის რელიეფი ძირითადად არ განსხვავდება სხვა ოკეანის აუზების რელიეფისაგან. შავი ზღვის შემთხვევაშიც გამოიყოფა სამი ძირითადი ფორმა: შეღფი, მატერიკული დახრილობა და ღრმა ქვაბული.<sup>[6]</sup>

საქართველოს შავი ზღვისპირა სანაპირო ზოლი მოიცავს შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს 320 კმ სიგრძის მონაკვეთს მდ. ფსოუს შესართავიდან (სახელმწიფო საზღვარი რუსეთის ფედერაციასთან) კელენდრის კონცხამდე (საზღვარი თურქეთთან). საზღვაო საზღვარი უმეტესად 130 მეტრიან იზობათს მიუყვება და მხოლოდ დიდ მდინარეთა შესართავებში გადაიხრება ზღვისკენ. სახმელეთო საზღვარი წარმოადგენს იმ წარმოსახვით საზღვარს, სადამდეც ვრცელდება ზღვის წყლის გავლენა მისი ყველაზე მაღალი აქტიურობის დროს. ამ ზონის ფართობი დაახლოებით 2600 კმ<sup>2</sup>-ია, საზღვაო ნაწილისა - 2200 კმ<sup>2</sup> (85%), მისი საშუალო სიგანეა დაახლოებით 8 კმ, უდიდესი სიგანე 25 კმ აღწევს (გუდაუთის მეჩხი).

მსოფლიო ოკეანის დონის ცვალებადობის ანალიზმა უჩვენა, რომ წყლის დონის აწევა არის კლიმატური დათბობის შედეგი. ამდენად, შავი ზღვის დონის პერმანენტული ზრდა არის მსოფლიო ოკეანის თანამედროვე ევსტაზიის შემადგენელი ნაწილი და გამოწვეულია კლიმატის გლობალური დათბობის ციკლით. ზღვის დონის ევსტაზიურმა აწევამ საქართველოს ზღვისპირეთში შექმნა ეკოლოგიური და ეკონომიკური პრობლემები.

საქართველოს შავი ზღვისპირა სანაპირო მხარე მთლიანობაში არ გამოირჩევა კლაკნილობით, მკვეთრად გამოხატული ნახევარკუნძულებითა და უბეებით. ნაპირის შედარებით რთული მოხაზულობით აფხაზეთი გამოირჩევა. აქ გამკვეთილია ბიჭვინთის, სოუქსოს, წითელი შუქურისა და კოდორის ნახევარკუნძულები (კონცხები) მათ შორის მოქცეული მიუსერის, ახალი ათონის, სოხუმისა და ოჩამჩირის უბე-ყურეებით.

შავი ზღვის ფსკერი საქართველოს ნაპირიდან საკმაოდ ციცაბოდ ეშვება სიღრმეში. ეს განსაკუთრებით ეხება აფხაზეთის უბანს. სანაპირო ზოლის ფსკერის წყალქვეშა რელიეფი გაფართოებულია დელტებით, რომლებიც აგრძელებენ ყველა მნიშვნელოვან მდინარეთა ზედაპირულ ხეობებს.<sup>[6]</sup>

**1.1.2. კლიმატი.** შავი ზღვის კლიმატი ძირითადად ფორმირდება ფიზიკო-გეოგრაფიული, რადიაციული და ცირკულაციური ფაქტორების გავლენით. ჰაერის

მასების გადატანას შავი ზღვის რაიონში ძირითადად განაპირობებენ ციკლონური და ანტიციკლონური მოქმედებები, რომლებიც ვითარდებიან ევროპის ტერიტორიაზე. მთელი წლის განმავლობაში განსაკუთრებით – ხმელთაშუა ზღვის ციკლონი და აღმოსავლეთ ევროპული ანტიციკლონი. შავი ზღვის აუზის კლიმატზე დიდ გავლენას ახდენს აღმოსავლეთ ევროპის დაბლობი და ბალკანეთის ნახევარკუნძულის აღმოსავლეთი ნაწილი, რომელთა თავზე ფორმირდება კონტინენტალური ჰაერი – ზამთარში ძალიან ცივი, ზაფხულში კი ცხელი. [6]

საქართველოს შავი ზღვისპირეთი კავკასიონის ქედით დაცულია ჩრდილოეთის ქარებისაგან. ზამთარში ძირითადად აღმოსავლეთის ქარებია, ზაფხულში უმეტესად დასავლეთის და სამხრეთ-დასავლეთის. დამახასიათებელია მოკლე პერიოდიანი ბრიზები. ქარების საშუალო უმცირესი სიჩქარეები ბათუმში გვხვდება. ზამთარში ქარები ძლიერდება და ზაფხულისთვის სუსტდება.

შავი ზღვის დონეზე დაკვირვებათა მიხედვით წყლის დონის პერმანენტული აწევა დაიწყო 1923-1925 წლებიდან და მიმდინარეობს 2.5 მმ/წ სიჩქარით. ზღვის დონის აბსოლუტურმა ნახარდმა 1998 წლისათვის 18 სმ მიაღწია, ხოლო ფარდობითმა, რომელიც წარმოადგენს ზღვის ზედაპირის აწევას სანაპიროს მიმართ ზოგან 50 სმ გადააჭარბა.

შავი ზღვის წყალი კომფორტულად ითვლება, თუ წყლის ტემპერატურა 20<sup>0</sup> C-ზე და ჰაერის ტემპერატურა 15<sup>0</sup> C-ზე მეტია, ხოლო ტალღების სიძლიერე 3 ბალზე ნაკლებია. ეს მაჩვენებლები საქართველოს სანაპიროს წელიწადში 6-7 თვის განმავლობაში ახასიათებს.

შავ ზღვაზე ოკეანეებთან შედარებით აღინიშნება ნაკლები ინტენსივობის დელტა. შტორმული მოვლენები შავ ზღვაზე ციკლონური ზემოქმედების შემთხვევაში წარმოიქმნება. სამხრეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებების ქარების მოქმედება დაკავშირებულია ხმელთაშუა ზღვის ციკლონების გავლასთან. ატლანტიკის ციკლონები იწვევენ დასავლეთის მიმართულების ქარებისა და ტალღების გაჩენას, რომლებიც ძლიერი ზვირთების სახით საქართველოს სანაპიროს აღწევენ.

ზღვის წყლის მარილიანობა ნაპირებთან ყველაზე ნაკლებია 17<sup>0</sup>/00 (ანატოლიის ზღვისპირეთში 18<sup>0</sup>/00 აჭარბებს, საშუალოდ 22<sup>0</sup>/00), რაც ორჯერ ნაკლებია მსოფლიო ოკეანის მარილიანობასთან შედარებით.

1996 წლის ოქტომბერში, შავი ზღვის აუზის ყველა ქვეყნის წარმომადგენლებმა ხელი მოაწერეს შავი ზღვის დაცვის სტრატეგიულ გეგმას. 1997 წლიდან 31 ოქტომბერი საქართველოშიც აღინიშნება, როგორც შავი ზღვის დაცვის საერთაშორისო დღე. [6]

**1.13. შავი ზღვის ჰიდროლოგიური და ჰიდროქიმიური დახასიათება.** შავი ზღვის წყლები ქიმიური შემადგენლობით განსხვავდება სხვა ზღვების წყლებისაგან. ეს აიხსნება მისი ჰიდროლოგიური თავისებურებებით, განსაკუთრებით კი მისი წყლის მასის ჩამოყალიბების თავისებურებებით, სტრუქტურითა და დინამიკით.

ჯერ კიდევ უძველესი დროიდან ცნობილი იყო, რომ შავი ზღვის (პონტოს) წყალი მსოფლიო ოკეანეების წყლებთან შედარებით ნაკლებ მარილიანი იყო, დაახლოებით 2-ჯერ. ეს გამოწვეულია იმით, რომ შავ ზღვაში ჩაედინება დიდი რაოდენობით მდინარეთა მტკნარი წყლები. მათ შორის ყველაზე დიდი მდინარეა დუნაი, რომელიც ევროპაში სიდიდით მეორეა. მას წელიწადში ზღვაში ჩააქვს 203 კმ<sup>3</sup> მტკნარი წყალი. მდინარე დნეპრი სიდიდით მეორეა, რომელიც ჩაედინება შავი ზღვის აუზში. მდინარე რიონს ჩააქვს კავკასიონის ქედიდან ჩამონადენი მტკნარი წყალი კოლხეთის დაბლობის გავლით ზღვის აუზში (წელიწადში დაახლოებით

13 კმ<sup>3</sup> წყალი). აჭარის რეგიონში შავ ზღვაში ჩაედინება მდინარე ჭოროხი ყოველწლიურად 9 კმ<sup>3</sup> წყლის მოცულობით, თურქეთის ტერიტორიიდან კი - მდინარეები კიზილ-ირმაკი, ეშილ-ირმაკი და საქარა, რომელთა მიერ ზღვაში ჩატანილი წყლის რაოდენობა უტოლდება 23 კმ<sup>3</sup>. [16, 18, 20, 22, 66]

შავი ზღვის აუზის მარილიანობის მუდმივობა პირდაპირ დამოკიდებულია წყლის ზედაპირული აორთქლების ინტენსივობაზე, ასევე ხმელთაშუა ზღვისა და მარმარილოს ზღვების წყლებთან ურთიერთგაცვლის პროცესებზე.

მარილიანობა ზღვის ცენტრალურ ნაწილში სეზონების მიხედვით უმნიშვნელოდ შეიძლება შეიცვალოს. ნაპირების გასწვრივ მარილიანობა მდინარეების მტკნარი წყლების გავლენით მცირდება და სეზონური ცვალებადობაც უფრო მკაფიოდ არის გამოხატული. შავი ზღვის წყლების მარილიანობა მკვეთრად იზრდება სიღრმეში. შავი ზღვის ღრმაწყლიან უბნებში მარილიანობის ცვლილება შეიმჩნევა მხოლოდ 75 მ-მდე, ანუ იმ სიღრმემდე, სადაც აღწევს ზამთრის ვერტიკალური ცირკულაცია. გაზაფხულზე კი, როცა ვერტიკალური გადაადგილება პრაქტიკულად არ ხდება, მარილიანობაში განსხვავება სიღრმის მიხედვით აღწევს თავის მაქსიმუმს. ამ დროს წყლის ზედაპირზე მარილიანობა მინიმალურია, სიღრმეში – მაქსიმალური.

თანამედროვე გამოკვლევების შედეგად დამტკიცდა შიდა სიღრმის დინებების არსებობა მარმარილოს ზღვიდან შავი ზღვისაკენ, რომლებიც მოქმედებენ მთელი წლის განმავლობაში და იცვლიან მოქმედების ინტენსივობას ჰიდროლოგიურ და მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან კავშირში სეზონების მიხედვით. შავი ზღვის აუზში შემოდის მარმარილოს ზღვის შედარებით მაღალი სიმკვრივის წყალი, ერევა სიღრმეში მყოფ გოგირდწყალბადიანი ფენის წყლებს, წყალთა ნარევი მოიწვეს ზემოთ და უერთდება (ანუ ერევა) ნაკლებად მარილიან შავი ზღვის ზედაპირულ წყლებს, რის შედეგადაც ფორმირდება სპეციფიკური ქიმიური შედგენილობის ზედაპირული წყლის შრე. ზედაპირული წყლების ნამატი თავისთავად უკან უბრუნდება ბოსფორის სრუტეს ზედაპირული დინებების საფუძველზე.

შავი ზღვის წყლებში საშუალო წლიური ტემპერატურა ძირითადად განისაზღვრება მისი გეოგრაფიული მდებარეობით და დინებების არსებობით. ყველაზე მაღალი ტემპერატურაა აგვისტოში, მინიმალური კი თებერვალში. ტემპერატურის სეზონური ცვლილება, ძირითადად, შეიმჩნევა 75 მ სიღრმემდე, შემდეგ ის პრაქტიკულად არ იცვლება. 500 მ სიღრმის ქვემოთ არის 8.9<sup>0</sup> C, ხოლო 2000 მ სიღრმეში კი 9.1<sup>0</sup> C, ტემპერატურის წლიური ცვალებადობა მერყეობს 17-20<sup>0</sup> C ფარგლებში.

ტემპერატურისა და მარილიანობის მიხედვით წყლის სიმკვრივე დიდ ინტერვალში მერყეობს, როგორც დროის, ასევე სივრცის მიხედვით. ზედაპირულ ფენებში ის მცირდება გაზაფხულსა და ზაფხულში. სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობა დაახლოებით არის 1.0123. მაქსიმალური (სიღრმის რაიონებში) კი აღწევს 1.0173. სანაპირო ზოლის რაიონებში, იქ სადაც ჩაედინება მდინარის წყლები, მისი მნიშვნელობა შეიძლება 1-ზე ნაკლებიც იყოს. [20, 21]

წყლის ფენების ვერტიკალური გადაადგილებისათვის უკეთესი პირობები იქმნება ზამთარში, როდესაც ვერტიკალური ცირკულაცია ძირითადად მიმდინარეობს ზედა 100 მ-იან ზოლში და მხოლოდ იშვიათად შეიძლება გაიზარდოს 150-200 მ-მდე. ამ ზოლში ვერტიკალური გადაადგილება ხორციელდება მარმარილოს ზღვის წყლის ჩამოდინების ხარჯზე.

შავი ზღვის წყლების ქიმიური თავისებურებანი ძირითადად განპირობებულია სიღრმის ფენების უკიდურესად სუსტი ძვრადობითა და დიდი

რაოდენობით ჩამდინარე წყლების არსებობით (მდინარეების სახით). ცხადია, ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა აქვს არა მარტო მდინარეების მიერ ჩატანილი წყლების მოცულობას, არამედ მათ ქიმიურ შემადგენლობასაც, ასევე ზღვის ზედაპირული ფენების აორთქლებისა და ტემპერატურის ცვლილების პროცესების ინტენსივობას და მასში მიმდინარე ფიზიკო-ქიმიურ და ბიოქიმიურ პროცესებს. ეს უკანასკნელი ზღვის სიღრმეში არსებულ მარილებსა და გაზებში იწვევს არა მარტო რაოდენობრივ, არამედ თვისობრივ ცვლილებებსაც.

შავი ზღვის წყლის 1 ლ მოცულობა ნიმუშის აორთქლებისას ვიდრე 18 გ მყარ ნაშთს. ყველა ზღვის წყლების შედგენილობის მსგავსად, ამ შემთხვევაშიც მყარი მასა შეიცავს მარილებს: NaCl, KCl, MgSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, რომლებიც წყალში იმყოფებიან დისოცირებულ მდგომარეობაში შემდეგი იონების სახით: Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> და K<sup>+</sup>, ჩამოთვლილი იონების პროცენტული თანაფარდობა შავი ზღვის წყლებში განსხვავებულია ოკეანის წყლებთან შედარებით. [21, 22]

ორგანული ნაერთები შავ ზღვაში იმყოფებიან გახსნილ, კოლოიდურ და შეწონილ მდგომარეობაში. იმ ფენებში, სადაც წყლის სიმკვრივე მკვეთრად იზრდება, ორგანულ ნაერთთა რაოდენობაც მატულობს. [19, 21]

აღსანიშნავია, რომ შავი ზღვა წარმოადგენს ქვეყნის უმთავრეს თევზსაჭერ და რეკრეაციულ რესურსს, მასში გავრცელებული თევზისა და ვეშაპის სახეობების სიმრავლე მნიშვნელოვანია, როგორც საქართველოს განსაკუთრებული ბიომრავალფეროვნებისათვის, ასევე ქვეყნის ეკონომიკისათვის. ამასთან, იგი ხასიათდება ზღვისთვის სპეციფიკური მრავალფეროვანი ბიოცენოზითა და ნაპირის ბინადრებით. [6]

**1.1.4. შავი ზღვის მიკროორგანიზმები.** საქართველოს ჰიდროგრაფიული ბაღე წარმოდგენილია პატარა, მაგრამ მრავალი მდინარის სახით, რომლებიც გამოირჩევიან დინების მაღალი სიჩქარით და ზღვაში ჩააქვთ დიდი რაოდენობის ქვიშის, თიხისა და ვულკანური წარმოშობის შეწონილი ნაწილაკები. გარდა ამისა, მდინარეებს ზღვაში ჩააქვთ დასახლებული პუნქტებიდან და სამრეწველო ობიექტებიდან ორგანული ნაერთები, ნავთობი და ნავთობპროდუქტები. მოცემული მდინარეების ჩამონადენი არ არის ისეთი მასშტაბისა, როგორც შავი ზღვის ჩრდილო-დასავლეთ რეგიონის მდინარეების შემთხვევაში (რის გამოც ნაკლებად იგრძნობა ზეგავლენა მარილიანობაზე), მაგრამ საგრძნობლად ცვლის მიკროფლორის სახეობრივ შედგენილობასა და რაოდენობას. საქართველოს სანაპირო ზოლში ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია შემდეგი გვარის ნავთობდესტრუქტორი მიკროორგანიზმები: Pseudomonas, Pseudobacterium, Bacterium, Bacillus, Vibrio. მათი ყველაზე მაღალი რაოდენობა აღინიშნება პორტებსა და ტერმინალების აკვატორიებში, აგრეთვე რიონის, კუბისწყალის, ბარცხანასა და შავ ზღვასთან სხვა მდინარეების შეერთების ადგილებში.

საქართველოს, კერძოდ, აჭარის შავი ზღვის ნაპირის ზონის რელიეფის ფორმირება-განვითარება, ძირითადად, მიმდინარეობს მდინარეების მიერ ჩადენილი ნატანით. [20, 22]

**12. მდინარე ჭოროხი** წარმოადგენს ნაპირშემქმნელი ნატანის თითქმის ერთადერთ ბუნებრივ წყაროს აჭარის ნაპირებზე. აჭარის ნაპირების ბუნებრივი ფორმირება და მდგრადობა თითქმის მთლიანად დამოკიდებულია მდინარე ჭოროხის ნატანზე. [9]

ჭოროხი არის მდინარე თურქეთსა და საქართველოში. მას სათავე აქვს ოქუს-ბადადაღის მთებში. მდინარის სიგრძე 438 კმ-ია. მდინარის 26 კმ მიედინება აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ტერიტორიაზე. აუზის ფართობი 22 ათასი კმ<sup>2</sup>-ია. ჭოროხი ძირითადად მიედინება ტექტონიკურ ხეობაში, ლაზისტანისა და

ჭოროხის ქედებს შორის და ქალაქ ბათუმის სამხრეთით ერთვის შავ ზღვას. წყლის საშუალო ხარჯი - 277 მ<sup>3</sup>. მას ახასიათებს გაზაფხულ-ზაფხულის წყალდიდობები, გამოიყენება სარწყავად. მთავარი შენაკადებია: აჭარისწყალი და მაჭახელისწყალი.

მდინარე ჭოროხზე თურქეთის მხარეს მდებარეობს ქალაქი ბაიბურთი, სპერი (ისპირი), ართვინი, ბორჩხა. რომაულ და ბიზანტიურ წყაროებში მდინარე ჭოროხის სახელწოდებაა აკამფისი (ბერძნ. Akampsis). [11]

მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარში მდინარე ჭოროხი რამდენიმე ტოტი უერთდებოდა ზღვას და ქმნიდა დიდ დელტას. მისი ჩრდილოეთი ტოტი ზღვას ერთვოდა თანამედროვე შესართავის ჩრდილოეთით, ახლანდელი მდინარე მეჯინას ადგილას. ჭოროხის სამხრეთი ტოტი კი ზღვაში ჩაედინებოდა თანამედროვე შესართავის სამხრეთით, დაახლოებით ორ კილომეტრში. მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში ჭოროხის შესართავი დამბებით დაფიქსირდა ერთ კალაპოტში და მიეცა თანამედროვე მდებარეობა. [9]

**13. მდინარე სუფსა** მდებარეობს დასავლეთ საქართველოში. იგი სათავეს იღებს მესხეთის ქედის ჩრდილოეთ კალთაზე მწვერვალ მეფისწყაროსთან. მდინარე მდებარეობს ზღვის დონიდან 2800 მეტრ სიმაღლეზე. მისი სიგრძე 108 კილომეტრია, ხოლო აუზის ფართობი - 1130 კმ<sup>2</sup>. მთავარი შენაკადებია გუბაზეული, ბახვისწყალი, ბარამიძის წყალი და შუთი. სუფსა ერთადერთი მდინარეა, რომელიც გურიის მხარის სამივე მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე მიედინება. გურიის ქედით გამოყოფილია მდინარე რიონის, ხოლო ნასაკირალის სერით - მდინარე ნატანების ხეობისგან. სუფსის ნაპირზე მდებარეობს დაბა ჩოხატაური. შავ ზღვას ერთვის სოფელ წყალწმინდასთან. [10]

**14. მწვანე კონცხი** - დასახლება ქალაქ ბათუმში (მწვანე კონცხის უბანი). ბათუმთან შეერთებამდე იგი ეკუთვნოდა ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტს. მწვანე კონცხი ბათუმის ერთ-ერთი გამორჩეული ტურისტული ობიექტია, რადგან მწვანე კონცხზე გაშენებულია ბათუმის ბოტანიკური ბაღი. [5]

## **თავი 2. აღმოსავლეთ საქართველოს მტკნარი და მომლაშო წყალსატევების ეკოსისტემები**

**2.1. ისტორიული მონაცემები.** საქართველოს პირველი დაწვრილებითი გეოგრაფიული აღწერა მე-18 საუკუნის ბოლოს მოგვაწოდა ქართველმა მეფისწულმა ვახუშტი ბაგრატიონმა. ნაშრომში “საქართველოს სამეფოს აღწერა”<sup>[13]</sup> განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა საქართველოს წყლის ობიექტებს, კერძოდ, ტბებს. ვახუშტის მიერ შედგენილ საქართველოს რუკაზე მოტანილია თითქმის ყველა ტბა, მათ შორის ღისისა და კუმისის ტბები, აღწერილია მათი ზუსტი ადგილმდებარეობა.<sup>[2]</sup> 1925 წელს ჩატარებული ა. ი. ჯანელიძის გამოკვლევები ეხება თბილისის მიდამოების ტბებს. მან შეისწავლა ამ ტბების ქვაბურების გენეზისი და მოგვცა მათი ჰიდროგრაფიული დახასიათება.<sup>[2,7]</sup> ავლაბრის, იგუნიალისა და კუკიის ტბების შესწავლას 1927-1931 წლებში აწარმოებდა საქართველოს წყალმეურნეობა. სამგორის ველის მორწყვის პროექტის შედგენის მიზნით, განხორციელდა ამ ტბების ქვაბურების დეტალური ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური და სანიადაგო-ბოტანიკური კვლევები. ზემოთ ხსენებული ტბების ადგილზე შეიქმნა სამგორის წყალსაცავი, რომელიც იკვებება იორის წყლით და უზრუნველყოფს ქვემო-სამგორის სარწყავ სისტემას.<sup>[2,13]</sup> 1933



წელს ჩატარდა პროფესორების ვ. ი. ყავრიშვილისა და ი. გ. ზუფტურიდის კვლევები თბილისის მიდამოების ტბებზე. 1964 წელს გამოქვეყნდა ისტოლოგ გ. პ. ბარაჩის მონოგრაფია “საქართველოს ტბური წყალსაცავები და მათი თევზსამეურნეო მნიშვნელობა”, რომელშიც მოიპოვება მნიშვნელოვანი მონაცემები ტბების ჰიდროქიმიის, ჰიდრობიოლოგიისა და ისტოლოგიის შესახებ. მცირე კავკასიის მდინარეები იკვებებიან წვიმის, მიწისქვეშა და თოვლის წყლებით.<sup>[2]</sup>

კვლევაში წარმოდგენილი სამი წყალსაცავი: თბილისის ზღვა, კუმისისა და ლისის ტბები მდებარეობს დედაქალაქის მახლობლად. ტბები განსხვავდებიან როგორც ბიოგეოქიმიური შემადგენლობით, ასევე ანთროპოლოგიური ზემოქმედების მხრივ. [32,91,98,168]

**2.2. კუმისის ტბა** მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, ქვემო ქართლში, სოფელ კუმისის სამხრეთ-აღმოსავლეთით. იგი მოქცეულია იადღუჯის მაღლობსა და წალასყურის ვაკეს შორის ამავე სახელწოდების ტაფობზე, ზღვის დონიდან 475 მ სიმაღლეზე. კუმისის ტბა თავდაპირველად წარმოადგენდა ბუნებრივ მლაშე ტბას, რომელიც 1960-იან წლებში გარდაიქმნა მომლაშო წყლის რეზერვუარად, რადგანაც მდინარე მტკვრიდან ააშენეს შენაკადი არხი. მისი აუზის ფართობი 97 კმ<sup>2</sup>, ხოლო ზედაპირის - დაახლოებით 5 კმ<sup>2</sup>. კუმისის ტბის სიგრძე არის თითქმის 3 კმ, სიგანე კი საშუალოდ 1 კმ. ტბის საშუალო სიღრმე დაახლოებით 1 მ-ია, მაქსიმალური - 4 მ, რაც დამოკიდებულია წყლის დონის რყევაზე.

კუმისის ტაფობი ამოვსებულია მეოთხეულ ტბიურ-მდინარეული პროლუვიური ნაფენებით. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 1960-იან წლებში ტბის ფართობი სულ რაღაც 0.48 კმ<sup>2</sup> იყო, სიღრმით კი 50 სმ-ს აღწევდა. წყლის დონის აწევასა და სიღრმის მომატებას მოჰყვა თევზის გამრავლება. სანამ ტბას გააფართოვებდნენ მისი წყალი მწარე მლაშე იყო (ეს ფაქტორი კი არ არის ხელშემწყობი იქთიოფაუნის გამრავლებისათვის). შემდეგ, ეს წყალი ტბიდან გაუშვეს და შეავსეს მდინარე მტკვრის წყლით. ამას მოჰყვა დონის აწევა და იქთიოფაუნის გამრავლება (ასევე წყლის შედარებით გამტკნარება). ტბის წყლის დონე ძალზე რყევადია.

წარსულის პერიოდში კუმისის ტაფობში ჩამდგარი იყო რამდენიმე ნაწილად დატოცილი ტბორი, რომელიც შეერთების შედეგად მცირე ტბად გადაიქცა. აკადემიკოსს ალექსანდრე ჯანელიძის მიხედვით, კუმისის ტბა ფსევდოკარსტული წარმოშობისაა. ტბის ძირითადი მასაზრდოვებელია მდინარე ალგეთის წყალი, რომელიც არხითაა მიყვანილი. იგი საზრდოობს ასევე მიწისქვეშა წყლებით. ტბის ფსკერი სამკურნალო თვისებების მქონე ტალახითაა ამოფენილი (შუა ნაწილში ტალახის სისქე რამდენიმე ათეული სმ-ია).

კუმისის ტბა მდიდარია თევზით. მასში მოიპოვება: სქელშუბლა, სარკისებრი კობრი, თეთრი ამური, ხრამული, წვერა, ჭანარი, გველანა, გამბუზია და სხვა. მისი სანაპირო თითქმის მთლიანად არის გარშემორტყმული მცენარეულობით. [4,12]

**2.3. ლისის ტბა** მდებარეობს თბილისის ქვაბულში, ქალაქის ჩრდილო-დასავლეთით, ზღვის დონიდან 624 მეტრზე. ტბა და მისი აუზი მიეკუთვნება მდინარე მტკვრის აუზს. ტბის აუზის ფართობია 16 კმ<sup>2</sup>, მაქსიმალური სიღრმე – 4მ, მოცულობა – 1.22 მლნ. მ<sup>3</sup>. ლისის ტბა საზრდოობს წვიმის, თოვლისა და მიწისქვეშა წყლით. ტბას მაღალი დონე აქვს გაზაფხულზე, დაბალი კი შემოდგომაზე. ზაფხულში წყალი თბილია, მაქსიმალური ტემპერატურა – 28<sup>0</sup>C. ლისის ტბა იყო გაუმტარი, მაგრამ მისგან გაიყვანეს არხი ტბის სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე მიწების მოსარწყავად. ამჟამად, ტბიდან არხში გადის

ძალიან მცირე წყალი. ზამთრობით ტბაზე ჩნდება ყინულნაპირი, ზოგჯერ – ყინულსაფარიც. წყალი მომლაშოა. ლისის ტბის რელიეფი ძირითადად ვაკე ხასიათისაა. აუზის ჰიდროგრაფიული ბადაე განვითარებულია ძალიან სუსტად. ტბა არ იღებს მუდმივ შენაკადს.

ლისის ტბის ქვაბურა გაწეილია ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ და უკავია მდინარე მტკვრის ერთ-ერთი მარჯვენა შენაკადის ნაწილი. შენაკადი შემდგომში მიტაცებულ იქნა მდინარე დიდმის წყლის მარჯვენა შენაკადით. მშრალ ველზე, რომელიც შედგება თაბაშირის შემცველი ქვიშნარისაგან, მოხდა გრუნტის რღვევა და წარმოიქმნა არაღრმა ქვაბური, რომელიც შემდეგ ტბით იქნა დაკავებული. [7]

ლისის ტბას აქვს არასწორი შემოწერილობა. მისი ნაპირები სუსტად არის დანაწევრებული. კუნძულები არ გააჩნია. ტბის ნაპირები ძირითადად დამრეცილია, გარდა მაღალი სამხრეთი ნაპირისა. ტბის ფსკერის გრუნტი ქვიშიანია, ზოგჯერ - ღრავიანი.

ლისის ტბა იკვებება წვიმისა და მდნარი წყლებით. უხვი ნალექების დროს გაზაფხულზე ტბაზე შეინიშნება მაღალი დონეები, რაც ივლისამდე გრძელდება. ამ დროს იგი გადმოდის ნაპირებიდან და ტბორავს ჩრდილო-დასავლეთით მდებარე მნიშვნელოვან ფართობს. მაქსიმალური დონეები შეინიშნება უფრო ხშირად მაისში და ივნისში. მინიმალური დონე დგება შუა შემოდგომაზე (ოქტომბერი). წყლის ზედაპირული ფენის მაქსიმალური საშუალო ტემპერატურა შეინიშნება აგვისტოში ( $22.4^{\circ}\text{C}$ ), მინიმალური საშუალო თვიური ტემპერატურა - იანვარში ( $2.2^{\circ}\text{C}$ ). [3]

ყურადღებას იმსახურებს ვ. ხომსკის მიერ მოწოდებული ტბების თერმოსიდრმული კლასიფიკაცია, [14] რომელსაც საფუძვლად უდევს წყლის ფსკერული დონის სხვაობა ზაფხულისა და ზამთრის სტაგნაციების პერიოდში. ამ კლასიფიკაციის მიხედვით ლისის ტბა განეკუთვნება თერმულად საშუალო სიდრმის ტბებს. [2] ლისის ტბის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილი დაფარულია ლერწმით. ტბაში ბევრი პლანქტონი და ბენტოსია, რაც ხელს უწყობს თევზების გაგრცელებას. ლისის ტბაში მოიპოვება კობრი, თაღლითა და სხვა. იგი საწყალოსნო სპორტისა და თევზაობის მოყვარულთა და თბილისელთა დასასვენებელ ადგილს წარმოადგენს. [2,3]

**2.4. თბილისის წყალსაცავი, “თბილისის ზღვა”, “სამგორის წყალსაცავი”,** მდებარეობს აღმოსავლეთ საქართველოში, ივრის ზეგანზე, ქ. თბილისის ჩრდილო-აღმოსავლეთით 580 მ სიმაღლეზე. იგი შეიქმნა მლაშე ტბების – ავლაბრის, იღუნინისა და კუკიის ადგილას. ექსპლუატაციაშია 1953 წლიდან. ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში განიერია, სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ – ვიწრო. წყალსაცავის სიგრძე – 8.75 კმ, უდიდესი სიგანე 1.85 კმ. მისი ფართობი არის 11.6 კმ<sup>2</sup>. წყლის მოცულობა - 308 მლნ. მ<sup>3</sup>. უდიდესი სიღრმე 45 მ. საშუალო სიღრმე - 26.6 მ. წყალსაცავის დონე გაზაფხულზე მატულობს, ზაფხულსა და შემოდგომაზე, სარწყავად წყლის ინტენსიური გამოყენების გამო კლებულობს 7-10 მ-ით. წყლის ზედაპირული ფენის საშუალო ტემპერატურა ნაპირთან მერყეობს  $3.7^{\circ}\text{C}$ -დან (იანვარი-თებერვალი)  $21.6^{\circ}\text{C}$ -მდე (აგვისტო), მაქსიმალური ტემპერატურა არის  $26.2^{\circ}\text{C}$ .

ყინულსაფარი წყალსაცავზე არ ჩნდება, ცივ ზამთარში წარმოიქმნება ყინულნაპირი. ხშირი ქარის გამო იცის ღელვა. თბილისის წყალსაცავი ოლიგოტროფული წყალსატევია. იგი საზრდოობს მდინარე ივრის წყლით, რომელიც მასში სამგორის სარწყავი სისტემის ზემო მაგისტრალური არხით ჩადის. თბილისის წყალსაცავის წყალს იყენებენ: სარწყავად, თბილისის წყალმომარაგებისათვის, თევზის სარეწად, წყლის სპორტისათვის.

წყალსაცავიდან წყალი გადის სამგორის სარწყავი სისტემის ქვემო მაგისტრალური და ღრმაღელის მაგისტრალური არხით. [1]

ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ კუმისის ტბა ყველაზე დაბინძურებული წყალსაცავია, მაშინ როდესაც თბილისის ზღვა - მტკნარი წყლის რეზერვუარი, ნაკლებად დაბინძურებულია. რასაც ადასტურებს სამივე ტბაში ფეკალური ინდიკატორების შესწავლა ზაფხულისა და შემოდგომის თვეებში. [90]

### თავი 3. გვარი *Vibrio*

**3.1. *Vibrio* გვარის ზოგადი დახასიათება.** *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების საარსებო გარემო წყალია. ისინი მდინარეების, ზღვების, ტბების და ესტუარიების მიკროფლორის ბუნებრივი წარმომადგენლები არიან. გვხვდებიან როგორც თავისუფლად მცხოვრები ორგანიზმების სახით, ასევე ასოცირებულნი არიან წყალში მობინადრე სხვადასხვა ორგანიზმებთან: წყალმცენარეები, ზოოპლანქტონი, მოლუსკები, თევზები და სხვა. *Vibrio* გვარის წარმომადგენლების დიდი რაოდენობა აღსორბირდება ზოოპლანქტონზე. ასეთი ასოციაციები მათ საშუალებას აძლევს გადარჩნენ კონკურენტულ და სტრესულ გარემოში. ბიოფილმის წარმოქმნის უნარი ამ გვარის მიკროორგანიზმებს ხელს უწყობს თავი დააღწიონ სტრესულ ფაქტორებს, ანტიბიოტიკების მოქმედებას და კონკურენცია გაუწიონ სხვა მიკროორგანიზმებს. [64]

*Vibrio* გვარის ზოგიერთი მიკროორგანიზმი წარმოადგენს როგორც ადამიანის, ასევე ზღვის ორგანიზმების: თევზების, მარჯანისა და კრევეტების პათოგენს. *Vibrio* გვარის სხვადასხვა სახეობების მიერ გამოწვეული მძიმე ინფექციური დაავადებების კონტროლისა და პრევენციის სტრატეგია დამოკიდებულია ამ მიკროორგანიზმების ბუნების, მათი პათოგენობის არსის უფრო ღრმა და დეტალურ შეცნობაზე და რა თქმა უნდა, მათი საარსებო გარემოსა და გავრცელების გზების გამოკვლევაზე.

1854 წელს იტალიელმა მეცნიერმა ფილიპო პაჩინიმ ფლორენციაში ქოლერის ეპიდემიის მიმდინარეობისას აღმოაჩინა *Vibrio* გვარის პირველი წარმომადგენელი, ქოლერის დაავადების გამომწვევი *V. cholerae*. მან მიკროსკოპულად შეისწავლა ამ დაავადებით დაღუპულ ადამიანთა ნაწლავების ლორწოვანის მდგომარეობა და ყველა მათგანში *V. cholerae*-ს არსებობა დაადგინა. [81] მოგვიანებით, რ. კოხმა (1883) ეგვიპტეში ქოლერის ერთ-ერთი აფეთქების მიმდინარეობისას ჟელატინიან აგარზე გამოყო *V. cholerae*-ს სუფთა კულტურა. მან და მისმა ჯგუფმა დიდი რაოდენობით შეისწავლეს ფატალური შემთხვევები და ყველა დაღუპულის ნაწლავის ქსოვილებში აღმოაჩინეს ქოლერას ვიბრიონი. კოხმა და მისმა ჯგუფმა დაადგინეს, რომ დაავადების გამომწვევი იყო სწორედ ეს მიკროორგანიზმი და დაავადება ვრცელდებოდა წარმოდგენილი მიკროორგანიზმით დაბინძურებული წყლის მეშვეობით. [77]

1905 წელს აქარდმა და ბენსაუდმა შეიმუშავეს ქოლერის ვიბრიონის იდენტიფიკაციის მეთოდი ქოლერის საწინააღმდეგო შრატის გამოყენებით აგლუტინაციის რეაქციის საფუძველზე, რის შედეგადაც მოხდა *Vibrio* გვარის წარმომადგენლების ორ ჯგუფად დაყოფა: ქოლერის შრატით აგლუტინირებადი ვიბრიონები (ქოლერული ვიბრიონები) და ნაგ-ვიბრიონები (არააგლუტინირებადი).

თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ორი ჯგუფის წარმომადგენლების ბიოქიმიური თვისებების შესწავლამ მათი დიფერენცირების ნაცვლად ისინი ერთმანეთთან უფრო დაახლოვა.

ჰეიბერმა და სიტმა შეიმუშავეს *Vibrio* გვარის წარმომადგენლების დიფერენცირების მეთოდთა ნახშირწყლების (L-არაბინოზა, D-მანოზა, საქაროზა) განსხვავებული ფერმენტაციის მიხედვით. ისინი დაყვეს 8 ჯგუფად. ცნობილია, რომ ქოლერას ბიოტიპები კლასიკური და ელ ტორი მიეკუთვნებიან I ჯგუფს და ვერ ახდენენ მხოლოდ L-არაბინოზას დაშლას.

მოგვიანებით გაირკვა, რომ როგორც ქოლერულ, ისე არაქოლერულ ვიბრიონებს გააჩნიათ საერთო ტიპოსპეციფიკური, თერმოსტაბილური O-ანტიგენი და სახეობა სპეციფიკური, თერმოლაბილური H-ანტიგენი. ამის საფუძველზე, *Vibrio* გვარის წარმომადგენლები დაყვეს სეროჯგუფებად, რომელთაგან პირველში გაერთიანდა ქოლერის ვიბრიონი და მიიღო სახელწოდება *V. cholerae* O1. დღესდღეობით 200-მდე სეროჯგუფია ცნობილი.

1964 წელს მიკრობიოლოგთა გაერთიანების საერთაშორისო ასოციაციის მიერ ჩამოყალიბდა ახალი ოჯახი სახელწოდებით *Vibrionaceae*. ამგვარი სისტემატიკა ხელსაყრელია *Vibrionaceae* ოჯახის წარმომადგენლების (ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითი, პოლარული შოლტის მქონე, მოძრავი) დიფერენცირებისთვის *Enterobacteriaceae* ოჯახის მიკროორგანიზმთა წარმომადგენლებისაგან (ციტოქრომ C ოქსიდაზა უარყოფითი, ნაკლებად მოძრავი ან უძრავი).<sup>[142]</sup>

*Vibrio* გვარის ბაქტერიები გრამ-უარყოფითი, მოღუნული ჩხირებია. მათი ზომა სიგრძეში მერყეობს 1.4-3 მკმ, ხოლო სიგანეში - 0.5-0.8 მკმ. მათ გააჩნიათ დამახასიათებელი ერთი (ან რამდენიმე) პოლარული შოლტი, რომელიც უჯრედის კედლის გარე მემბრანის გაგრძელებას წარმოადგენს და უზრუნველყოფს მოძრაობას. ისინი ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითი მიკროორგანიზმებია (გამონაკლისს წარმოადგენს *V. metschnikovii*). *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმები ფაკულტატურ ანაერობებს მიეკუთვნებიან. გამრავლებისათვის ხელსაყრელი ტემპერატურაა 30<sup>0</sup> C, თუმცა უმრავლესობა კარგად მრავლდება 18-37<sup>0</sup> C-ზეც. არიან ქემოორგანოტროფები. მათ გააჩნიათ მეტაბოლიზმის ორივე ტიპი: რესპირატორული და ფერმენტაციული. D-გლუკოზა და სხვა ნახშირწყლები კატაბოლიზირდება მჟავისა და ზოგ სახეობაში აირის წარმოქმნით. სახეობების უმრავლესობას ოპტიმალური ზრდისთვის ესაჭიროება 2-3% NaCl. ზოგიერთისთვის დამახასიათებელია ბიოლუმინესცენცია. მაგალითად, *V. fischeri*-ს გააჩნია ცილა, რომელიც ცისფრად ფლუორესცირებს.<sup>[160,169]</sup>

*Vibrio* გვარის ზოგიერთი წარმომადგენლისთვის, მყარ საკვებ არეზე გამრავლებისას, დამახასიათებელია პიგმენტის წარმოქმნა. მაგალითად, *V. fischeri* მოყვითალო-ნარინჯისფერ პიგმენტს წარმოქმნის, რომელიც კულტივირებიდან 3-4 დღეში შეინიშნება. *V. cholerae* და ასევე ზოგიერთი სხვა სახეობა მყარ საკვებ არეზე ყავისფერ პიგმენტს წარმოქმნის.

*Vibrio* გვარის თითქმის ყველა წარმომადგენელს ცხოველმყოფელობისთვის ესაჭიროება ნატრიუმის იონები და წყალბად-იონთა დაბალი კონცენტრაცია. ისინი კარგად მრავლდებიან, როდესაც pH=9 და წყალბად-იონთა უფრო დაბალი კონცენტრაციის დროსაც. მათთვის დამდუპველია მჟავა გარემო.

**3.2. კლინიკურად მნიშვნელოვანი *Vibrio* გვარის სახეობები.** კლინიკური მნიშვნელობის მქონე წარმომადგენლებს მიეკუთვნება *Vibrio* გვარის როგორც ჰალოფილური, ასევე არაჰალოფილური სახეობები. სხვადასხვა კვლევის შედეგად

გამოიყო და შესწავლილ იქნა კლინიკური მნიშვნელობის მქონე 11 სახეობა: *V. cholerae*, *V. mimicus*, *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, *V. cincinnatiensis*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*. [166] *Photobacterium (Vibrio) damsela* და *Grimontia (Vibrio) hollisae* ადრე *Vibrio* გვარს მიაკუთვნებდნენ, კვლევის შედეგად კი ახალ გვარში გააერთიანეს. [126,170]

**3.2.1. *V. cholerae*** მოღუნული ჩხირის ფორმის გრამ-უარყოფითი ბაქტერიაა, გააჩნია პოლარული შოლტი. *Vibrio cholerae* ადამიანში იწვევს დაავადება ქოლერას. *V. cholerae* ბინადრობს მტკნარ, მლაშე და მარილიანი წყლების პლანქტონში. სანაპიროზე ქოლერას აფეთქებები ხდება ზოოპლანქტონის აყვავების დროს, რაც მას ხდის ტიპურ ზოონისტად. ტოქსიგენური *V. cholerae*-ს არსებობა და მდგრადობა ესტუარიებსა და მტკნარ ბუნებრივ წყალსატევებში მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული (წყალსატევის ფიზიკო-ქიმიური მდგომარეობა, პლანქტონურ ორგანიზმებთან ასოციაცია და სხვ.) და ბოლომდე არ არის შესწავლილი. ცნობილია, რომ *V. cholerae* სტრესულ გარემოში გადადის არაკულტივირებად ფორმაში. ასეთ მდგომარეობაში მისი მეტაბოლური აქტივობა შემცირებულია და მორფოლოგიაც იცვლება (მცირდება უჯრედის ზომა, დნმ-სა და რნმ-ს რაოდენობა, სქელდება უჯრედის კედელი). თუმცა, ქოლერის მრავალრიცხოვანი ეპიდემიების გამოკვლევამ და *V. cholerae*-ს არაკულტივირებად უჯრედებზე მიკროკოსმების ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ სასურველ გარემო პირობებში მას შეუძლია დაუბრუნდეს საწყის, კულტივირებად მდგომარეობას და ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრისას კვლავ გამოიწვიოს დაავადება.

*V. cholerae*-ს კლასიფიკაცია დამყარებულია ანტიშრატთან აგლუტინაციაზე, (სომატური O ანტიგენები). სახეობები, რომლებიც აგლუტინაციას განიცდიან ანტი-O1-შრატთან, წარმოქმნიან O1 სეროჯგუფს. სახეობები, რომლებიც აგლუტინაციას არ განიცდიან ანტი-O1-შრატთან, წარმოქმნიან არა-O1 სეროჯგუფს. ორივე O1 და არა-O1 სეროჯგუფი შეიცავს სახეობებს, რომლებიც წარმოქმნიან ქოლერას ტოქსინს. O1 სეროჯგუფი შემდეგ დაიყო ორ ბიოტიპად: კლასიკური და El Tor (რაც ემყარება გარკვეულ ფიზიოლოგიურ და ბაქტერიოფაგურ მგრძობელობას) და სამ სეროტიპად: Inaba, Ogava და Hikojima, რაც დაფუძნებულია აგლუტინაციაზე სპეციფიურ ანტიშრატთან.

ფ. გოტმილიხმა 1906 წელს ელტორის საკარანტინო სადგურიდან კუჭ-ნაწლავის ინფექციით დაღუპულ ადამიანთა ნაწლავებიდან გამოყო 38 *Vibrio* შტამი. ექვსი მათგანი აგლუტინირდებოდა ქოლერის შრატით. მიუხედავად ავტორის დასაბუთებისა, რომ ეს შტამები კულტურისა და ანტიგენური თვისებებით ქოლერის ვიბრიონების მსგავსი იყო, ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით ისინი არ მიაკუთვნეს ქოლერას, რადგან არ დასტურდებოდა მათი ხანგრძლივი მატარებლობა. 1906 წელს ელტორის ვიბრიონებთან დაკავშირებულ კვლევებში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს მეცნიერებმა რ. კრაუსმა და ე. პრიბრამ, რომლებმაც ჩატარებული ცდების საფუძველზე ელტორის ვიბრიონებში მიუთითეს ჰემოტოქსინისა და ეგზოტოქსინის არსებობა, რაც იმ დროს მიღებული კრიტერიუმებით არაქოლერული ვიბრიონების მახასიათებლად ითვლებოდა. ამრიგად, ზემოთ აღწერილი შტამები მიაკუთვნეს არაქოლერულ ვიბრიონებს და ელტორის პარაქოლერული ვიბრიონები უწოდეს. ასეთმა მცდარმა გადაწყვეტილებამ მოგვიანებით ტრაგიკული შემთხვევები გამოიწვია. პარაქოლერა ელტორის პირველი მასშტაბური აფეთქება 1938 წელს სულავესის კუნძულზე დაფიქსირა. დაავადება ინფიცირებულთა 70%-ში ლეტალურად დასრულდა. 1962 წელს, როდესაც ქოლერა ელტორმა თითქმის მთელი მსოფლიო მოიცვა და პანდემიის სახე მიიღო, მსოფლიო ჯანდაცვის

ორგანიზაციის გენერალურმა ასამბლეამ ეს დაავადება კარანტინულად გამოაცხადა და მასზე საერთაშორისო სანიტარული წესები განავრცო. 1992-1993 წწ. ინდოეთისა და ბანგლადეშის [166] ეპიდემიის დროს გამოყოფილი სახეობები მიეკუთვნება ახალ სეროჯგუფს O139, სინონიმით “ბენგალი”. მათი იდენტიფიცირება შეიძლება მთელი რიგი O1 და არა-O1 სეროჯგუფების ბიოქიმიური ტესტებით, რომელსაც თან სდევს სეროლოგიური დადასტურება O139 შრატით. 2010 წლის იანვარში კუნძულ ჰაიტზე მომხდარი კატასტროფული მიწისძვრიდან მეათე თვეს (19 ოქტომბერი) პაციენტებმა საავადმყოფოებში მიმართეს წყლიანი დიარეისა და დეჰიდრატაციის სიმპტომებით. მეორე დღეს ოფოციალურად გამოცხადდა ქოლერის ეპიდემია. დაფიქსირდა 470 000 ქოლერას შემთხვევის შეტყობინება, ხოლო 6631 შემთხვევა მიეკუთვნა სასიკვდილოს. [43]

*V. cholerae* მწვავე დიარეულ დაავადებს იწვევს. იგი წარმოადგენს სამხრეთ აზიის, აფრიკისა და ლათინური ამერიკის ენდემურ სახეობას. *V. cholerae* განსაკუთრებით საშიში პათოგენების რიცხვს მიეკუთვნება. დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრის კლასიფიკაციით იგი მე-2 კატეგორიას განეკუთვნა. ქოლერის დაავადების გამომწვევი მიზეზი ამ მიკროორგანიზმით დაბინძურებული წყალი ან საკვებია. დაავადება განვითარებადი ქვეყნებისათვის არის დამახასიათებელი. ასეთ ქვეყნებში ქოლერის აფეთქებები ყოველწლიურად 120000-ზე მეტი ადამიანის სიცოცხლეს იწირავს. ცნობილია ქოლერას დიდი აფეთქებები ლათინურ ამერიკაში 1991 წელს, ინდოეთში 1992-1993 წლებში, გომასა და ზაირში - 1994 წელს, რომლის დროსაც 70000 დაავადების შემთხვევიდან 12000 ლეტალურად დასრულდა. ქოლერის ეპიდემიოლოგიიდან აღსანიშნავია, რომ დაავადებას *V. cholerae*-სთვის ენდემურ ადგილებში სეზონური ხასიათი აქვს. ინფიცირებულების მეტი წილი 1-5 წლის ბავშვებზე მოდის. ასევე, იცვლება ამ მიკრობის ანტიბიოტიკომრძობელობა და ეპიდემიური შტამების კლონების ნაირსახეობა. 1970 წელს ქოლერის ეპიდემიას ადგილი ჰქონდა ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზეც (ასტრახანი, ოდესა), რომელმაც გარკვეულ წილად საქართველოც მოიცვა (აჭარა). საქართველოს თბილი, სუბტროპიკული კლიმატი ხელსაყრელია ვიბრიონების გამრავლებისა და გავრცელებისათვის. მითუმეტეს, თუ გავითვალისწინებთ მსოფლიოში მიმდინარე გლობალური დათბობის ტენდენციას. 70-იანი წლების დასაწყისში საქართველოს ტერიტორიაზე ქოლერის 8 შემთხვევა იყო დაფიქსირებული, რომელთაგან ერთი ლეტალურად დასრულდა. ყველა ეს შემთხვევა O1 ჯგუფის ბიოტიპით - ელტორით იყო გამოწვეული.

დაავადება ქოლერა, რომელიც ცნობილია, როგორც აზიური ან ეპიდემიური ქოლერა, წარმოადგენს გასტროენტერიტს. დაავადების გამომწვევია ბაქტერიის ენტეროტოქსინი. [142,153,179] ადამიანებში გავრცელება ხდება ქოლერას ვიბრიონებით დაბინძურებული წყლითა და საკვებით. ქოლერას მთავარ რეზერვუარად მიჩნეული იყო ადამიანის ორგანიზმი, მაგრამ წყლის გარემოც შეიძლება წარმოადგენდეს რეზერვუარს. დაავადების სიმპტომებია დიარეა. თავიდან წყლიანი ყავისფერი სითხე, რომელიც სწრაფად იცვლება უფეროში. უფრო მწვავე შემთხვევების დროს მუდმივმა დიარეამ შეიძლება გამოიწვიოს ჰიპოვოლემიური შოკი და კოლაფსი 1-4 სთ-ში. მკურნალობაზე დამოკიდებულებით სიკვდილი შეიძლება დადგეს 12-18 საათიდან რამდენიმე დღეში. ქოლერა ერთ-ერთი ყველაზე სწრაფი ფატალური დაავადებაა. საინკუბაციო პერიოდი ინფექციიდან სიმპტომების გამოვლენამდე, ჩვეულებრივ, 24-72 სთ. სიმპტომების სიმწვავე დამოკიდებულია დოზაზე, რა რაოდენობის ბაქტერია მოხვდება ორგანიზმში. ინფიცირების დოზა შედარებით მაღალია ( $>10^8$ ). ბიკარბონატის ბუფერთან ერთად მიღებისას ინფიცირების დოზა შეიძლება შემცირდეს (დაახლოებით  $10^4$ ). დაავადების პრევენციისთვის გამოიყენება:

სასმელი და არასასმელი წყლის გასუფთავება ქლორით, ადუღება, სტერილიზაცია, ფილტრაცია. ბანგლადეშის ღარიბ სოფლებში არსებობს ქსოვილის ფილტრები. ზოგიერთ ქვეყანაში მიღებულია ვაქცინაცია. ქოლერის ეპიდემიის დროს ლაბორატორიული დიაგნოსტიკა უნდა ჩატარდეს ჯერ *V. cholerae* O1-ზე. თუ იგი არ აღმოჩნდება, შემდეგ *V. cholerae* O139-ზე.

**3.2.2. *V. mimicus*** არაჰალოფილური *V. cholerae*-ს მსგავსი მიკროორგანიზმია. შეუძლია გამოიწვიოს მწვავე გასტროენტერიტების სპორადული ეპიზოდები და ყურის ინფექციები. 1981 წელს დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრის მიერ შესწავლილი 21 შტამიდან 19 შტამი გამოიყო პაციენტებისგან, რომლებსაც აღენიშნებოდათ დიარეა და ორს - საშუალო ოტიტი. [164] *V. mimicus* ხასიათდება შემდეგი ბიოქიმიური თვისებებით: არის საქაროზა უარყოფითი და TCBS აგარზე იძლევა მწვანე შეფერილობას. ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია, მოიხმარს ციტრატს. არ ახდენს L-არგინინის დეჰიდროლიზირებას. *V. mimicus* წარმოქმნის ან აქვს გენეტიკური პოტენციალი წარმოქმნას ერთროულად რამდენიმე ტიპის ტოქსინი. [154]

**3.2.3. *V. Vulnificus*** იწვევს: პირველად სეპტიცემიებს, ჭრილობის ინფექციებსა და დიარეებს. ამერიკის შეერთებულ შტატებში *V. vulnificus* მძიმე ინფექციების გამომწვევია (ლუიზიანაში დაავადება შეადგენს 0.8:100000 წელიწადში). *V. vulnificus* ადრე მიაკუთვნებდნენ *V. parahaemolyticus*-ს, მაგრამ, ვინაიდან მის მიერ გამოწვეულ დაავადება განსხვავებულად მიმდინარეობს და ახდენს ლაქტოზას ფერმენტაციას, 1970 წელს დიფერენცირდა ცალკე სახეობად.

*V. vulnificus* კარგად მრავლდება წლის თბილ პერიოდში ნაკლებად მარილიან წყალში (NaCl-ის ოპტიმალური კონცენტრაცია არის 1%, ხოლო ზღვრული - დაახლოებით 6 %). *V. vulnificus* მიერ დაავადებების გამომწვევა ხდება მაისიდან ოქტომბრამდე ჩვეულებრივ სანაპირო რეგიონებში. დადგენილია, რომ ბაქტერია იწვევს ორ განსხვავებულ დაავადებას: სეფსისს ღვიძლის ქრონიკული დაავადებით და ჭრილობით ინფექციას. ზოგიერთი მკვლევარის თანახმად, *V. vulnificus* იწვევს გასტროენტერიტს, მაგრამ ეს ჯერჯერობით არ არის დამტკიცებული. ცხოველებზე ჩატარებული ცდების მიხედვით *V. vulnificus* ახასიათებს მაღალი ინვაზიურობა. [143,145] მას გააჩნია ვირულენტობის მრავალი ფაქტორი, მათ შორის: კაფსულა, რაც იცავს მას ფაგოციტოზისა და შრატის ბაქტერიოციდური მოქმედებისგან, ციტოტოქსინი - ჰემოლიზინი (განპირობებულია კანაგავას ფენომენით), კოლაგენაზა, ელასტაზა, ფოსფოლიპაზა და სიდეროფორამი. [69,79] თავებში *V. vulnificus* საშუალო სასიკვდილო დოზა მკვეთრად იზრდებოდა ორგანიზმში რკინის გაზრდილი შემცველობის დროს. წარმოდგენილი ფაქტი შესაძლებლობას იძლევა აიხსნას, თუ რატომ არიან ჰემოქრომატოზით დაავადებული ავადმყოფები განსაკუთრებით მგრძობიარენი *V. vulnificus* მიერ გამოწვეული დაავადებების მიმართ. *V. vulnificus* მიერ გამოწვეული საკვებიმიერი ინფექციები [144] ხასიათდებიან ყველაზე მაღალი ფატალური სიხშირით. [42,92] სეპტოცემიისა და გასტროენტერიტებისა გარდა, *V. vulnificus* იწვევს: პნევმონიას, [106] ოსტეომიელიტს, [174] სპონტანურ ბაქტერიულ პერიტონიტს, [78] თვალის ინფექციებს [55] და მენინგიტს. [105] ნაჩვენებია, რომ *V. vulnificus* ორგანიზმების რიცხვი გარემოში იზრდება გარემო ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. აშშ-ში *V. vulnificus* ინფექციების განხილვისას 96%-ს, რომლებსაც აღენიშნებოდათ პირველადი სეპტიცემია, სიმპტომების გამოვლენამდე 7 დღით ადრე მიღებული ჰქონდათ უმი ხამანწკები. [165] ასევე, მექსიკის ყურეში მოპოვებულ იქნა სრული ინფორმაცია ხამანწკების შესახებ და დადგინდა, რომ აღნიშნული ხამანწკების 89% შეგროვილი იყო ზღვის წყალში, როდესაც

ტემპერატურა აღემატებოდა 22°C. *V. vulnificus* ყველა კლინიკური სინდრომი უფრო ხშირია თბილი თვეების დროს.

**3.2.4. *V. parahaemolyticus*** არის მოღუნული ჩხირის ფორმის გრამ-უარყოფითი ბაქტერია. ბინადრობს მლაშე წყლებში.<sup>[102]</sup> იწვევს ზღვის პროდუქტებთან დაკავშირებულ გასტროენტერიტებს, ჭრილობათა ინფექციებს და სეპტიცემიას.<sup>[157]</sup> *V. parahaemolyticus* არის ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითი, ფაკულტატიური აერობი, არ წარმოქმნის სპორებს. *Vibrio* გვარის სხვა წარმომადგენლების მსგავსად მოძრავია, აქვს ერთი პოლარული შოლტი. იზრდება ზღვის წყალში, NaCl-ის 8-10 % კონცენტრაციის დროსაც. ახდენს ჰემოლიზს 7%-იან NaCl-ის შემცველ სისხლიან აგარზე (ე.წ. კანაგავას ფენომენი). იგი სხვა ვიბრიონების მსგავსად შლის ქიტინს.<sup>[104]</sup> გააჩნია ვირულენტური ფაქტორი ტიპი სამი სეკრეციის სისტემა-2 (TTSS2), რომელიც იცავს მიკროორგანიზმის მასპინძელს უფრო დიდი ორგანიზმებისგან. ვარაუდობენ, რომ ვირულენტურმა ფაქტორებმა ევოლუცია განიცადეს გარემოს სელექციის საშუალებით.<sup>[134]</sup> *V. parahaemolyticus*-ის მიერ გამოწვეული გასტროენტერიტი პირველად აღწერილი იქნა იაპონიაში 1953 წელს. დღევანდელი მონაცემების მიხედვით იაპონიაში ამ ბაქტერიით გამოწვეული კვებითი მოწამვლები შეადგენს 24 %.

*V. parahaemolyticus* პირველად იაპონიაში გამოყვეს ახალგაზრდა, ნახევარად გამომშრალი სარდინებით გამოწვეული გასტროენტერიტული აფეთქებისას,<sup>[45]</sup> რომლის დროსაც 20 ადამიანი დაიღუპა. *V. parahaemolyticus* გამოყოფს ენტეროტოქსინს ჰემოლიზინს. გამომდინარე იქიდან, რომ ინფექცია შესაძლოა გავრცელდეს ფეკალურ-ორალური გზებით, *V. parahaemolyticus* გამოწვეული მწვავე გასტროენტერიტების პრედომინანტურ მიზეზს წარმოადგენს ბაქტერიის მიღება უმი და მოუხარშავი ზღვის საკვებით, ჩვეულებრივ ხამანწკებით. საკვებით გამოწვეულ დაავადებებთან შედარებით ჭრილობისმიერი ინფექციები გვხვდება უფრო ნაკლებად. *V. parahaemolyticus* გამოწვეული დაავადების მექანიზმი არ არის სრულყოფილად ახსნილი. კლინიკური დაავადებების გამოწვევა<sup>[29]</sup> ძირითადად ხდება იმ შტამებისგან, რომლებიც შეიცავენ თერმოსტაბილურ პირდაპირ ჰემოლიზინის გენს (tdh) ან tdh-დაკავშირებულ ჰემოლიზინის გენს (trh) ან ორივეს ერთად. ეპიდემიები ხდება სანაპირო ზოლში ზაფხულის პერიოდში და ადრეულ შემოდგომაზე, როდესაც წყლის მაღალი ტემპერატურის გამო ბაქტერიების რაოდენობა იზრდება. დაავადება ვრცელდება ზღვის საკვებით, ძირითადად: სკუმბრია, თინუსი, სარდინი, კიბორჩხალა, კრევეტი, ხამანწკა და მოლუსკი. ინკუბაციის პერიოდს (დაახლოებით 24 საათი) მოყვება: წყლიანი დიარეა, გულისრევა, პირღებინება, აბდომინალური კრუნჩხვები და ხანდახან სიცხე. *V. parahaemolyticus* სიმპტომები ტიპურად წყდება 72 საათში, მაგრამ იმუნიტეტ დაქვეითებულ ინდივიდებში შესაძლებელია გაგრძელდეს 10 დღე. *V. parahaemolyticus* კვებითი ინფექციების შემთხვევების უმრავლესობა არის თვითღიმიტირებული, მკურნალობას არ საჭიროებს. მწვავე შემთხვევების დროს მკურნალობენ სითხისა და ელექტროლიტების მიღებით. გარდა ამისა, დაავადებულ, დაბინძურებულ ადგილებში ბანაობამ, მუშაობამ, ასევე ღია ჭრილობებმა შეიძლება გამოიწვიოს ყურებისა და თვალების ინფექციები. *V. parahaemolyticus* მასპინძლებია: *Clithon retropictus*, კრევეტი *Litopenaeus*, *Nerita albicilla*.<sup>[114]</sup>

1973 წლიდან 1998 წლამდე დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრისთვის სულ 40 ინფექციური აფეთქებაა ცნობილი.<sup>[53]</sup> აფეთქებების უმრავლესობა ხდება თბილ თვეებში. აშშ-ში 1997-1998 წლებში უკანასკნელი



აფეთქების მიზეზი იყო უმი მოლუსკების მოხმარება.<sup>[41,42,53,54]</sup> სავარაუდოდ, *V. parahaemolyticus* ინფეციური აფეთქებები გამოწვეული იყო წყლის ტემპერატურის დათბობით, რომლის შედეგადაც მოხდა *V. parahaemolyticus* რაოდენობის მომატება და შესაბამისად, ინფექციის შესაძლებლობის გაზრდაც.

**32.5. *V. Alginolyticus*** ადამიანის პათოგენი, ჰალოფილური მიკროორგანიზმია. *V. alginolyticus* აღწერეს 1973 წელს, როგორც ადამიანებში ინფექციის გამომწვევი სახეობა. <sup>[183]</sup> დღეისთვის ცნობილია, რომ იგი იწვევს ჭრილობების, ყურისა და თვალის ინფექციებს. *V. alginolyticus* სხვა სახეობებთან შედარებით უფრო მდგრადია მაღალი კონცენტრაციის NaCl-ის მიმართ და შეუძლია ზრდა 10%-ზე მეტი მარილიანობის პირობებში.<sup>[156]</sup> ყველაზე ხშირად გვხვდება ჭრილობითი ინფექციები, რომლებსაც ადგილი აქვს ჭრილობების ზღვის წყლით დაბინძურების შედეგად. არსებობს მძიმე შემთხვევებიც, მაგრამ უმეტესწილად, ინფექცია მიმდინარეობს ადვილად და სწრაფად განკურნებადია ანტიბაქტერიული თერაპიითა და ქირურგიული დამუშავებით. *V. alginolyticus* იწვევს კონიუქტივიტს. ჩვეულებრივ, სწრაფად იკურნება ტეტრაციკლინით. ხანდახან *V. alginolyticus* დაქვეითებული იმუნიტეტის ავადმყოფებში იწვევს სეფსისს. <sup>[141]</sup>

**32.6. *V. metschnikovii*** პირველად აღწერეს ნ. ფ. გამალეამ ოდესაში 1888 წელს.<sup>[121]</sup> ორგანიზმი გამოყვეს ქოლერის მსგავსი დაავადებით დახოცილი წიწილების კუჭ-ნაწლავებიდან და სისხლიდან. შემდეგ, ხელახლა აღიწერა 1981 წელს, როდესაც *V. metschnikovii* გამოყვეს პერიტონიტითა და ნაღვლის ბუშტის ანთებით დაავადებული 82 წლის პაციენტიდან. *V. metschnikovii* ფართოდ იქნა დახასიათებული 1988 წელს Farmer et al მიერ. ლიტერატურაში აღწერილია მდინარეებიდან, ჩამდინარე წყლებიდან, ხამანწკებიდან და კიბორჩხალებიდან გამოყოფილი შტამები. *V. metschnikovii*-ის სისტემური ინფექციის რამდენიმე შემთხვევა დაფიქსირდა საფრანგეთსა და ბრაზილიაში ფატალური შედეგით 1993 წელს. 1994 და 1996 წლებში *V. metschnikovii* გამოყოფილ იქნა პერუსა და ბრაზილიაში ბავშვებისგან, რომლებსაც აღენიშნებოდათ წყლიანი დიარეა. <sup>[52]</sup>

*V. metschnikovii* არის გრამ-უარყოფითი ოდნავ მოღუნული ბაცილა. *V. metschnikovii* აღმოჩენილია სხვადასხვა წყლის ბინადრებსა და ფერმის ცხოველებში. ადამიანებში *V. metschnikovii* მიერ გამოწვეული დაავადებები <sup>[52,100]</sup> საკმაოდ იშვიათია და ინფექციების გაურკვეველი ეპიდემიოლოგიით ხასიათდება. გადაცემის გზა ზოონოზურია. მსოფლიოში ადამიანიდან ადამიანზე გადაცემის სულ რამდენიმე შემთხვევაა ცნობილი. *V. metschnikovii* არის ფაკულტატური აერო-ანაერობული, კატალაზა დადებითი, ბაცილა, ვიბრიონების სახეობებისთვის დამახასიათებელი მოძრაობით. მას გააჩნია გამოკვეთილი ბიოქიმიური პროფილი.<sup>[67,121]</sup> სხვა ვიბრიონებისგან განსხვავებით არის ციტოქრომ C ოქსიდაზა რეაქციისა და ნიტრატის რედუქციის მიმართ უარყოფითი. მიკროორგანიზმის ზრდისთვის ნატრიუმის ქლორიდის მცირე რაოდენობაა საჭირო, რაც განასხვავებს მას *V. cholerae*-სგან. უხვად იზრდება რუტინულ საკულტივაციო არეებზე, წარმოქმის რა მონაცრისფერო, ბუნდოვან 2-3 მმ დიამეტრის კოლონიებს. იწვევს სრულ ჰემოლიზს სისხლიან აგარზე და ყვითელ კოლონიებს TCBS ფინჯნებზე, 36°C-ზე ინკუბაციისას 24 საათის განმავლობაში.

ცნობილია ორგანიზმის პათოგენურობა და სავარაუდო ვირულენტური ფაქტორები. *V. metschnikovii*-ში აღწერეს დიდი პლაზმიდა.<sup>[133]</sup> ასევე აღწერეს *V. metschnikovii*-ის ციტოლიზინ სპეციფიკურობა ჰემოლიზური თვისებებით. ინფექცია არის ზოონოზური და შეიძლება გაავრცელდეს კვებითი ჯაჭვის გზით.

**32.7. *V. fluvialis*** წყალში მცხოვრები მიკროორგანიზმია. პირველად გამოყოფილ იქნა მწვავე დიარეის მქონე ადამიანისგან ბაჰრეინის რესპუბლიკაში

1970 წელს ა. ლ. ფურნისისა და მისი კოლეგების მიერ. იწვევს ინფექციებს როგორც ადამიანებში, ასევე კიბოსნაირებში. [122] *V. fluvialis* ინფექციების დროს ბანგლადეშში დაავადდა 500 ადამიანი, რომელთა უმრავლესობა იყო ბავშვი.[83] პაციენტებს აღენიშნებოდათ დიარეა (სისხლიანი - 75%), პირღებინება (97%), მუცლის ტკივილი (75%), დეჰიდრატაცია (67%) და სიცხე (35%). *V. fluvialis* იშვიათად, იწვევს ჭრილობით ინფექციებს ან პირველად სეპტიცემიას.[76,173] ბიოქიმიური სპექტრის მიხედვით *V. fluvialis* არის ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითი და მოიხმარს ციტრატს. კოლონიები TCBS აგარზე იძლევა ყვითელ შეფერილობას. ზრდისთვის ესაჭიროება მარილი. მოიხმარს ნახშირწყლებს: საქაროზა, D-მანოზა, ლაქტოზა და L-არაბინოზა. ახდენს L-არგინინის დიჰიდროლიზირებას.

**3.2.8. *V. harveyi*** ბიოლუმინესცენცური, ჩხირის ფორმის, მოძრავი ბაქტერიაა. გააჩნია პოლარული შოლტი. ფაკულტატური ანაერობია, ჰალოფილური და შეუძლია ორივე: ფერმენტული და რესპირატორული მეტაბოლიზმის განხორციელება. ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია. არ მოიხმარს ციტრატს. ზრდისთვის საჭიროებს 6% NaCl. მოიხმარს ნახშირწყალ ლაქტოზას, არ მოიხმარს - L-არაბინოზას. ახდენს L-ლიზინის დეკარბოქსილირებას. არ გააჩნია L-არგინინ დიჰიდროლაზა და L-ორნიტინ დეკარბოქსილაზა. არ იზრდება 4°C-ზე და 35°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე. *V. harveyi* გვხვდება თავისუფლად მცხოვრები ორგანიზმის სახით ტროპიკული ზღვის წყლებში, ზღვის ცხოველების ნაწლავურ მიკროფლორასთან სიმბიონტის სახით. ადამიანებში იწვევს თვალის ინფექციებს, გასტროენტერიტებსა და მანათობელ ვიბრიოზებს. ამ უკანასკნელმა შესაძლოა ფატალური შედეგი გამოიწვიოს დაავადებულებში. *V. harveyi* ასევე წარმოადგენს ზღვის ცხოველების: მარჯანი, ხამანწკები, კრევეტები, კიბოსნაირები, ბარამუნდი, ჰალტუსი, და ზღვის ცხენების პირველად და ოპორტუნისტულ პათოგენს.[147] მის განმასხვავებელ თვისებას - ბიოლუმინესცენციას, აკონტროლებს გენების მცირე ჯგუფი - *lux* ოპერონი. ლუმინესცენცია ქიმიური რეაქციაა, სადაც ფერმენტი ლუციფერაზა ჟანგავს ორგანულ ნაერთს, როგორცაა აღდგენილი გრძელი ჯაჭვი და გარდაქმნის ფლავინის მონონუკლეოტიდს, შედეგად 490 ნმ-ზე გამოთავისუფლდება თავისუფალი ენერგია ლურჯ-მწვანე სინათლის ფორმით. *V. harveyi* იწვევს მანათობელ ვიბრიოზებს, დაავადება რომელიც გავრცელებულია კომერციული კრევეტების ფერმებში.[28] გარდა ამისა, ოკეანეში გასული გემებიდან აღებული სინჯების საფუძველზე ფიქრობენ, რომ *V. harveyi* არის “რძიანი ზღვების ეფექტის” გამომწვევი, რომლის დროსაც დამე ზღვისწყლიდან ჩანს ერთგვაროვანი ლურჯი ნათება. ზოგჯერ, ნათებას შეუძლია მოიცვას 16000 კმ<sup>2</sup>.

*V. harveyi*-ს ბაქტერიები კომუნიკაციას ამყარებენ კვორუმის გრძობის შედეგად, რათა გაუწიონ კოორდინაცია ბიოლუმინესცენციისა და ვირულენტური ფაქტორების წარმოქმნას. კვორუმის გრძობა პირველად შესწავლილ იქნა *Vibrio fischeri*-ში. *V. fischeri* იყენებს სინთაზას (LuxI) სახეობა სპეციფიკური აუტონდუცერის წარმოსაქმნელად, რომელიც უკავშირდება მონათესავე რეცეპტორს (LuxR) და არეგულირებს ექსპრესიაში ცვლილებებს. მიუხედავად მსგავსებისა, *V. harveyi* *V. fischeri*-სგან განსხვავებით არ შეიცავს LuxI/R კვორუმის გრძობის სისტემას. მას გააჩნია ჰიბრიდული კვორუმის გრძობის მიკროსისტემა. აუტონდუცერს ადგენს მემბრანასთან დაკავშირებული ჰისტიდინ კინაზას საშუალებით და ფოსფორის შრის გამოყენებით პოპულაციის ზომის შესახებ ინფორმაციას გარდაქმნის გენურ ექსპრესიაში.[33] მსგავსი ჰიბრიდული სისტემა ასევე აღმოჩენილია სხვა, როგორც გრამ-დადებით, ასევე გრამ-უარყოფით

ბაქტერიებში.<sup>[46,161,167]</sup> თუმცა, *V. harveyi* დიდი როლი ითამაშა, რათა მომხდარიყო ბაქტერიების სახეობათშორისი კომუნიკაციის ახსნა და შეფასება.

**3.2.9. *Grimontia (Vibrio) hollisae*** პირველად აღწერეს 1982 წელს. იწვევს სეპტიცემიასა და ჭრილობით ინფექციებს.<sup>[155]</sup> 16S რდნმ სეკვენირებითა და ფენოტიპური მონაცემების მიხედვით მოხდა *Vibrio hollisae* -ს სამი შტამის (LMG 17719(T), LMG 21416 და LMG 21538) გამოკვლევა. *V. hollisae* შტამებმა (GenBank/EMBL ნომერი AJ514909-AJ514911) გამოავლინეს 16S რდნმ თანმიმდევრობის 99.5%-ით მსგავსება, მაგრამ მხოლოდ 94.6%-ით იყვნენ მსგავსი უახლოეს ფილოგენეტიკურ მეზობელთან *Enterovibrio norvegicus*. 16S რდნმ თანმიმდევრობის მსგავსება *V. hollisae*-სა და *V. cholerae*-ს შორის იყო მხოლოდ 91%. წარმოდგენილი შედეგების საფუძველზე *V. hollisae* მოათავსეს ახალ გვარში *Grimontia* gen. nov. <sup>[170]</sup> სახელწოდება გვარს დაერქვა ფრანგი მიკრობიოლოგის პატრიკ გრიმონტის საპატივცემულოდ. ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია, არ მოიხმარს ციტრატს. არ შეიცავს ქულატინ ჰიდროლაზას. ზრდისთვის საჭიროებს 4-6 % NaCl. საქაროზა უარყოფითი. კოლონიები TCBS აგარზე იძლევა მწვანე შეფერილობას. მოიხმარს ნახშირწყლებს: D-მანოზა, ლაქტოზა და L-არაბინოზა. არ გააჩნია: L-არგინინ- დიჰიდროლაზა, L-ლიზინ- და L-ორნიტინ-დეკარბოქსილაზა. არ მოიხმარს საქაროზას.

**3.2.10. *Photobacterium (Vibrio) damsela*** ჰალოფილური ბაცილაა, რომელსაც ადრე *Vibrio* გვარს მიაკუთვნებდნენ (*Vibrio damsela*). დაკავშირებულია ზღვის გარემოსთან და პირველად გამოყვეს 1981 წელს ამავე სახელწოდების თევზის კანის წყლულიდან. <sup>[126]</sup> წარმოადგენს წყლულებისა და ჰემორაგიული სეპტიცემიის გამომწვევ პირველად პათოგენს ზვიგენების, დელფინებისა და ხამანწკების სხვადასხვა სახეობებში, როგორც ველურ ისე კულტივირებულ თევზებში. <sup>[60,62,88]</sup> აღნიშნულ პათოგენს შეუძლია ინფექციების გამოწვევა ადამიანებშიც. ძირითადად ადამიანების დასნებოვნება ხდება თევზებთან კონტაქტისას, ზღვის წყლითა ან ცხოველებით ექსპოზიციის დროს ან უმი ზღვისპროდუქტის მიღებისას. <sup>[24,27,109,138,181]</sup> ადამიანებში ზოგიერთ შემთხვევაში ინფექცია პროგრესირებს ძალიან მძიმე ნეკროზულ ფასციტში, შესაძლო ფატალური შედეგით. <sup>[48]</sup> *P. damsela* გამოყვეს ექვსი ადამიანის ჭრილობითი ინფექციებიდან. ექვსიდან ხუთ შემთხვევაში დაზიანება მოხდა მლაშე ან მომლაშო წყლებიდან.

*Grimontia (Vibrio) hollisae* გამოყოფილ იქნა ფეკალური კულტურებიდან ცხრა შემთხვევაში სხვა ნაწლავური პათოგენი არ გამოვლენილა. ცხრავე პაციენტს აღნიშნებოდა დიარეა და მუცლისმიერი ტკივილი. ერთ პაციენტს კი - სისხლიანი დიარეა. ცხრიდან ექვს პაციენტს ცნობილი იყო რომ ჰქონდა ნაჭამი უმი ზღვის პროდუქტი ავად გახდომამდე ხუთი დღით ადრე. წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით *Ph. (Vibrio) damsela* და *Grimontia (Vibrio) hollisae* გამოკვეთილი კლინიკური და ეპიდემიოლოგიური მახასიათებლების მქონე დაავადებების გამომწვევებია.<sup>[138]</sup> *Ph. (Vibrio) damsela* კოლონიები TCBS აგარზე იძლევა მწვანე შეფერილობას. ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია. არ შეიცავს ქულატინ ჰიდროლაზას. ზრდისთვის საჭიროებს 4-6 % NaCl. არ მოიხმარს ნახშირწყლებს საქაროზასა და L-არაბინოზას, ხოლო ლაქტოზა და D-მანოზა დადებითია. არ ახორციელებს L-ორნიტინის დეკარბოქსილირებას. ახდენს L-არგინინის დიჰიდროლიზირება და L-ლიზინის დეკარბოქსილირებას.

**3.2.11. *V. cincinnatiensis*** ბოლო დროს აღწერილი პათოგენია *Vibrio* გვარიდან. ეს ორგანიზმი გამოყოფილ იქნა პაციენტის თავზურგტვინის სითხედან და

სისხლიდან ცინცინატის უნივერსიტეტში 1986 წელს. [36] კოლონიები TCBS აგარზე იძლევიან ყვითელ შეფერილობას. იგი ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია. ზრდისთვის ესაჭიროება 6-8% NaCl. მოიხმარს ნახშირწყლებს: საქაროზა, D-მანოზა, L-არაბინოზა, ლაქტოზა. არ ახდენს L-არგინინის დიჰიდროლიზირებასა და L-ორნიტინის დეკარბოქსილირებას.

**3.3. ადამიანისთვის არაპათოგენური Vibrio გვარის სახეობები.** კვლევის შედეგად გამოიყო და იდენტიფიცირდა ადამიანისთვის არაპათოგენური Vibrio გვარის 9 სახეობა.

**3.3.1. V. natrie gens.** ისტორიული სახელები/სინონიმები: *Pseudomonas natriegen* [150] *Vibrio natrie gens*, [34] *Benecke a natrie gens*. [150,35] ზღვის ბინადარი გრამ-უარყოფითი ბაქტერიაა. პირველად გამოიყვეს მლაშე ჭაობის ტალახიდან. ჰალოფილური ორგანიზმია, ზრდისთვის სჭირდება დაახლოებით 2% NaCl. ნატრიუმის იონების არსებობა ასტიმულირებს მის ზრდას, იწვევს უჯრედული მემბრანის სტაბილიზაციას, მოქმედებს ნატრიუმ-დამოკიდებულ ტრანსპორტის გზასა და მოძრაობაზე. ოპტიმალური პირობების დროს, როდესაც ყველა საკვები მომარაგებულია *V. natrie gens* გაორმაგების დრო შეიძლება იყოს 10 წუთი. *V. natrie gens* ჩვეულებრივ გვხვდება ესტუარიების ტალახშიც.

**3.3.2. V. pelagi us** ისტორიული სახელები/სინონიმები: *Benecke a pelagi a* (Baumann et al. 1971), [35] *Listonella pelagi a* (McDonell და Colwell, 1985). გამოყოფილია ჰავაის სანაპიროს ზღვისწყლიდან. პათოგენურობა არ არის ცნობილი. ბიოქიმიური ნიშან-თვისებების მიხედვით: ციტოქრომ C ოქსიდაზა დადებითია, მოიხმარს ციტრატს, ზრდისთვის საჭიროებს NaCl-ს. ახდენს D-გლუკოზის ოქსიდაციასა და ფერმენტაციას, ნახშირწყლებიდან მოიხმარს D-მანოზას. [64]

**3.3.3. V. nereis** ისტორიული სახელი/სინონიმი: *Benecke a nereida*. გრამ-უარყოფითი, სწორი ჩხირებია, მოძრაი. მყარ ნიადაგზე არ არიან წარმოდგენილნი ლატერალური შოლტებით. არ ახასიათებთ ლუმინესცენცია. შეუძლიათ ზრდა 1%, 6%, 8% და იშვიათად, 10% NaCl-ის შემცველ საკვებ ბულიონში. არ იზრდებიან 0% და 12% NaCl-ის შემცველ საკვებ არეზე. ზრდის ტემპერატურაა 20-35°C. გამოყოფილია ჰავაის ნაპირის ზღვის წყლიდან. მგრძობიარეა O/129 ვიბრიოსტატიკური აგენტის მიმართ (10 და 150 მკგ). გამოყოფილ იქნა ზღვის კაპარტინების (*Acanthopagrus schlegali*) ფატალური ინფექციების ეპიდემიების დროს დასავლეთ იაპონიის ინკუბატორებიდან, მაგრამ პათოგენურობა არ დამტკიცებულა. [58,80]

**3.3.4. V. nigripulchritudo** ზღვის კრევეტების ფერმებში იწვევს ვიბრიოზსა ბაქტერიულ ინფექციებს. *V. nigripulchritudo* წარმოადგენს კრევეტების *Litopenaeus stylirostris* მეურნეობების პათოგენს ახალ კალედონიაში, ინდოეთისა და წყნარ ოკეანეთში. მიკროორგანიზმის პათოგენურობის მოლეკულური დეტერმინანტები უცნობია, თუმცა მოლეკულურ-ეპიდემიოლოგიურმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ახალი კალედონიიდან გამოყოფილ *V. nigripulchritudo* პათოგენურ იზოლატებს გააჩნიათ პატარა პლაზმიდა pB1067, ასევე შეიცავს დიდ პლაზმიდას pA1066, რომელიც წარმოადგენს ვირულენტურ ფაქტორს. [119] აგრეთვე, შესწავლილია კრევეტების წყალსატევის სედიმენტები სიკვდილიანობის ეპიდეფოტქებამდე და შემდეგ. გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ სედიმენტები შეიცავდნენ პათოგენურ *V. nigripulchritudo*. [176] ბიოქიმიური სპექტრის მიხედვით *V. nigripulchritudo* ახდენს ციტრატის მოხმარებას, D-გლუკოზის ოქსიდაციასა და ფერმენტაციას.

**3.3.5. V. orientalis** პირველად გამოიყო ჩინეთში ყვითელი ზღვიდან და აღწერილ იქნა როგორც მანათობელი ბაქტერია. მოიხმარს ციტრატს და

ნახშირწყლებს: საქაროზასა და D-მანოზას. ასევე, ახდენს D-გლუკოზის ოქსიდაციასა და ფერმენტაციას. იზრდება 6-8% NaCl შემცველ საკვებ ნიადაგზე. არ ახდენს L-ორნიტინის დეკარბოქსილირებას. [58,80]

**3.3.6. V. fischeri** ბიოლუმინესცენტიური ბაქტერიების სახეობის წარმომადგენელია. ხშირად სიმბიოზურ ურთიერთობაშია ზღვის ცხოველებთან.[129] *V. fischeri*-სთვის მასპინძელ პოპულაციას წარმოადგენს ჰავაური კალმარი (*Euprymna scolopes*). *V. fischeri* უჯრედები სიმბიოზურად კოლონიზდება კალმარის სინათლის ორგანოში. სახელი დაერქვა გერმანელი მიკრობიოლოგის ბერნანდ ფიშერის საპატივცემულოდ.[63] პლანქტონური *A. fischeri* ძალიან მცირე რაოდენობით (დადგენა თითქმის შეუძლებელია) გვხვდება ყველა ოკეანეში. განსაკუთრებით ზომიერ და სუბტროპიკულ წყლებში. თავისუფლად მცხოვრები *A. fischeri* წყალში ორგანულ მასალებზე არსებობს. მაღალი კონცენტრაციით სიმბიოზურად გვხვდება გარკვეულ ღრმა წყლების ცხოველებზე სპეციალური სინათლის ორგანოში, ან წარმოადგენენ ზღვის ცხოველების ნორმალური ნაწლავური მიკროფლორის ნაწილს. ბიოლუმინესცენცია წარმოიქმნება *lux* ოპერონის შემცველი ცილების სერიების ექსპრესიის შედეგად. *V. fischeri* გენომის 61.6% ადენინ-თიმიინით მდიდარია. შეიცავს ორ წრიულ ქრომოსომას. არის ოქსიდაზა დადებითი. უჯრედის კედლის გარეთა მემბრანა შედგება ლიპოპოლისაქარიდებისგან, პეროპლაზმური სივრცე – პეპტიდოგლიკანური შრისგან, ხოლო შიგნით არის ციტოპლაზმური მემბრანა.

კოლველმა და მორიგამ აღწერეს ზღვის ფსიქროფილების გამოყოფა და დახასიათება, რომლებიც აღმოჩნდნენ *V. fischeri*. 1970 წელს მოხდა რა ვიბრიონებისა [30] და მანათობელი ბაქტერიების [50] დაწვილებით შესწავლა, დადასტურდა, რომ ორგანიზმი ცნობილი, როგორც *Photobacterium fischeri* Beijerinck მართებულად შედიოდა *Vibrio* გვარის შემადგენლობაში, რომელშიც ის 1896 წელს გააერთიანეს ლეიპმანმა და ნეუმანმა.[123] ხსენებული კვლევების დროს აღმოაჩინეს მსგავსება *V. fischeri* შტამებსა და წარმოდგენილ *V. fischeri* ნეოტიპს შორის და შემოთავაზებულ იქნა მოსაზრება რომ *V. fischeri* გაერთიანებულიყო *V. fischeri*-ში. [74]

**3.3.7. V. campbellii.** სინონიმი: *Beneckea campbellii* Baumann et al. 1971 წ. (დამტკიცებული სია 1980 წ.). ზღვის ბაქტერიაა. სახელი დაერქვა ამერიკელი ბაქტერიოლოგის ლ. ლ. კამპბელის საპატივცემულოდ. მჭიდროდ უკავშირდება სახეობას *V. harveyi*. წყლის ორგანიზმებში აღმოცენებად პათოგენს წარმოადგენს.[146] კვორუმის გრძნობა საშუალებას აძლევს ბაქტერიას მოახდინოს კომუნიკაცია ავტონდუქტორებით, რაც წარმოადგენს სეკრეტირებულ ქიმიურ სასიგნალო მოლეკულებს. ზოგიერთი შტამი ცნობილია როგორც არალუმინესცენტიური. ვარაუდობენ, რომ არალუმინესცენტიური შტამები ლუმინესცენტიურ შტამებთან შედარებით ნაკლებ ვირულენტურია. *V. campbellii* (Lux\_Vc)-დან გამოყვეს ახალი ლუციფერაზა, რომელიც *V. harveyi*-დან გამოყოფილი Lux\_Vh-ის მსგავსია, მაგრამ თერმოდინამიკურად უფრო სტაბილურია, რედუცირებული FMN- ის შედეგად.[140] *V. campbellii*-ის ზოგიერთი შტამი მიქსოტროფულია, უფრო სწორად, ფოტო(ორგანო)ჰეტეროტროფი. განიხილება, რომ აღნიშნული ტიპი *Vibrio* გვარში იშვიათ ფენოტიპს წარმოადგენს. ვარაუდობენ, რომ იგი გამოწვეულია ადაპტაციის პროცესში ლატერალური გენების გადაცემის ექსპლუატაციით.

**3.3.8. V. splendidus** ისტორიული სახელი/სინონიმი: *Beneckea splendida* (Reichelt et al.) ბიოლუმინესცენტიური ბაქტერიაა. გააჩნია პოლარული შოლტი. ოპტიმალური

ზრდისთვის საჭიროებს ნატრიუმის ქლორიდს. ბუნებაში ქემოორგანოტროფია, ენერჯისა და ნახშირბადის წყარო ორგანული ნაერთებია. მეტაბოლიზმი ფაკულტატურად ფერმენტულია. ატფ-ს სინთეზს ახდენს აერობული სუნთქვით, ჟანგბადის არსებობისას, მაგრამ შეუძლია გადაერთოს ფერმენტაციაზე, როდესაც ჟანგბადი არ არის.<sup>[169]</sup> *V. splendidus* წარმოადგენს დომინანტური კულტივირების უნარის მქონე ვიბრიოს, რომელიც გვხვდება ზღვის ნაპირის ნალექებში, ზღვის წყალსა და ორსაგდულიან ორგანიზმებში.<sup>[120]</sup> *V. splendidus* პლანქტონური სახეობები გვხვდება ოკეანის ეკოსისტემებში. ასევე გვხვდება სახეობები, რომელთა კულტივირებაც შესაძლებელია ლაბორატორიულ პირობებში. *V. splendidus*-ის შტამები გამოსცემენ ბიოლუმინესცენციას, რომლის დანახვაც ძალიან მაღალი კონცენტრაციის დროსაა შესაძლებელი. გამოკვლევამ აჩვენა, რომ *V. splendidus* და *V. harveyi* იმდენად მჭიდრო ურთიერთკავშირში არიან, რომ *V. harveyi* საიტსპეციფიკური ზონდი ასევე ახდენს *V. splendidus*-თან ჰიბრიდიზაციას. თუმცა ნამდვილი ფილოგენეტიკური კავშირი ამ ორ ორგანიზმს შორის ჯერ კიდევ უცნობია. <sup>[136]</sup>

ზოგადად მიღებულია, რომ ზღვის ცხოველების დაახლოებით 90% გამოსცემს ბიოლუმინესცენციის გარკვეულ ნაირსახეობას. მხოლოდ ეს ფაქტი გვიჩვენებს, თუ რამდენად დიდი რაოდენობით შეიძლება იყვნენ გავრცელებულნი ეს ორგანიზმები წყლის ეკოსისტემებში. გამოცემულ ბიოლუმინესცენციას დიდი სარგებელი მოაქვს სხვადასხვა ცხოველისთვის, რომელიც აირჩევს ამ მიკროორგანიზმთან ასოციაციას.<sup>[49]</sup> არსებობს ვარაუდი, რომ ბიოლუმინესცენცია შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც მსხვერპლის მისაზიდი საშუალება. *V. splendidus*-ის მიერ გამოცემული ბიოლუმინესცენცია წარმოადგენს სინათლის წყაროს, რაც აძლევს ცხოველს საშუალებას დაინახოს საგნები, რომლებიც ასხივებენ გარკვეული ტალღის სიგრძის სინათლეს. ჯერ კიდევ გაურკვეველია, ამ ორგანიზმების სხვა ფუნქცია ზღვის გარემოში. არსებობს ჰიპოთეზა, რომ *Vibrio splendidus*-ის მეტალის პროტეაზას გენი *Vsm* პირდაპირ მონაწილეობს მის ტოქსიკურ მოქმედებაში ხამანწკებში. ასევე აღმოჩნდა, რომ *V. splendidus* ზღვის გარემოში ვიბრიოზის გამომწვევია.<sup>[136]</sup> ვიბრიოზი ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა და ჩვეულებრივ გვხვდება წყალმქსერ წყლებში ზაფხულის შუა და ბოლო თვეებში. ვიბრიოზით დაავადებული ზღვის ცხოველების მიღების შედეგად ვიბრიოზი ადამიანშიც შეიძლება გავრცელდეს. ადამიანებში იწვევს საკვებისმიერი მოწამვლის მსგავს სიმპტომებს: გულის რევა, პირღებინება, მუცლის კრუნჩხვები და შეცივება. <sup>[101]</sup>

## თავი 4. გვარი AEROMONAS

**4.1. Aeromonas გვარის ზოგადი დახასიათება.** *Aeromonas* გვარი მიეკუთვნება *Aeromonadaceae* ოჯახს. აერომონასები გრამ-უარყოფითი, ფაკულტატური ანაერობული ჩხირებია. მორფოლოგიურად გვანან *Enterobacteriaceae* ოჯახს. აერომონასები მიკრობული ბიოსფეროში ფართოდ არიან გავრცელებულნი. ფაქტიურად, მათი გამოყოფა შესაძლებელია გარემოს ყველა ნიშიდან, სადაც კი ბაქტერიული ეკოსისტემები არსებობს. იგი გავრცელებულია შემდეგ ორგანიზმებში: წყალში მცხოვრები ორგანიზმები, თევზები, შინაურ ცხოველები, უხერხემლო სახეობები, ჩიტები, ტკიპები და მწერები. ადრეულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ ადამიანის ინფექციების უმრავლესობას (2>85%) იწვევს აერომონასების სამი სახეობა (*A. hydrophila*, *A. caviae*, და *A. veronii*). კლინიკურად მსგავსი სურათია გარემოს უმეტეს სინჯებში, *A. salmonicida* წარმოადგენს პრედომინანტურ სახეობას თევზებსა და წყლის ნიმუშებში. ზოგიერთი კვლევის მიხედვით, ნაკლები სისშირით აღრიცხული სახეობები აღმოჩნდა პრედომინანტური გარემოს სინჯებში, მაგალითად, *A. schubertii* - ორგანულ ბოსტნეულში. ზოგიერთი აერომონასი იწვევს ნაწლავურ და არანაწლავურ ინფექციებს (Janda 2001). ნაწლავური ინფექციები მნიშვნელოვნადაა დაკავშირებული კლინიკური გამოვლინებების მრავალფეროვნებასთან და მოიცავს დიარეის ტიპებს, ინკუბაციურ პერიოდებსა და დაავადების ხანგრძლივობას (Janda and Duffey 1998). დიარეის მქონე პაციენტებიდან გამოყოფილი აერომონასების იზოლატების 85%-დან ყველაზე ხშირად გამოიყოფა: *A. caviae*, *A. veronii* და *A. hydrophila* (Janda and Abbot 1998).

1943 წლიდან, როდესაც შეიქმნა აერომონასების გვარი, 1970 წლამდე აერომონასები ბიოქიმიური თვისებების საფუძველზე უხეშად იყოფოდა ორ მთავარ ჯგუფად.<sup>[95]</sup> მეზოფილური ჯგუფი (ტიპური წარმომადგენელი - *A. hydrophila*) შედგებოდა მოძრავი იზოლატებისგან, იზრდებოდნენ 35-37°C-ზე და იწვევდნენ ადამიანში სხვადასხვა ინფექციებს. მეორე ჯგუფი - ფსიქროფილური შტამები - იწვევდნენ დაავადებებს თევზებში, არ იყვნენ მოძრავი, ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურა იყო 22-25°C. ჯგუფის შემადგენლობაში შედიოდა *A. salmonicida*.

1970 წლებიდან დაწყებული 10 წლის განმავლობაში პასტერის ინსტიტუტი პარიზში, დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრი ანტალტაში და ვოლტერ რიდის კვლევითი ინსტიტუტი ვაშინგტონში სათავეში ჩაუდგნენ მეზოფილური ჯგუფის აერომონასების ხელახლა განსაზღვრას, დნმ-ის ნათესავობის გამოკვლევის საფუძველზე. დნმ-ჰიბრიდიზაციის კვლევებმა აჩვენა, რომ აღიარებული მეზოფილური სახეობები (*A. hydrophila*, *A. sobria* და *A. caviae*) შედგებოდნენ მრავალი ჰიბრიდიზაციული ჯგუფისგან. მოხდა ჰიბრიდიზაციული ჯგუფების დანომვრა. მოგვიანებით, როდესაც ჯგუფებს შორის ფენოტიპური მარკერების საშუალებით აშკარა განსხვავება დადგინდა, შემოთავაზებულ იქნა ახალი სახეობები: *A. trota*, *A. schubertii* და *A. jandaie*.<sup>[39]</sup>

2002 წლის შემდეგ აღწერეს აერომონასების შვიდი ახალი სახეობა. მიუხედავად იმისა, რომ აერომონასების გვარში დღემდე არსებობს 24 დასაბუთებული, გამოქვეყნებული სახეობა, ბერჯის სისტემატური ბაქტერიოლოგიის მეორე გამოცემის მიერ აღიარებულია გაცილებით ნაკლები.<sup>[130]</sup> ბერჯისა და ინტერნეტში გამოქვეყნებულ მონაცემების მიხედვით სახეობების რაოდენობებს შორის განსხვავების მიზეზები შემდეგია: უკანასკნელ წლებში

ახალი ტაქსონების აღწერა, ზოგიერთი ახლად აღწერილი სახეობის ეპითეტის არაღივიტიმურობა ან უკვე გამოქვეყნებული სახეობის ჰეტეროტიპური სინონიმი.

კოლველის დაკვირვებების [51] სისწორე და ადრინდელი კლასიფიკაციის არამართებულობა 15 წელზე მეტია რაც დამტკიცდა, რომლის თანახმადაც, აერომონასები შედიოდნენ *Vibrionaceae* ოჯახის შემადგენლობაში. მრავალმა საერთაშორისო კვლევამ, 16S რ-დნმ-ს გენური თანმიმდევრობის ანალიზზე დაყრდნობით, აჩვენა, რომ აერომონასის გვარის წარმომადგენლები *Gammaproteobacteria* კლასში ქმნიან განსხვავებულ ხაზს და არსებობს საკმარისი საფუძველი მათ მიენოჭოს ახალი ოჯახის სახელწოდება.<sup>[131,158,182]</sup> ამჟამინდელ ბერჯის სიაში *Aeromonadaceae* ოჯახის შემადგენლობაში შედის სამი გვარი: *Aeromonas*, *Oceanimonas* და *Tolumonas*.<sup>[130]</sup>

აერომონასების გვარი ამჟამად შედგება 17 სახეობისგან (Janda და Abbott 1998; pidiyar et al. 2002; Harf-Monteil et al. 2004; Manana-Galbis et al. 2004a). აღსანიშნავია, რომ ლიტერატურაში *A. sobria* მოცემული სახელწოდებით აღარ გვხვდება.<sup>[82,117,180]</sup> პუბლიკაციებში უკვე მოიხსენიება, როგორც *Aeromonas sobria sensu stricto* და წარმოადგენს პოპოფისა და ვერონის მიერ 1976 წელს აღწერილ ორგანიზმებს.<sup>[151]</sup> “*Aeromonas punctata*” და *A. caviae*, ასევე, ერთი და იგივე ორგანიზმებია.

აერომონასებში შესწავლილ იქნა ვირულენტური ფაქტორები: პილები, შოლტი და S-შრე (Kuijper et al. 1989; Kirov et al. 200, Janda 2001). მიუხედავად ამისა, აერომონასის გვარის ვირულენტობა მწირად არის შესწავლილი. არ არსებობს ცალკეული ვირულენტური ფაქტორი, რომელიც პასუხისმგებელია დაავადების კონკრეტულ სიმპტომზე ან სტადიაზე. ნაწილობრივ, ეს წარმოადგენს ურთიერთსაწინააღმდეგო ექსპერიმენტულ შედეგებს, ისევე როგორც აერომონასთან დაკავშირებული დაავადების გამომწვევის მრავალფუნქციური ბუნების შედეგს. მიმდინარეობს აერომონასების მრავალი ვირულენტური ფაქტორის არსებობის კვლევა. მაგალითად, სასმელი წყლიდან გამოყოფილ აერომონასის იზოლატებში შემოწმდა ექვს ვირულენტობასთან დაკავშირებული გენების განაწილება, რომლებიც აკოდირებენ: ელასტაზას, ლიპაზას, პოლარულს შოლტებსა და სამ ენტეროტოქსინს (Sen and Rodgers 2004). აერომონასების პათოგენეზში მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ციტოტონური ენტეროტოქსინები Ast და Alt (Chopra et al. 1996; Albert et al. 2000; Sha et al. 2002) და *act* გენის მიერ კოდირებული ციტოტოქსინი (Xu et al. 1998). როგორც ჩანს, აერომონასების სხვადასხვა ტოქსინებს შორის აეროლიზინის/ჰემოლიზინის ჯგუფი (რომელიც მოიცავს Act ტოქსინს) პათოგენეზში კვლავ რჩება ყველაზე მნიშვნელოვან ფაქტორად (Martin-Carnahan და Joseph 2005). აღნიშნული ტოქსინები მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია გენეტიკური რეპერტუარის მოლეკულურ-ეპიდემიოლოგიურ კვლევაში. დამატებით, ლატერალური შოლტები, რომლებსაც კოდირებს *laf* გენური კლასტერი, მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ მოძრაობასა და ბიოფილმების ფორმირებაში (Gavin et al. 2002; Kirov et al. 2002), ასევე შეადგენენ პოტენციურ კოლონიზაციის ფაქტორს. *laf* გენების დეტექცია მნიშვნელოვანია ვირულენტური გენების თანამედროვე მოლეკულური კვლევა მოიცავს *laf* გენების დეტექციას და მათ პოტენციურ ზემოქმედების შესწავლას ცხოველებში ვირულენტობის მოდელზე.

აერომონასები გამოყოფილია შემდეგი ადგილებიდან: მდინარეები, ტბები, წყალსატევები, ზღვისწყალი (ესტუარიები), სასმელი და გრუნტის წყალი, ასევე, ჩამდინარე წყლების დამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე. მტკნარიწყლების *Aeromonas* სახეობები შესაძლებელია შეგვხვდეს ოკეანის ეპიპელაგიურ შრეში (<200მ), ყველაზე ხშირად კი - ესტუარიებში თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების ან



კიბოსნაირებთან ასოციაციების სახით. ესტუარიები იდეალურ გარემოს წარმოადგენენ აერომონასებისთვის, რადგანაც ოკეანის უფრო ღრმა (ფსკერი) არეებთან შედარებით მარილიანობა მნიშვნელოვნად დაბალია.

**4.2. აერომონასების მიერ გამოწვეული თევზის დაავადებები.** ცნობილია თევზის დაავადებების გამომწვევი ორი ძირითადი ჯგუფი. *A. salmonicida sensu stricto* თევზებში განსაკუთრებით, ორაგულებში იწვევს ფურუნკულოზს. დაავადებას აქვს სხვადასხვა გამოვლინება. მწვავე გამოვლინებას, რომელიც ხასიათდება სეპტიცემიით, თან სდევს ფარფლების ძირში სისხლჩაქცევები და მელანოზი. ასევე არის ქრონიკული გამოვლინება უფრო ხანდაზმულ თევზებში და მოიცავს: ლეთარგიას, მცირე ეგზოფთალმიასა, სისხლჩაქცევებს კუნთებსა და შინაგან ორგანოებში. მეზოფილური სახეობები (*A. hydrophila* და *A. veronii*) იწვევენ მსგავს დაავადებებს თევზებში და ხასიათდებიან: მოძრავი *Aeromonas* სეპტიცემიით (ჰემორაგიული სეპტიცემია) კობრში, თელაპიაში, ქორჭილასა და ორაგულში, წითელი ყელის დაავადება - ქორჭილასა და ორაგულში, ხოლო წყლულოვანი დაავადებებით - სხვადასხვა თევზებში. მეზოფილური სახეობებიდან ყველაზე ცნობილი *A. hydrophila* მსოფლიო მასშტაბით თევზების დიდი რაოდენობით დახოცვას და უზარმაზარ ეკონომიკურ ზარალს იწვევს. მაგალითად; წმ. ლოურენსის მდინარეში დაიხოცა 25000 ჩვეულებრივი კობრი, 2002 წელს ინდონეზიაში 820 ტონა ოქროს თევზი, რამაც შეადგინა 37.5 მილიონი დოლარის დანაკარგი. გამოწვეულ დაავადებებში აერომონასები წარმოადგენენ ან ცალკეულ ფაქტორებს ან კოფაქტორებს, იწვევენ რა ინვაზიურ ინფექციებს დაქვეითებული იმუნიტეტის მქონე თევზებში, ქვირილობისას, გარემოს მაღალი ტემპერატურის ან წყლის დაბალი დონის დროს.

**4.3. *Aeromonas* სასმელ წყალსა და საკვებში.** *Aeromonas* სახეობები სასმელ წყალში შესაძლოა სხვადასხვა კონცენტრაციით იყვნენ წარმოდგენილნი. ისინი ყოველთვის დაკავშირებული არიან დაავადებებთან: გასტროენტერიტები, სეპტიცემია, დაქვეითებული იმუნიტეტის პაციენტების ქრონიკული ექსპოზიცია. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის სასმელი წყლის სახელმძღვანელოს სიაში *Aeromonas* მესამე ადგილზეა.<sup>[178]</sup> 1998 წელს გარემოს დაცვის სააგენტომ *A. hydrophila* მოათავსა “სასმელი წყლის დამაბინძურებელ კანდიდატთა სიაში”.<sup>[59]</sup> სამომხმარებლო ნდობის ანგარიშების კანონი ავალდებულებს საზოგადოების სასმელი წყლით მომარაგების სამსახურებს მოახდინონ შეტყობინება ისეთი დაურეგულირებელი დამაბინძურებლების გამოვლენის შემთხვევაში, როგორც არიან აერომონასები. ანგარიშები სავალდებულოა შეივსოს ყოველწლიურად.<sup>[172]</sup> ცნობილია, რომ აერომონასებს ვიბრიონების მსგავსად, შეუძლიათ იყვნენ სიცოცხლიუნარიანი არაკულტივირებად მდგომარეობაში.

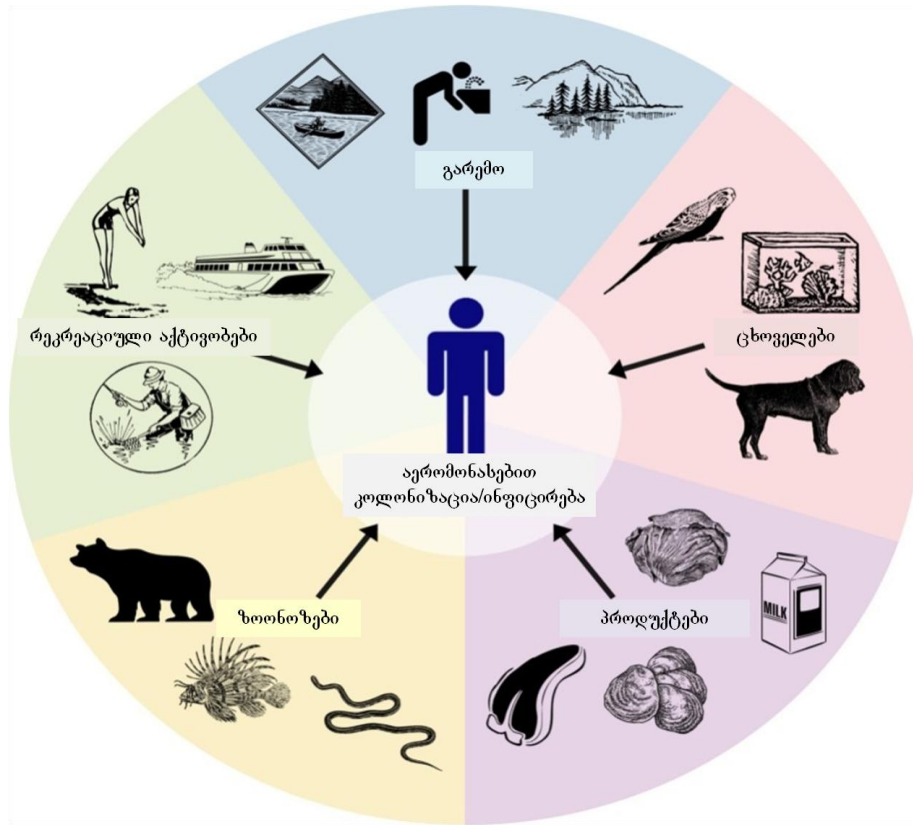
აერომონასების გამოყოფა შესაძლებელია როგორც ხერხემლიანებისგან, ასევე უხერხემლოებისგან (მწერები). არსებობს მონაცემები, რომლებიც ადასტურებენ აერომონასების გადაცემას ხერხემლიანების (მაგალითად, გველი) ნაკბენიდან ადამიანზე. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ აერომონასების გამოყოფა ხდება ჯანმრთელი ცხვრის, მსხვილფეხა საქონლისა და ცხენების კუჭ-ნაწლავის შიგთავსიდან, სისშირე მერყეობს 5-10%-ის ფარგლებში. აერომონასებს შეუძლიათ სხვადასხვა სერიოზული დაავადებების გამოწვევა როგორც ცივისსხლიან, ისე თბილსისხლიან ცხოველებში. მაგალითად, *Aeromonas* იწვევს წყლულოვან სტომატიტს - გველებსა და ხვლიკებში, დაავადებას “წითელი ფეხი” - მყვარებში, სეპტიცემიას - ძაღლებში და სეპტიკურ ართრიტს - ხბოებში. *Aeromonas*-ის სახეობები იწვევენ სხვადასხვა ინფექციურ დაავადებებს სელაპებში და სემინალურ ვეზიკულიტს ხარებში. მონაცემების შეჯამების

შედგება დადგინდა, რომ გარემოს მიკრობულ სამყაროში ცხოველები წარმოადგენენ აერომონასის სახეობებთან გავრცელებისა და გაცვლის რეზერვუარს.

*Aeromonas*-ის სახეობების შემცველი საკვებისა და წყლის მოხმარების არაპირდაპირი შედეგია ადამიანის კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში აერომონასების კოლონიზაცია. ბოლო 20 წლის განმავლობაში სუპერმარკეტებიდან და საცალო მაღაზიებიდან მიღებულ პროდუქტებში აერომონასების კონცენტრაციისა და სისშირის დასადგენად მრავალი კვლევა ჩატარდა.<sup>[87]</sup> მიუხედავად იმისა, რომ ანალიზის მეთოდები, სელექტიური და გამდიდრებული ნიადაგების გამოყენება, კომერციული პროდუქტების ტიპი და წყარო იცვლებოდა კვლევიდან კვლევაში, გამოკვლევის შედეგად შეგროვებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ აერომონასები გავრცელებულები არიან ყველა სახის საკვებში გეოგრაფიული წარმოშობისა და მიუხედავად. პალუმბომ და სხვებმა აღმოაჩინეს,<sup>[149]</sup> რომ აერომონასის იზოლატები არსებობდნენ ყველა ტესტირებულ საკვებში: ხდვის პროდუქტები, უმი რძე, წიწილა, ხორცეული (ცხვარი, ხბო, ღორი). საწყისი რაოდენობა ამ პროდუქტებში მერყეობდა  $10^2$ - $10^5$  CFU/გ ფარგლებში 5°C-ზე. მაცივრის ტემპერატურაზე შენახვიდან შვიდი დღის განმავლობაში აერომონასების რაოდენობა გაიზარდა 1-დან 3 ლოგარითამდე. სხვა კვლევების საფუძველზე, აერომონასები აღმოაჩინეს ყოველდღიური მოხმარების პროდუქტებში (4%), ბოსტნეულში (26-41%), საქონლისა და ფრინველის ხორცში (3-70%), ხოლო ყველაზე დიდი რაოდენობით - მოლუსკებსა (31%) და თევზში (72%).<sup>[37,135,139]</sup> ყველა წარმოდგენილ კვლევაში იზოლატების უმრავლესობის მიღება ხდებოდა გამდიდრების მეთოდის გამოყენებით და არა პირდაპირი გათესვით, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ აერომონასების კონცენტრაცია იყო შედარებით დაბალი.

აერომონასები არ წარმოადგენენ ნაწლავების ნორმალურ ფლორას. მრავალი კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ აერომონასების გამოყოფა ფეკალური სინჯებიდან იზრდებოდა წლის თბილ თვეებში. მეზოფილური აერომონასები ოპტიმალურად იზრდებოდნენ მომატებული ტემპერატურის დროს, რაც იწვევდა აერომონასების რაოდენობის მომატებას მტკნარ წყლებსა და სახლის წყალგაყვანილობებში.<sup>[56,108]</sup> სეზონურობა აღინიშნა აერომონასების ნაწლავური იზოლატების შემთხვევაშიც. თბილ თვეებში მომატებული იყო არანაწლავური ინფექციები (სეპტიცემია). ბაქტერიული დაავადების 42-67% ხდებოდა ზაფხულის სეზონზე.<sup>[107,125,171]</sup> მიუხედავად იმისა, რომ იშვიათად გამოვლენილი არანაწლავური ინფექციების გამომწვევი აერომონასების სისშირის მონიტორინგი უფრო ძნელი იყო დაბალი ინციდენტობის გამო, დაასკვნეს, რომ აერომონასების კონცენტრაციების ზრდა წყლის ეკოსისტემებში წლის თბილ თვეებში აისახება ამ ბაქტერიების გაზრდილ უნარში მოახდინონ კოლონიზაცია ან გამოიწვიონ ინფექციური დაავადებების აფეთქებები.

აერომონასებისა და წყლის ეკოსისტემებს შორის მჭიდრო ასოციაციის გამო მრავალი მკვლევარი ტერმინს "*Aeromonas*" განიხილავს "წყლის" სინონიმად. სურ. 1-ზე წარმოდგენილია აერომონასების მიერ ადამიანის ინფიცირების/კოლონიზაციის ძირითადი და მეორეხარისხოვანი გზები წლის თბილი სეზონის დროს. დადგენილია, რომ მეზოფილური იზოლატების უმრავლესობის გადაცემა ხდება ადამიანზე დაბინძურებული სასმელის ან საკვების მეშვეობით.



**სურ. 1.** გარემოს წყაროები, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ აერომონასებით ადამიანების ინფიცირება ან კოლონიზაცია. [94]

ორსაგდულიანები (ხამანწკები და მოლუსკები), რომლებიც ბუნებრივად ბინადრობენ ესტუარიების წყალში, იყენებენ კვების ტიპს ფილტრაციას, ახდენენ აერომონასების კონცენტრირებას საკუთარ ხორცში. გადაცემის მთავარი გზების გარდა, არსებობს სხვა, ნაკლებ ცნობილი გზები. რეკრეაციული აქტივობების დროს, როგორცაა ნაგებით სეირნობა, თევზაობა და ყვინთვა, ინფიცირება ხდება ძირითადი ან უსიმპტომო ტრავმების საშუალებით.<sup>[38,40,175]</sup> რეპტილიებისა და გველების ნაკბენებით ხდება აერომონასების გავრცელება. ასევე დოკუმენტირებული დაავადებების შედეგების საფუძველზე, აღმოჩენილია აერომონასების გადაცემა დათვის ნაკბენიდან.<sup>[25,115]</sup> აერომონასების ინფექციების ზუსტი ინციდენტობა გლობალური თვალსაზრისით უცნობია. მსოფლიოში აერომონასების ინფექციები არ შედის შეტყობინებას დაქვემდებარებული დაავადებების ნუსხაში. 1988 წელს კალიფორნია გახდა ერთადერთი შტატი, სადაც აერომონასები დაექვემდებარა შეტყობინებას. თორმეტი თვის განმავლობაში 219 პაციენტიდან შეგროვებულ მონაცემებზე დაყრდნობით, აერომონასების ინფექციების საერთო ინციდენტობა იყო 10.6 ერთ მილიონ მოსახლეზე. ჭრილობითი ინფექციების გამოთვლით - 0.7 ერთ მილიონ მოსახლეზე, ყველაზე მაღალი ინციდენტობა აღინიშნა 1.4 ერთ მილიონ მოსახლეზე, 30-დან 39-მდე ასაკის ადამიანებში. <sup>[40,110]</sup> მიუხედავად ამისა, აერომონასის ინფექციების შეტყობინება კალიფორნიაში აღარ ხდება. 2006 წელს საფრანგეთში 6 თვიანი კვლევების შედეგად 70 საავადმყოფოში აღწერილ იქნა 99 ინფექცია. ამ მონაცემების გადაანგარიშებით 61 მილიონ მოსახლეზე, 2006 წლის პრევალენტობის მაჩვენებელი იქნება 1.6 ერთ მილიონ მოსახლეზე. წარმოდგენილი მაჩვენებელი კალიფორნიულ კვლევასთან შედარებით ბევრად

მცირეა.<sup>[118]</sup> *Aeromonas* ბაქტერიებია ინგლისსა და უელსში ნებაყოფლობით შეტყობინებას ექვემდებარება. 1999 წლიდან 2004 წლამდე ყოველწლიურად დათვლილია 47-116 შემთხვევა. 2004 წლისთვის ინგლისისა და უელსის პოპულაციამ შეადგინა - 53 მილიონი, ხოლო აერომონასების შემთხვევათა რიცხვი იყო 82. აშშ-ს მოსახლეობა 2004 წლისთვის 293 მილიონს წარმოადგენდა, ხოლო თუ დავიანგარიშებთ აერომონასების შემთხვევათა რიცხვს და შევადარებთ ბრიტანულ მონაცემებს, იქნება 453. აერომონასების სეპტიციემის ინციდენტობის მაჩვენებელი ინგლის-უელსში და აშშ-ში იქნება 1.5 ერთ მილიონ მოსახლეზე. წარმოდგენილი მონაცემები მინიმალური შეფასებებია, რადგანაც აერომონასების ინფექციების ბევრი შემთხვევა რჩება შეუმჩნეველი ან არ ხდება მისი შეტყობინება. გამომდინარე იქიდან, რომ სასმელი წყალი წარმოადგენს აერომონასების პოტენციურ კოლონიზაციისა და ინფიცირების წყაროს, კვლევამ მიმოიხილა სხვადასხვა პათოგენით ინფიცირების შედარებითი რისკი ადამიანის ჯანმრთელობის მიმართ. აერომონასების შედარებითი რისკის სპექტრი იყო ძალიან დაბალი, დაახლოებით 7.3 ერთ მილიარდ მოსახლეზე.<sup>[159]</sup>

**4.4. *Aeromonas* და ადამიანის დაავადებები.** ერთ-ერთი შესაძლო გზა, რომლის საშუალებითაც აერომონასებს თეორიულად შეუძლიათ თავი დააღწიონ კუჭში დაბალ pH-ს, არის მჟავა ტოლერანტობის პასუხი, რომელიც ასევე აღწერილია სხვა ენტეროპათოგენებში. *A. hydrophila* უძლებს pH=3.5. ადაპტაციური მჟავა ტოლერანტობა მოითხოვს რკინის კონცენტრაციისგან დამოუკიდებელი ცილის სინთეზს. მსგავსი პროცესი, აერომონასის შტამებში მუდმივად მიმდინარეობის შემთხვევაში და ეხმარება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მათ კოლონიზაციას. კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მოხვედრის შემდეგ აერომონასები წარმატებით უწევენ კონკურენციას ადგილობრივ ნორმალურ ფლორას, ახდენენ მეტაბოლიზმის პროდუქტებისა და ბაქტერიოციტინის მსგავსი ნაერთების სინთეზს, რის შედეგადაც ემაგრებიან და კოლონიზირდებიან ნაწლავში და ნაწლავის სანათურში. ამის შემდეგ მიმდინარეობს მთელი რიგი პროცესები: პირდაპირი ლოკომოცია, კუჭ-ნაწლავის ეპითელიუმზე მიმაგრება, ბიოფილმის ფორმირება, კოლონიზაცია, ვირულენტური ფაქტორების გამომუშავება და ინფიცირება. ვარაუდობენ, რომ ძირითად როლს თამაშობს ორი ფაქტორი: ბაქტერიული შოლტები და პილი. აერომონასები წარმოქმნიან ორი ტიპის შოლტებს: კონსტიტუციურად გამოსახული პოლარული შოლტი (Pof) და მრავლობითი მასტიმულირებელი ლატერალური შოლტი (Laf).<sup>[130]</sup> Pof-ის საშუალებით თხევად გარემოში წარმოიქმნება მოცურავე უჯრედები, მაშინ როდესაც Laf უზრუნველყოფს მყარი ნიადაგების ზედაპირზე მოძრაობას.<sup>[113]</sup> Pof-ის საშუალებით ხდება ბაქტერიების პირველადი მიმაგრება კუჭ-ნაწლავის ეპითელიუმზე, ხოლო Laf შეუძლია ითამაშოს მნიშვნელოვანი როლი მიმდინარე პროცესებში: უჯრედის მჭიდროდ მიმაგრების გაძლიერება, ბიოფილმის ფორმირება და ხანგრძლივი კოლონიზაცია. კვლევებმა აჩვენეს, რომ *Laf* გენების შეყვანა *Laf*-უარყოფით მეზოფილურ იზოლატებში აძლიერებდა მიმაგრებას და ინვაზიას ეპითელურ უჯრედებში, ასევე ხელს უწყობდა ბიოფილმების ფორმირებას.<sup>[65]</sup> აერომონასებში არსებობს მორფოლოგიურად განსხვავებული ორი ტიპის პილი: მოკლე და მაგარი (ჩვეულებრივი), რომლებიც დაკავშირებულია *E. coli* ტიპი I და Pap პილებთან, ასევე გრძელ, ტალღოვან, IV ტიპის პილთან.<sup>[130]</sup> აღმოჩენილ იქნა IV ტიპის პილის ორი ოჯახი: პირველი, როგორც ჩანს, შუამავლის როლს ასრულებს ნაწლავის უჯრედებთან მიმაგრების დროს და მეორე ოჯახი, სახელად IV ტიპის აერომონასების პილი (Tap), რომელსაც აკოდირებს გენების კლასტერი *tapABCD*.<sup>[94,112,130]</sup> მიუხედავად არსებული

მტკიცებულებისა, რომ Bfp პილები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ინტესტინალურ კოლონიზაციაში, ამჟამად არ არსებობს სანდო მონაცემები, რომელთა საფუძველზეც Tap პილს მიეკუთვნება იდენტური ფუნქცია. [111]

აერომონასებში ბიოფილმების განვითარება შესაძლოა რეგულირდებოდეს კვორუმის გრძნობით.[127] სახეობების უმრავლესობა შეიცავს *luxRI* ჰომოლოგს, რომელიც აკოდირებს აცილ-ჰომოსერინის ლაქტონ-დამოკიდებულ ტრანსკრიპციულ აქტივატორს.[99] კვორუმის გრძნობა და ლაქტონის პროდუქცია, როგორც ჩანს, არეგულირებს მინიმუმ ერთი აერომონასის ტოქსინის ექსპრესიას დიარეულ იზოლატში, ხოლო ენტეროტოქსინის პროდუქცია იზრდება ბაქტერიული უჯრედების სიმჭიდროვის ზრდასთან ერთად. [163] კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მოხვედრის შემდეგ, აერომონასები ენტეროტოქსინური მოლეკულების პროდუქციის გზით იწვევენ: დიარეას, ენტერიტებს, ან გასტროინტესტინალური ეპითელიუმის ინვაზიის შედეგად - დიზენტერიას ან კოლიტს. შესაძლებელია ენტეროტოქსინებისა და ინვაზიის ერთდროული განვითარებაც. წარმოდგენილი მოლეკულები იყოფიან რამდენიმე კატეგორიად, რომელიც შეიცავს ციტოლიზურ ტოქსინს ჰემოლიზური აქტივობით და ციტოტონურ ენტეროტოქსინს. საგარაუდოდ, ყველაზე ცნობილი და კარგად დახასიათებული ამ ტოქსინებიდან არის *A. hydrophila* β-ჰემოლიზინი, რომელიც ხშირად მოიხსენიება ბერნჰეიმერის აეროლიზინად. ფორების წარმომქმნელი ტოქსინი აღმოჩენილია *A. hydrophila* შტამების 75%-ში, ასევე სხვა სახეობებში: *A. veronii* ("*A. sobria*"), *A. caviae*, და *A. trota*. [61,75] β - ჰემოლიზინის მეორე ოჯახი, რომელიც მნიშვნელოვან ამინომჟავური თანმიმდევრობის ჰომოლოგიას ავლენს *V. cholerae* HlyA ჰემოლიზინთან, ლიტერატურაში, ასევე მოიხსენიება, როგორც AHH1. [75] HlyA ჰემოლიზი გავრცელებულია აერომონასის სახეობებშიც, მაგალითად, *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. veronii*, *A. trota* და *A. jandaei*. [75,177] აერომონასის მესამე ციტოტოქსინური ენტეროტოქსინი Act წარმოადგენს მეორე ტიპის სეკრეტირებულ ფორა-წარმომქმნელ ტოქსინს ჰემოლიზური აქტივობით. [162] Act ინდუცირებს სითხის დაგროვებას ნაწლავის მარყუქებში და ციტოკინების პროდუქციის გაზრდით ასტიმულირებს ანთების წინა რეაგირებას. [47]

ცნობილია, რომ აერომონასებით გამოწვეულ გასტროენტერიტულ დაავადებათა პათოლოგიაში სხვა ტოქსინები და ფაქტორებიც მონაწილეობენ. იდენტიფიცირებულია მინიმუმ ორი ციტოტონური ტოქსინი: აერომონასის სითბო-ლაბილური ციტოტონური ენტეროტოქსინი Alt და სითბო-მდგრადი ციტოტონური ენტეროტოქსინი Ast. [162] აერომონასის ზოგიერთ შტამში, მაგალითად, *A. veronii* აღმოაჩინეს მავაკუოლიზირებადი ტოქსინი, რომლის ნაწილობრივად გასუფთავების შედეგად აღმოჩნდა, რომ იგი წარმოადგენს 60 კილოდალტონის არაჰემოლიზურ ენტეროტოქსინს, მოქმედებს სერინ-პროტეაზას მსგავსად და იწვევს აპოპტოზს. [132]

ჭრილობითი ინფექციების დროსაც აერომონასებს ესაჭიროებათ ადგილზე მიმაგრება, ბიოლოგიური მოლეკულების (ცილების) დეგრადაცია რეპლიკაციისთვის საჭირო ენერჯის გამოსათავისუფლებლად და შემდეგ უფრო ღრმა ქსოვილებში ინვაზია. ინფიცირების პროცესში სხვადასხვა ფაქტორი მონაწილეობს. აერომონასის სახეობები გამოიმუშავენენ მიკრობული პროტეაზების მთელ რიგ სპექტრს (მეტალოპროტეაზები, სერინის პროტეაზები, ამინოპეპტიდაზები), რომლებსაც შეუძლიათ შრატსა და შემავრთებელ ქსოვილებში არსებული ისეთი ბიოლოგიური ცილოვანი კომპლექსების დაშლა, როგორიცაა: ალბუმინები, ფიბრინოგენი, ელასტინი და კოლაგენი. [72,85,94,96] მსგავსი ქსოვილებისა და ცილების დაშლის შედეგად თავისუფლდება ენერჯია,

რომელიც გამოიყენება შემდგომი რეპლიკაციისთვის. საკვები წყაროების ამოწურვის შემდეგ, როდესაც აერომონასები უკვე კოლონიზებულია, ვითარდება ქემოტაქტიკური გრადიენტი უფრო ღრმა ქსოვილებში ცილების მაღალი კონცენტრაციით და ზედაპირულ ქსოვილებში - ცილების დაბალი კონცენტრაციით. აერომონასების უმრავლესობა (80-95%) ამინომჟავების, ცილებისა ან მუცინის საპასუხოდ ავლენს ქემოტაქტიკურ მოძრაობას.<sup>[96]</sup> ასეთი პირდაპირი ქემოტაქტიკური რეაგირება იწვევს აერომონასების სწრაფ მიგრაციას კანქვეშა ქსოვილებში, რის შედეგადაც ხდება აერომონასების კოლონიზაცია საკვებით მდიდარ გარემოში. ჭრილობითი ინფექციების დროს ასევე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აერომონასების კვორუმის გრძნობა.

პირველადი აერომონასეული სეპტიცემია ხდება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან სისხლძარღვთა სისტემაში ბაქტერიების ენდოგენური ტრანსლოკაციის დროს. მეორად შემთხვევებს ადგილი აქვთ, როდესაც ხდება აერომონასების შეჭრა ინფიცირებული ჭრილობებიდან, პერიტონიტიდან ან ბილიალური დაავადებების დროს სისხლძარღვებში. ამჟამად არ არის შესწავლილი მსგავსი დაავადებების პროგრესიის მოდელები. ნორმალური ან დაქვეითებული იმუნიტეტის მქონე თაგვებში ბაცილების შეყვანა შესაძლოა წარმოადგენდეს პერიტონიტიდან ასოცირებული მეორადი ბაქტერიემიის გონივრულ სიმულაციას. <sup>[93]</sup>

საქართველოს თბილი, სუბტროპიკული კლიმატი ხელსაყრელია *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობების გამრავლებისა და გავრცელებისათვის, მით უმეტეს თუ გავითვალისწინებთ მსოფლიოში მიმდინარე გლობალური დათბობის ტენდენციას. მიუხედავად იმისა, რომ *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის წამყვანი სახეობები ფართოდაა შესწავლილი სხვადასხვა ქვეყნის წყლებში, საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში დღემდე არ ყოფილა გამოკვლეული მათი არსებობა, ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია. ასევე მათი გავრცელების ოპტიმალური პირობები, რაც კლიმატის ცვლილების პროცესების ფონზე შესაძლოა ეპიდაფეთქებების პროგნოზირების საშუალებას მოგვცემდა.

## ნაწილი II. მასალა და მეთოდები

### თავი 1. საკონტროლო ბაქტერიული შტამები

საკონტროლო ბაქტერიულ შტამებად გამოიყენებოდნენ *Vibrio*-ს სახეობების შემდეგი შტამები: *Vibrio cholerae* ATCC 14035, ATCC 11623, ATCC 39315, ATCC 14048, ATCC 14546, *Vibrio vulnificus* 27562, *Vibrio parahaemolyticus* 17802, *Vibrio metschnikovii* 700040, *Vibrio fluvialis* 33809, *Vibrio furnissii* 35016, *Vibrio alginolyticus* 17749, *Vibrio mimicus* 33653, *Vibrio damsela*, *Grimontia hollisae* 33564, *Vibrio cincinnatiensis* 35912, *Vibrio harveyi* 14126, რომლებიც მოწოდებულ იქნა ამერიკის შეერთებული შტატებიდან ბესტელ ნაციონალის მიერ. *Aeromonas* საკონტროლო შტამებად გამოიყენებდნენ გ. ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტის კოლექციის შტამები: *Aeromonas caviae* 399 და *A. sobria* 460.

### თავი 2. წყლის სინჯების აღება და დამუშავება

სინჯები რეგულარულად გროვდებოდა 2006 წლის ივნისიდან 2008 წლის ნოემბრის ჩათვლით და დამატებით 2009 წლის ზაფხულში (ივლისი-სექტემბერი).<sup>[90]</sup> გამოკვლევების მიზნისა და სპეციფიკის გათვალისწინებით სინჯების აღების სიხშირე და დამუშავების პროცედურა იცვლებოდა. ზაფხულში სინჯების აღება ხდებოდა თვეში ორჯერ, მაღალი ტემპერატურისა და ანთროპოლოგიური დატვირთვის გამო, რაც იწვევდა წყლის ხარისხის გაუარესებას. სინჯების აღება წარმოებდა დილის 11-დან შუადღის 3 საათამდე. სინჯებს ვიღებდით წყლის ზედაპირიდან 0,15-0,5 მეტრის სიღრმეზე. ერთდროულად იზომებოდა ჰიდროქიმიური პარამეტრები, როგორცაა ტემპერატურა, მარილიანობა, წყალბადიონთა კონცენტრაცია, პორტატული მულტილოგარიტმული მზომის გამოყენებით (YSI 556 MPS, Yellow Springs Instruments, Colorado, USA). პარალელურად ვინიშნავდით: ამინდს, ქარს და სხვა კლიმატურ პირობებს.

სინჯის აღების დროს ადგილზე ხდებოდა 100-120 ლიტრი წყლის გაფილტვრა 200 და 64 მკმ პლანქტონის ბადეებში. კონცენტრირებული პლანქტონის სინჯი ფიქსირდებოდა 37%-იანი ფორმალინით, ხოლო პლანქტონისგან თავისუფალი წყალი მუშავდებოდა შეგროვებიდან 4 საათის განმავლობაში მიკრობიოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრის მიზნით, როგორც აღწერილია ჰაკის მიერ.<sup>[84]</sup>

გამოყოფილი იზოლატების ბიომრავალფეროვნების, ეკოლოგიისა და რაოდენობრივი განაწილების შესწავლა ხდებოდა, როგორც უშუალოდ წყლის სინჯებში თავისუფლად მცხოვრებ, ასევე მათი ზოო- და ფიტოპლანქტონური ფრაქციებიდან გამოყოფილ მიკროორგანიზმებში.

*Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფის მიზნით წყლის ნიმუშებიდან მზადდებოდა ოთხი ტიპის სინჯი:

1. კონცენტრირებული წყლის სინჯი;
2. გამდიდრებული წყლის სინჯი;
3. გამდიდრებული მიკროპლანქტონის სინჯი;
4. ჰომოგენიზირებული მიკროპლანქტონის სინჯი;

**2.1. კონცენტრირებული წყლის სინჯის** მისაღებად პლანქტონ მოცილებული 20-50 მლ (თბილი სეზონის დროს 20, ხოლო ცივი სეზონის დროს-50 მლ) მოცულობის წყალი იფილტრებოდა 0.45 მკმ პოლიკარბონატულ მემბრანულ ფილტრში, რომელიც შემდეგ თავსდება TCBS აგარის ზედაპირზე. ინკუბაცია ხდებოდა 37°C-ზე 18-24 სთ.

**2.2. გამდიდრებული წყლის სინჯის** მისაღებად 100 მლ პლანქტონ მოცილებული წყალი იფილტრებოდა 0.45 მკმ პოლიკარბონატულ მემბრანულ ფილტრში, რომელსაც შემდეგ თავსდება 100 მლ პეპტონიან ტუტე წყალში. ინკუბაცია ხდებოდა 37°C-ზე 18-24 სთ. საინკუბაციო პერიოდის გავლის შემდეგ საკვები არის ზედაპირიდან მარყუჟით იხსნებოდა მიკრობული ნაზარდი, რომელიც შემდეგ ზოლებად ითესებოდა TCBS აგარზე.

**2.3. გამდიდრებული პლანქტონის სინჯი** მზადდებოდა 64მკმ და 200მკმ ზომის პლანქტონის ცალ-ცალკე ჩათესვით ტუტე პეპტონიან წყალში პროპორციით 1:9. ამ შემთხვევაშიც ინკუბაცია ხდებოდა 37°C-ზე 18-24 სთ. საინკუბაციო პერიოდის გასვლის შემდეგ საკვები არის ზედაპირიდან მარყუჟით იხსნებოდა მიკრობული ნაზარდი და ზოლებად ითესებოდა TCBS აგარზე.

**2.4. ჰომოგენიზირებული პლანქტონის სინჯი** მზადდებოდა 64მკმ და 200მკმ ზომის პლანქტონის ცალ-ცალკე ჩათესვით პროპორციით 1:9. ხდებოდა 1 მლ პლანქტონის ჰომოგენიზაცია და ჩათესვა 9 მლ ტუტე პეპტონიან წყალში. ამ შემთხვევაშიც ინკუბაცია ხდებოდა 37°C-ზე 18-24 სთ. საინკუბაციო პერიოდის გასვლის შემდეგ საკვები არის ზედაპირიდან მარყუჟით იხსნებოდა მიკრობული ნაზარდი და ზოლებად ითესებოდა TCBS აგარზე.

### თავი 3. საკვები არეები და ბიოქიმიური ტესტები

Vibrio და Aeromonas გვარის მიკროორგანიზმების გამრავლება, სელექცია, კულტივირება და იდენტიფიცირება ხდებოდა შემდეგ საკვებ არეებზე:

#### პეპტონიანი ტუტე წყალი

პეპტონი - 10 გ/ლ;  
ნატრიუმის ქლორიდი - 10 გ/ლ;  
არეს pH = 8,6;  
ავტოკლავირება 121°C-ზე 30 წთ;

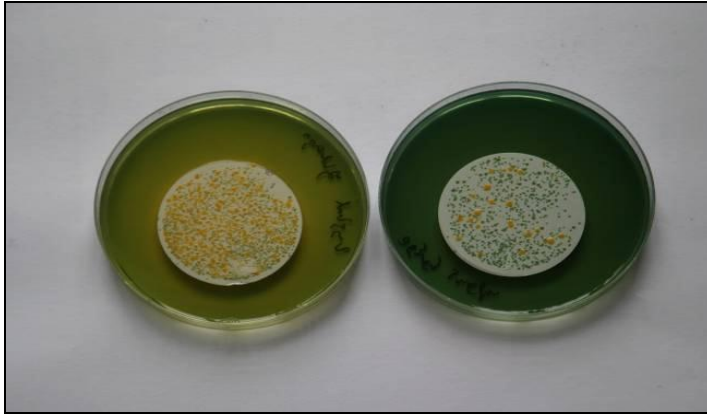
**თიოსულფატ-ციტრატ-ნაღვლის მარილები- საქაროზას შემცველი მყარი არე - TCBS აგარი (Liofilchem, Italy) (იხ. სურ. 2).**

TCBS აგარის ფხვნილი შეიცავს:

პეპტონი - 10 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი - 5 გ/ლ;  
საქაროზა - 20 გ/ლ;  
ნატრიუმის თიოსულფატი - 10 გ/ლ;  
ნატრიუმის ციტრატი - 10 გ/ლ;  
ნაღვლის მარილები - 8 გ/ლ;  
ნატრიუმის ქლორიდი - 10 გ/ლ;  
რკინის ციტრატი - 1 გ/ლ;  
ბრომთიმოლის ლურჯი - 0.04 გ/ლ;



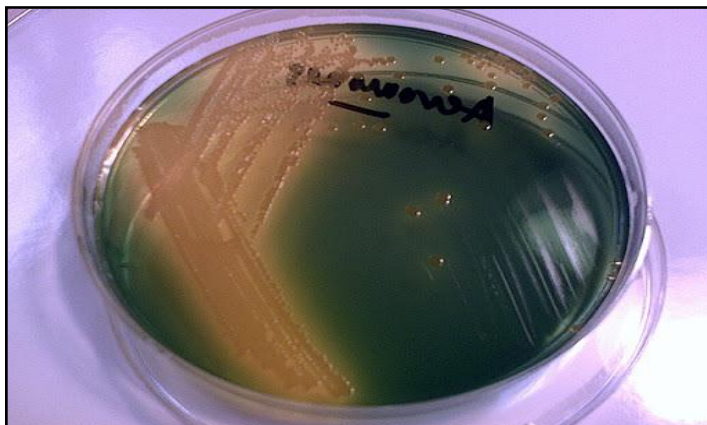
თიმოლის ლურჯი - 0.04 გ;  
აგარი - 15 გ;  
pH=8,6±0,2.  
ავტოკლავირებას არ საჭიროებს.



**სურ. 2.** ვიბრიონების კულტივირება TCBS  
საკვებ არეზე.

**ამპიცილინ-დექსტრინიანი აგარი [73]** (იხ. სურ. 3).

ტრიპტოზა 5 გ/ლ;  
NaCl 3 გ/ლ;  
KCl, 2 გ/ლ;  
რკინა-ამონიუმის ქლორიდი - 0.06 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი 2 გ/ლ;  
დექსტრინი 11.4 გ/ლ;  
MgSO<sub>4</sub> 0.1 გ/ლ;  
აგარი 13 გ/ლ;  
pH=8.0,  
ავტოკლავირება 121°C-ზე 15 წთ;  
გაგრილება 55°C-მდე;  
გაგრილების შემდეგ ემატება:  
ამპიცილინი 10 მგ;  
ვანკომიცინი 2 მგ;



**სურ. 3.** აერომონასების კულტივირება ამპიცილინ  
დექსტრინიან საკვებ არეზე

**ჟელატინიანი აგარი უმარილო (GA აგარი)**

პეპტონი - 4 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი - 1 გ/ლ;  
ჟელატინი - 15 გ/ლ;  
აგარი - 15 გ/ლ;  
pH = 7.2±0.2;  
სტერილიზაცია 121°C-ზე 30 წთ.

**3% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველი ჟელატინიანი აგარი (GSA აგარი)**

GA არეს ემატება 3% ნატრიუმის ქლორიდი.  
ავტოკლავირება 121°C-ზე 30 წთ.

**ჰიუ-ლევისონის გლუკოზიანი არე.**

პეპტონი - 2 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი - 0.5 გ/ლ;  
ნატრიუმის ქლორიდი - 20გ/ლ;  
გლუკოზა - 10 გ/ლ  
ბრომკრეზოლის მეწამული - 0.015 გ/ლ;  
აგარი - 3 გ/ლ;  
pH = 7.4±0.2;  
მზა არე ჩამოსხმება სინჯარებში 5 მლ მოცულობით;  
სტერილიზაცია 121°C-ზე 20 წთ.  
თითოეული იზოლატისთვის გამოიყენება ორი სინჯარა, რომელთაგან ერთს ჰაერისგან იზოლირების მიზნით სტერილურად უკეთდება ვაზელინის ზეთის თხელი ფენა.  
დადებითი პასუხი - ფერის ცვლილება მეწამულიდან ყვითელში.

**ლურია-ბერტანის არე (LB არე)**

ტრიპტონი - 10 გ/ლ;  
ნატრიუმის ქლორიდი - 10 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი - 5 გ/ლ;  
pH = 7.4±0.2;  
მყარ LB არეს ემატება 15 გ/ლ აგარი;  
ავტოკლავირება 121°C-ზე 30 წთ;

**ფალკოუს დეკარბოქსილირების ბაზალური არე.**

პეპტონი - 5 გ/ლ;  
საფუარის ექსტრაქტი - 3 გ/ლ;  
გლუკოზა - 1 გ/ლ;  
ნატრიუმის ქლორიდი - 15 გ/ლ;  
ბრომკრეზოლის მეწამული - 0.02 გ/ლ;  
pH = 6.8±0.2;  
არეს ემატება გამოსაკვლევი ამინომჟავების L-ლიზინის ან L-ორნიტინის 1 %.  
მომზადებული ხსნარი იხსმება სინჯარებში 5 მლ მოცულობით.  
ავტოკლავირება 121°C-ზე 20 წუთი.  
მიკროორგანიზმების კულტივირების წინ სინჯარებს სტერილურად ემატებოდა ვაზელინის თხელი ფენა.

**L-არგინინის დიჰიდროლიზირების საკვლევი არე.**

LB თხევადი არე;

1% - L-არგინინი;

ფენოლის წითელი – 2.5 მგ/ლ;

pH = 6,8;

მზა არე ჩამოსხმება სინჯარებში 5 მლ მოცულობით.

ავტოკლავირება 121°C-ზე 20 წთ.

მიკროორგანიზმების კულტივირების წინ სინჯარებს სტერილურად უკეთდება ვაზელინის ზეთის თხელი ფენა.

**ტრიპტონ-მარილიანი აგარი (T<sub>1</sub>N<sub>1</sub> აგარი)**

ტრიპტონი - 10 გ/ლ;

ნატრიუმის ქლორიდი - 10 გ/ლ;

აგარი - 20 გ/ლ;

pH = 7.2±0.2;

ავტოკლავირება 121°C-ზე 30 წთ.

**ტრიპტონიანი თხევადი არე ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა შემცველობით.**

ტრიპტონი - 10 გ/ლ;

ნატრიუმის ქლორიდის შესაბამისი რაოდენობა (T<sub>1</sub>N<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>N<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>N<sub>6</sub> T<sub>1</sub>N<sub>8</sub>).

pH = 7.2±0.2;

არე ჩამოსხმება სინჯარებში 5 მლ მოცულობით.

ავტოკლავირება 121°C-ზე 20 წთ.

**ბრომკრეზოლის მეწამულის შემცველი თხევადი ბაზალური არე.**

პეპტონი - 10 გ/ლ;

ხორცის ექსტრაქტი - 3 გ/ლ;

ნატრიუმის ქლორიდი - 5 გ/ლ;

ბრომკრეზოლის მეწამული - 0.04 გ/ლ;

pH = 7.0±0,2;

მზა არე იხსმება სინჯარებში 9 მლ მოცულობით.

ავტოკლავირება 121°C-ზე 20 წთ.

ნახშირწყლების 10%-იანი ხსნარები;

ავტოკლავირება 110°C-ზე 30 წუთი.

მიკროორგანიზმის ინკუბაციის წინ არეს სტერილურად ემატება გამოსაკვლევი ნახშირწყლების (L-არაბინოზა, ლაქტოზა, D-მანოზა და საქაროზა) 10%-იანი ხსნარები პროპორციით 9:1.

ჰაერთან კონტაქტის გამოსარიცხად საკვებ არეს უკეთდება ვაზელინის ზეთის თხელი ფენა.

**სიმონსის ციტრატული მყარი არე (HiMedia)**

მაგნიუმის სულფატი - 0.2 გ/ლ;

ამონიუმის დიჰიდროფოსფატი - 1 გ/ლ;

კალიუმის ჰიდროფოსფატი - 1 გ/ლ;

ნატრიუმის ციტრეტი - 2 გ/ლ;

ნატრიუმის ქლორიდი - 5 გ/ლ;

აგარი - 15 გ/ლ;

ბრომთიმოლის ლურჯი - 0.08 გ/ლ;

pH = 6.8±0.2.

ავტოკლავირება 121°C 15 წთ.

**მიულერ-ჰინტონის აგარი (BIO-Rad).**

საქონლის ხორცის ექსტრაქტი - 2 გ/ლ;

კაზეინის მჟავური ჰიდროლიზატი - 17.5 გ/ლ;

სახამებელი - 1.5 გ/ლ;

აგარი - 17 გ/ლ;

pH = 7.3±0.1

ავტოკლავირება 121°C-ზე 15 წთ;

საკვები ნიადაგები ძირითადად მზადდებოდა ჩვენს მიერ. ზოგიერთი არისა და არეების შემადგენელი კომპონენტების გამოწერა ხდებოდა შემდეგი მწარმოებლებიდან: Liofilchem, Italy; Sigma-Aldrich; BD, France; BD, USA; Acros; EMD; Calbiochem; HiMedia; BIO-Rad;

**ციტოქრომ C ოქსიდაზა-აქტივობის დადგენა BIO-Rad ოქსიდაზა დისკების გამოყენებით.** 18-24 საათიანი ნაზრდი არედან, რომელიც არ შეიცავს ფერმენტაციის უნარის მქონე ნახშირწყალს (GA, GSA) გადაიტანება ფიზიოლოგიური ხსნარით დასველებულ BIO-Rad ოქსიდაზა დისკზე. გადატანა ხდება სტერილური ხის აპლიკატორული ჩხირით. არ გამოიყენება ნიკელ-ქრომიანი მარყუჟი. დადებითი რეაქციის შემთხვევაში 10 წამის განმავლობაში დისკზე მოთავსებული კულტურის გარშემო ხდება ლურჯი შეფერილობის განვითარება.

**API-20 NE ტესტის** ნაკრები (bioMerieux, Inc., Hazelwood, MO) გამოიყენება ნაწლავური ბაქტერიების საიდენტიფიკაციოდ. უზრუნველყოფს რა ოჯახის *Enterobacteriaceae* ჩათესვისა და შესაბამისი ტესტის პასუხების წაკითხვის მარტივ გზას. API 20 NE საიდენტიფიკაციო სისტემა შედგება 20 მიკროსინჯარისაგან, რომელშიც მოთავსებულია ნიადაგი და სუბსტრატი. შტამების იდენტიფიცირება ხდება ფერადი რეაქციების შეჯერებითა და სპეციალურ სარკვევში მნიშვნელობის ნახვით. ხდება რეაქციების გარდაქმნა შვიდ ციფრიან კოდში, რომელსაც ეწოდება ანალიტიკური პროფილის ინდექსი, საიდანაც წარმოსდგება "API" ინიციალები.

**შტამების შენახვა -80° C-ზე მაცივარში.** შესანახად შერჩეულ იზოლატებს ვზრდიდით 2 მლ LB ბულიონში. ინკუბაცია 18-24 სთ 37°C-ზე. 0.5 მლ ნაზრდს ემატება 0.5 მლ სტერილური 50% გლიცერინის ხსნარი და ინახება -80°C-ზე მაცივარში შემდგომი საიდენტიფიკაციო ტესტების ჩასატარებლად.

**ანტიმიკრობული მგრძობელობის** დადგენა ხდებოდა კიბრი-ბაუერის ანტიბიოტიკური ტესტით (KB ტესტი ან ანტიბიოტიკური მგრძობელობის დისკ-დიფუზიის მეთოდი). გამოყენებულ იქნა 15 ძირითადად გამოყენებადი ანტიბიოტიკები: სტრეპტომიცინი (S) 10 მკგ, ამპიცილინი (A) 10 მკგ, ტეტრაციკლინი (T) 30 მკგ, ტრიმეტოპრიმი (Tr) 10 მკგ, გენტამიცინი (G) 10 მკგ, ციპროფლოქსაცინი (Cf) 5 მკგ, კანამიცინი (K) 30 მკგ, სულფადაზინი (Sz) 300 მკგ, ერითრომიცინი (E) 15 მკგ, დოქსიციკლინის ჰიდროქლორიდი (Do) 30 მკგ, იმიპენემი (I) 10 მკგ, ცეფაზოლინი (Cz) 30 მკგ, ქლორამფენიკოლი (C) 30 მკგ, ფურაზოლიდონი (Fx) 50 მკგ, პოლიმიქსინ - B (Pb) 50 ერთეული. ანტიბიოტიკების მიმართ მგრძობელობის შეფასება ხდებოდა დისკ-დიფუზიის მეთოდით. მიულერ-ჰინტონის აგარზე გამოიყენებოდა მომდევნო კონცენტრაციის თითო დისკი.

შედგების დარეგისტრირება და კლასიფიკაცია ხდებოდა საყოველთაოდ მიღებული მეთოდოლოგიის (CLSI-კლინიკური და ლაბორატორიული სტანდარტების ინსტიტუტი) მიხედვით მგრძობელობის შემდეგ ტიპებად: მგრძობიარე (S), საშუალოდ მგრძობიარე (I) და რეზისტენტული (R).

#### თავი 4. მორფოლოგიის შესწავლა

4.1. გრამის წესით შეღებვა ხდებოდა Difco, Gram Stain Kit მწარმოებლის გამოყენებით.

4.2. ბაქტერიების მორფოლოგიის შესწავლა ხდებოდა სინათლის მიკროსკოპის UKA TECHNIC Professional Microscope გამოყენებით.

#### თავი 5. დნმ დიაგნოსტიკა - პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია

##### 5.1. სტანდარტული პჯრ.

შტამებიდან დნმ-ს გამოყოფა ხდებოდა სპეციალური ნაკრებით (DnNeasy Blood and Tissue Kit (250) Cat.N69506). მწარმოებლის მიერ მოწოდებულ მეთოდიკაზე დაყრდნობით.

დნმ-ს გამოსაყოფად გამოიყენებოდა LB არეზე კულტურის 24 სთ-იანი ნაზრდი.

დნმ-ს კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის გამოიყენებოდა Spectronic Genesys 10 Bio აპარატი.

აპარატი მოწმდებოდა სპეციალური გამრეცხი ბუფერით, შემდეგ ხდებოდა 2 მკლ დნმ-ს შეტანა. წარმოდგენილი აპარატით ისაზღვრებოდა: დნმ-ს კონცენტრაცია მგ/მლ და სისუფთავე.

დნმ-ს მოცულობის განსაზღვრისთვის გამოიყენება შემდეგი ფორმულა

$$V = \frac{20 \text{ მგ/მლ} \times 100 \text{ მლ}}{C \text{ მგ/მლ}} = \frac{2000}{C} \text{ მლ}$$

C - დნმ-ს კონცენტრაცია.

ოლიგონუკლეოტიდურ პრაიმერთა წყვილების შექმნა ხდება კომერციულად. ნაკრები ხსნარები მზადდება საბოლოო კონცენტრაციით 100 მკM და ინახება -20 °C-ზე. პჯრ-სთვის სამუშაო ნაკრები ზავდება 20 მკM-მდე.

პრე-პჯრ ნარევის მომზადება იხ. ცხრილი 1.

Taq10 ბუფერი	250მკლ
DNTP(25 მკმოლური ნარევი)	20მკლ
Milli-Q წყალი	730მკლ

**ცხრილი 1.** პრე-პჯრ ნარევის მომზადება.

მეთოდის 25 მკლ სარეაქციო მოცულობისთვის

1. დნმ-ს განზაფხვა წყლით (10 ნგ/მკლ). შენახვა -20 °C-ზე (თუ მაშინვე არ ხდება გამოყენება)
2. პრე-პჯრ ნარევის, სამუშაო პრაიმერების ნარევისა და დნმ-ს ნიმუშის გაღვლივა.
3. პჯრ დანადგარის ამუშავება (MJ PT-200) 4°C-ზე (პროგრამა MAIN/ICE/ICEBUCKET).
4. 5 მკლ დნმ ნიმუშის ხსნარი ნაწილდება თითოეულ 50 მკლ პჯრ სინჯარაში. ნეგატიური კონტროლი - ბოლო სინჯარაში 5 მკლ წყლის დამატებით.
5. სინჯარები თავსდება პჯრ-ს წინასწარ 4°C-ზე დაყენებულ ციკლში.
6. ძირითადი ნარევის მომზადება ხდება შემდეგნაირად (*Taq* პოლიმერაზას გარდა):

სინჯარების რაოდენობა	პრე-პჯრ ნარევი	პრაიმერი A	პრაიმერი B	MQ წყალი	<i>Taq</i> პოლიმერაზა
1	10	1	1	8	0.125
4	40	4	4	32	0.5
8	80	8	8	64	1
12	120	12	12	96	1.5
16	160	16	16	128	2
32	320	32	32	256	4
40	400	40	40	320	5

**ცხრილი 2.** პჯრ-ის ძირითადი ნარევის მომზადება.

7. ნარევი თავსდება ყინულში და ემატება *Taq* პოლიმერაზა.
8. 20 მკლ ძირითადი ნარევი ნაწილდება თითოეულ სინჯარაში. პჯრ-ს სინჯარები თავსდება ბლოკში.
10. საბოლოოდ ხდება პჯრ პროგრამის გაშვება.

მულტიპლექსური და სტანდარტული პჯრ-ს შემთხვევაში მარკერად გამოიყენებოდა მარკერი 100bp ზომის მქონე, ხოლო დადებით კონტროლად სტანდარტული შტამის დნმ; უარყოფით კონტროლად - წყალი.

პჯრ პროდუქტის გაშვება ხდებოდა 1.5% აგაროზას გელზე. ამისთვის 1.5 გ აგაროზას გელი იხსნებოდა 100 მლ TAE ბუფერში. 100 V ფორების ხანგრძლივობაა 3 საათი.

**52. კოლაგენაზა-სამიზნე მულტიპლექსური პჯრ** ჩატარდა *V. parahaemolyticus* და *V. alginolyticus*-ზე. გამოიყენებოდა კომერციულად შექმნილი და შერჩეული ოლიგონუკლეოტიდური პრაიმერული წყვილები:

*V. alginolyticus*-სთვის VA-F (5'-cga gta cag tca ctt gaa agc c-3', მდებარეობა 1526 1547-ის ჩათვლით) და VA-R (5'-cac aac aga act cgc gtt acc-3' მდებარეობა 2242 2263-ის ჩათვლით), წარმოქმნიან რა 737bp ფრაგმენტს.

*V. parahaemolyticus*-სთვის VP-F (5'-gaa agt tga aca tca tca gca cga-3', მდებარეობა 93 116-ის ჩათვლით) და VP-F (5'-ggg cag aat caa acg ccg-3', მდებარეობა 347 364-ის ჩათვლით), რომელიც ამპლიფიცირებს 271 bp რეგიონს.

**5.3. პრაიმერების სპეციფიკურობა.** ოლიგონუკლეოტიდური პრაიმერების სამიზნე გენთან სპეციფიკურობის შესაფასებლად, პჯრ ანალიზი შემდეგნაირად წარიმართა: პჯრ ანალიზი შესრულდა საერთო მოცულობით 25 მკლ: 12,5 მკლ HotStarTaq ძირითადი მიქსი, რომელიც დამზადებულია: 2,5 ერთეული დნმ პოლიმერაზა ყოველი რეაქციისთვის, 0,2 მილიმოლური დნტფ, პჯრ ბუფერი (1,5 მილიმოლური MgCl<sub>2</sub>) 0,5 მკმოლური თითოეული პრაიმერი და 1 მკლ დნმ. ნარევი მოთავსებულ იქნა მასტერციკლებში (ეპენდორფებში) საწყისი სააქტივაციო საფეხურზე 95°C-ზე 15 წთ, შემდეგ დენატურაციის 35 ციკლი 94°C-ზე 30 წთ, პრაიმერების დნმ-თან დაკავშირება 57°C-ზე 30 წთ და გაგრძელება (ექსტენცია) 72°C-ზე 60 წთ და საბოლოო ექსტენცია 72°C-ზე 5 წთ.

## თავი 6. კომპიუტერული ანალიზები

### 6.1. მონაცემთა ანალიზი.

ყველა წყლის ტესტი თითოეული ნიმუშისთვის ჩატარდა სამ ეგზემპლარად. რიცხვები თითოეული ცვლადისთვის გასაშუალოებულია თითო მნიშვნელობის შესაქმნელად მოცემული სინჯის ადების თარიღისთვის. გარდა ამისა, გამოანგარიშდა საშუალო მნიშვნელობა და სტანდარტული გადახრა. [90]

სტატისტიკური ანალიზები შესრულდა 2007 წლის MS Excel სტატისტიკური ინსტრუმენტების ნაკრების გამოყენებით, განსაკუთრებით ვარიაციების ანალიზი (ANOVA) და მრავლობითი რეგრესიის ანალიზი. ყველა კორელაცია (Pearson's *r*) მნიშვნელოვნად მიჩნეულ იქნა 0.05 დონეზე. [90]

*V. parahaemolyticus*-ის სადეტექციო პროგნოზირებადი მოდელების განსაზღვრისთვის სინჯების შეგროვების დროს ჩაწერილ გარემო პარამეტრებს (განმარტებითი ცვლადი) და *V. parahaemolyticus*-ის არსებობა/არ არსებობას (საპასუხო ცვლადი) შორის ხდებოდა ურთიერთქმედების შემოწმება. გარემო პარამეტრები შეფასდა განმარტებით ცვლადებად მონაცემთა მოპოვების მომენტებს შორის ოპტიმალური დროის შუალედების განსაზღვრით. გამოყენებულ იქნა ჯაკობსისა და ბანაკარის მეთოდები. [89,31] ბინარულ ლოჯისტიკური რეგრესიის ანალიზში განსხვავებების აბსოლუტური მნიშვნელობები წარმოადგენდნენ განმარტებით ცვლადებს. ასოციაციის ყველა ზომისთვის მნიშვნელოვნად მიჩნეულ იქნა  $P \leq 0.05$ . სტატისტიკური ანალიზები შესრულდა R და SAS პროგრამების გამოყენებით. [71]

**6.2. ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის ალგორითმით აღწერა.** სავარაუდო *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების ბიოქიმიური იდენტიფიცირებისა და სახეობების შემდგომი განსაზღვრისათვის ბიოქიმიური სქემის საფუძველზე, რომელიც შემუშავდა ბერჯის სახელმძღვანელოს გამოყენებით, [64] შეიქმნა ცამეტ პარამეტრზე დაფუძნებული ალგორითმი, რომელიც მოიცავდა: სელექტიურ ნიადაგებზე ზრდას, ნახშირწყლებისა და ამინომჟავების ფერმენტაცია/მოხმარებას. ალგორითმით ხდებოდა ექსპერიმენტული შედეგების შედარება *Vibrio* და *Aeromonas* ცნობილ, კარგად დახასიათებულ სტანდარტულ

სახეობებთან. *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების თვისებების საკონტროლო შტამებთან დამთხვევის შემთხვევაში ხდებოდა აფინურობის გამოთვლა სხვადასხვა წონის ფაქტორის გამოყენებით განსხვავებული ბიოქიმიური პარამეტრებისთვის (P, [P]).

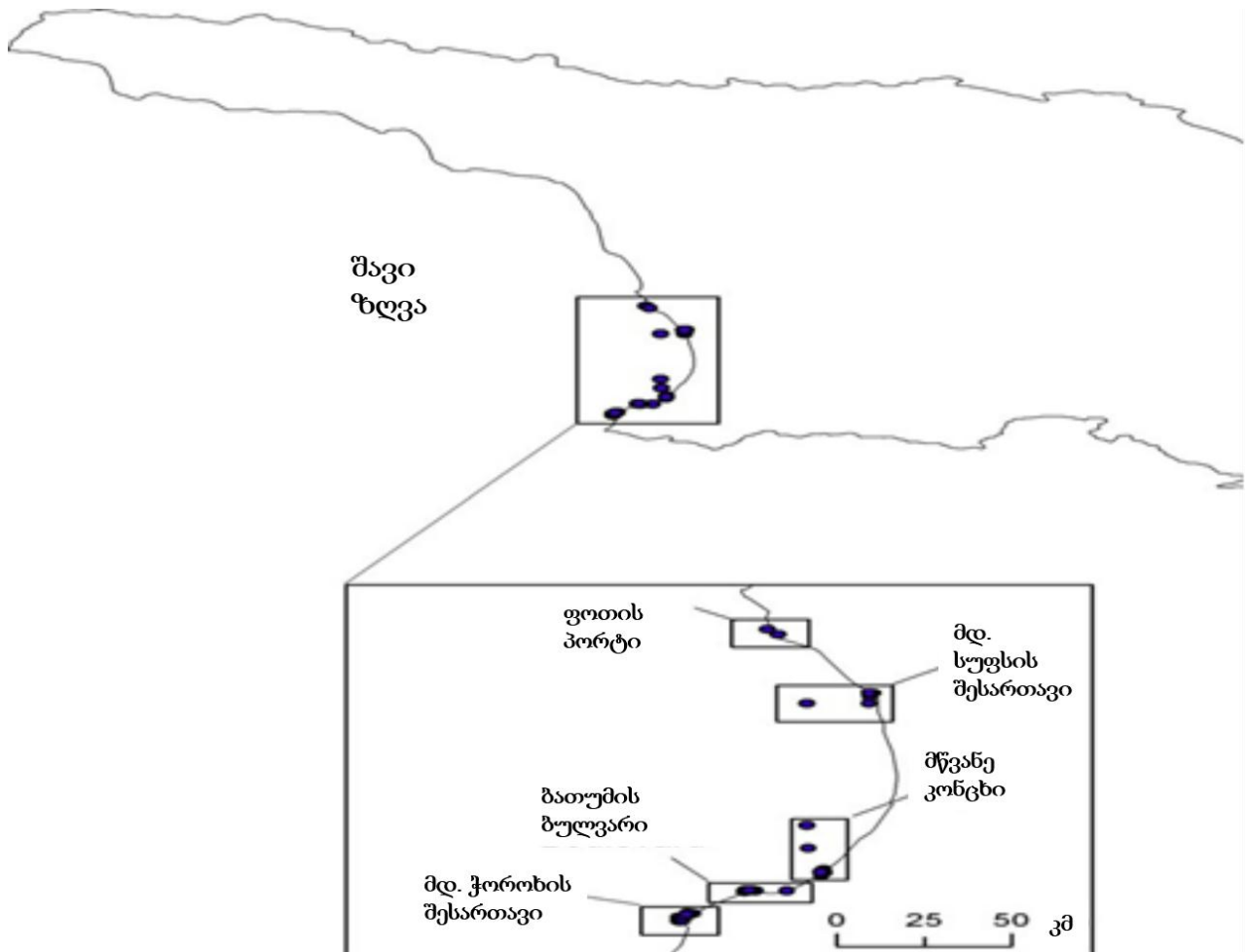


### ნაწილი III. კვლევის შედეგები

#### თავი 1. წყლის სინჯების აღება და დამუშავება

შავი ზღვის სანაპირო ზოლში სულ ჩატარდა 35 ექსპედიცია, აღებული იქნა 136 ნიმუში. სინჯების აღება ხდებოდა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის 4 წერტილში. ოთხი სინჯის წერტილიდან ორი – სუფსა და ჭოროხი – წარმოადგენენ ესტუარიებს. სუფსის სინჯის აღების ადგილი მდებარეობს მდინარე სუფსის პირას, ფოთის პორტსა და სუფსის ნავთობტერმინალთან ახლოს. ჭოროხის სინჯის ადგილი მდებარეობს მდინარე ჭოროხის შესასვლელი წერტილიდან 100 მ ჩრდილოეთით (სურ. 4).

ნიმუშების პირველად დამუშავებას ვაწარმოებდით ქ. ბათუმის შავი ზღვის მონიტორინგის ინსტიტუტის ლაბორატორიაში.



სურ. 4. სინჯის აღების ადგილები საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლში.<sup>[97]</sup>

ქვემოთ ჩამოთვლილია შავი ზღვის სანაპიროზე სინჯების აღების წერტილები მათი GPS კოორდინატების მითითებით:

მდინარე ჭოროხის შესართავი N410 36' 176<sup>0</sup> E 410 34' 108<sup>0</sup>

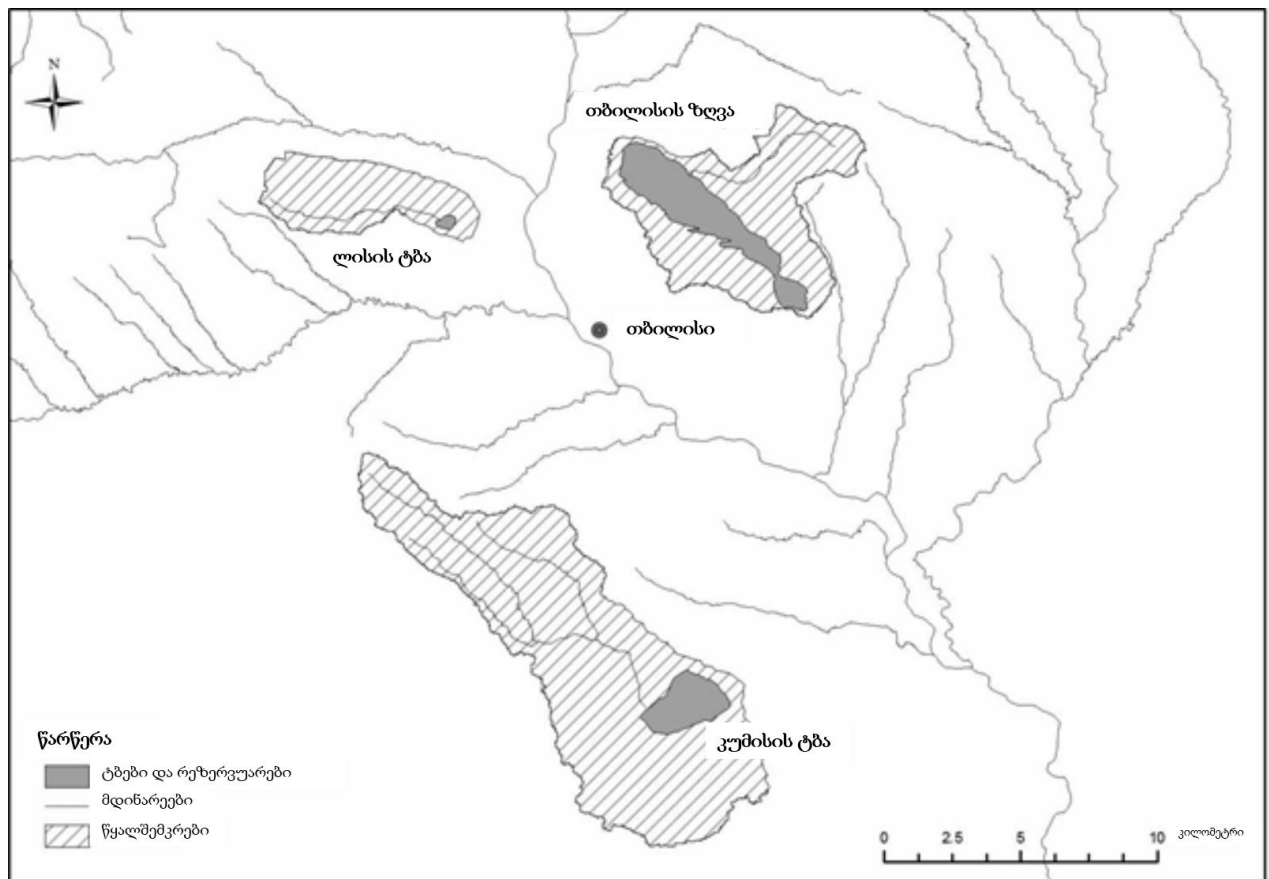
ბათუმის ბულვარის სანაპირო N410 38' 552<sup>0</sup> E410 37' 617<sup>0</sup>

მწვანე კონცხის სანაპირო N410 44' 142<sup>0</sup>E410 41' 480<sup>0</sup>

მდინარე სუფსის შესართავი N420 00' 773<sup>0</sup>E 410 45' 059<sup>0</sup>

ასევე შესწავლილ იქნა სამი მრავალფუნქციური მტკნარი წყლის რეზერვუარი (იხ. სურ. 5): თბილისის ზღვა, რომელიც წარმოადგენს რეკრეაციულ ზონას და გამოიყენება სასმელი წყლისთვის, ლისის ტბა - რეკრეაციულ ზონა და მეთევზეობა, კუმისის ტბა - რეკრეაციული ზონა, მეთევზეობა და ირიგაცია.

სინჯების აღება ხდებოდა თითოეული ტბის ორი ადგილიდან:



**სურ. 5.** თბილისის სიახლოვეს არსებული წყალშემკრები ადგილების: თბილისის ზღვის, ლისისა და კუმისის ტბის რუკა. რუკაზე წარმოადგენილია, ჩვენს მიერ შესწავლილი წყლის რეზერვუარების ბუნებრივი მცირე შენაკადები და ხელოვნური კეების წყაროები (მაგ; თბილისის ზღვის იორის არხი და კუმისის ტბის ალგეთის არხი) ნაჩვენებია არ არის, რადგანაც ნაწილობრივ მიწისქვეშ მდებარეობენ. [90]

ქვემოთ ჩამოთვლილია მტკნარი და მომღაშო წყალსატევებიდან სინჯების აღების წერტილები მათი GPS კოორდინატების მითითებით:

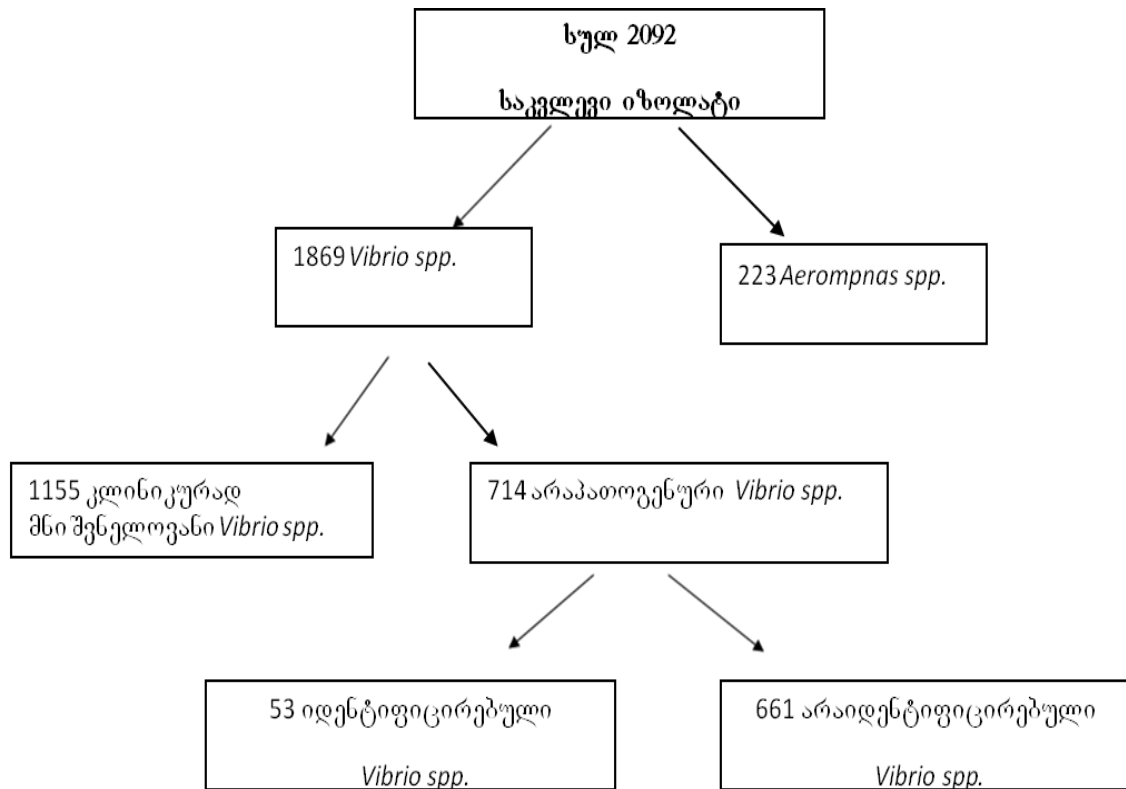
კუმისის ტბა: 1. -N 41 35.153<sup>0</sup>E 044 51.591<sup>0</sup>,  
2. - N 41 34.839<sup>0</sup>E 044 51.304<sup>0</sup>;

ლისის ტბა: 1. - N 41 44.440<sup>0</sup>E 044 44.261<sup>0</sup>,  
2. - N 41 44.483<sup>0</sup>E 044 44.326<sup>0</sup>;

თბილისის ზღვა 1. -N 41 46.150<sup>0</sup>E 044 48.904<sup>0</sup>,  
2. - N 41 45.765<sup>0</sup>E 044 50.308<sup>0</sup>.

## თავი 2. წყლის სინჯებიდან *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლისა და თბილისის მიმდებარე მტკნარი წყლის წყალსატევებიდან (თბილისის ზღვა, ლისისა და კუმისის ტბები) შეგროვდა 2092 საკვლევი ბაქტერიული იზოლატი. გამოყოფილი *Vibrio* გვარის იზოლატების უმეტესობა (85%) შეგროვდა წლის თბილ პერიოდში (მაისი-ოქტომბერი), ხოლო მცირე ნაწილი (15%) ცივ თვეებში (ნოემბერი-აპრილი). აერომონასები უფრო მეტად გავრცელებულნი აღმოჩნდნენ შემოდგომა-გაზაფხულის ტემპერატურულ პირობებში. იზოლატების შედარებით მეტი რაოდენობა გამოიყოფოდა კონცენტრირებული და გამდიდრებული წყლის სინჯებიდან მიკროპლანქტონის გამდიდრებულ და ჰომოგენიზირებულ სინჯებთან შედარებით. 1869 შტამი იდენტიფიცირდა როგორც *Vibrio*-ს სახეობა, ხოლო 223 – *Aeromonas*-ის სახეობა. იდენტიფიცირებული *Vibrio*-ს სახეობებიდან უმრავლესობა (62%) მიეკუთვნა კლინიკურად მნიშვნელოვან სახეობებს (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* და სხვ.). იზოლატების საერთო რიცხვის 1/3 შეადგინა არაპათოგენურმა სახეობებმა, რომელთა მცირე ნაწილის იდენტიფიცირება მოხდა სახეობის დონეზე (*V. pelagius*, *V. campbellii*, *V. splendidus*, *V. natriegens* და სხვა). [137] (იხ. ცხრილი 3).



**ცხრილი 3.** ვიბრიონებისა და აერომონასების რაოდენობრივი განაწილება.

*Vibrio* და *Aeromonas*-ის გვარის სახეობების საიდენტიფიკაციოდ ბერჯის სახელმძღვანელოს საფუძველზე შეიქმნა *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის სახეობების ეფექტური საიდენტიფიკაციო სქემა (იხ. ცხრილი 4,5,6,7). ცხრილი 6 და 7 მოცემულია გამოყოფილი იზოლატების ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის დეტალური თანმიმდევრობა.

### 2.1. წყლის სინჯებიდან *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება

*Vibrio* და *Aeromonas* გვარის შედარებით მოკლე და ეფექტური იდენტიფიკაციისთვის შემუშავებულ იქნა ბიოქიმიური სქემა (იხ. ცხრილი 5 და 7).

*Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფის მიზნით წყლის ნიმუშებიდან მზადდებოდა ოთხი ტიპის სინჯი: კონცენტრირებული და გამდიდრებული წყლის, გამდიდრებული და ჰომოგენიზირებული მიკროპლანქტონის სინჯები. სინჯებს გასამდიდრებლად ემატებოდა ტუტე პეპტონიანი წყალი, რომელიც მაღალი ტუტიანობის გამო *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების გამამდიდრებელ არეს წარმოადგენს. პეპტონი - პროტეინების ენზიმური გადამუშავების პროდუქტი - ნახშირბადის, აზოტის, ვიტამინებისა და

მინერალური ნივთიერებების წყაროა, ხოლო ნატრიუმის ქლორიდი არეგულირებს ოსმოსურ ბალანსს.

სინჯებიდან მიღებული მასალის იდენტიფიკაციისა და ფენოტიპური დახასიათების მიზნით ჩატარდა შემდეგი ტესტები:

- გათესვა სელექტიურ არეებზე (TCBS აგარი, T<sub>1</sub>N<sub>1</sub> აგარი);
- ჟელატინის მოხმარება (ჟელატინზე ზრდა, ჰიდროლიზი);
- ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის მოხმარება (0%, 6%, 8%);
- ციტოქრომ C ოქსიდაზას წარმოქმნა;
- D-გლუკოზის ოქსიდაცია და ფერმენტაცია;
- ნატრიუმის ციტრატის მოხმარება;
- ამინომჟავების: L-ლიზინისა და L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება, L-არგინინის დიჰიდროლიზირება;
- ნახშირწყლების ფერმენტაცია (საქაროზა, ლაქტოზა, D-მანოზა, L-არაბინოზა);

გამდირებული სინჯიდან მარყუჟით ხდებოდა ზედაპირული ნაზრდის აღება, რადგანაც *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმებს ახასიათებთ ზედაპირული ზრდა. ნაზრდი შემდეგ ითესებოდა TCBS აგარიან ფინჯნებზე. აერომონასების გამოყოფის მიზნით ნაზრდი ითესებოდა ამპიცილინ-დექტრინიანი აგარის ფინჯნებზე. მსგავსი პროცედურები ტარდებოდა კონცენტრირებული სინჯების შემთხვევაშიც, სადაც ხდებოდა უკვე ცალკეული კოლონიების გათესვა.

*Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების გამრავლება, სელექცია, კულტივირება და იდენტიფიცირება ხდებოდა ქვემოთ მოცემულ საკვებ არეებზე.

**TCBS აგარი** წარმოადგენს სელექტიურ საკვებ არეს *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმებისთვის.<sup>[26]</sup> იგი შეიცავს საქაროზას, რომლის ფერმენტაციის შედეგად წარმოიქმნება მჟავა. მჟავას იდენტიფიკაცია ხდება საკვებ არეში არსებული ინდიკატორების ბრომთიმოლის ლურჯისა და თიმოლის ლურჯის საშუალებით. მიკროორგანიზმების ზრდის შედეგად საკვები არე იღებდა ყვითელ, მწვანე ან ლურჯ შეფერილობას, რაც განასხვავებდა *Vibrio* გვარის სახეობებს ერთმანეთისგან. არაგებრიო სახეობების შემთხვევაში წარმოიქმნებოდა გოგირდწყალბადი და ნიადაგი იღებდა შავ ფერს. TCBS საკვებ არეში არსებული პეპტონი და საფუარის ექსტრაქტი წარმოადგენენ აზოტის, ვიტამინებისა და ამინომჟავების წყაროს. საკვებ არეში არსებული ნაღვლის მარილები უზრუნველყოფენ გრამ-დადებითი მიკროორგანიზმების ინჰიბირებასა და კოლიფორმების სუპრესიას. ნატრიუმის თიოსულფატი წარმოადგენდა გოგირდის წყაროს, რომელიც რკინის ციტრატთან კომბინაციით იწვევს გოგირდწყალბადის წარმოქმნის დეტექციას. საკვები არის ტუტე pH ხელს უწყობს ვიბრიონების გამრავლებას და თრგუნავს სხვა მიკროორგანიზმების ზრდას. TCBS აგარის შემცველი ფინჯნებიდან შეირჩეოდა ყვითელი, მწვანე და ზეთისხილისფერი კოლონიები. უნდა აღინიშნოს, რომ *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმებისთვის სელექტიურ TCBS აგარზე ასევე იზრდება *Aeromonas* გვარის წარმომადგენლებიც. ცხრილიდან 4-დან ჩანს, რომ TCBS აგარზე ყვითელი ფერის კოლონიებს წარმოქმნიდნენ *Vibrio* გვარის შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. alginolyticus*, ხოლო მწვანე ფერის კოლონიებს იძლეოდნენ შემდეგი სახეობები: *V. mimicus*, *G. (Vibrio) holisae*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. vulnificus*. *V. harveyi* კოლონიებს შეეძლოთ მიეღოთ როგორც მწვანე, ასევე

ყვითელი შეფერილობა. *V. parahaemolyticus* კოლონიები ძირითადად მწვანეა, მაგრამ იშვიათად შეიძლება იყოს ლურჯი ფერისაც.

სქემის მიხედვით გამოყოფილი იზოლატები *Vibrio* გვარის ბაქტერიების კულტივირებისთვის შემდეგ ითესებოდა T<sub>1</sub>N<sub>1</sub> აგარზე (იხ. ცხრილი 5). საკვებ არეში შემავალი ტრიპტონი, რომელიც კაზეინის პანკრეატული გადამუშავების პროდუქტია, შეიცავს: ამინომჟავებს, ვიტამინებსა და მინერალურ ნივთიერებებს.

ყოველი სინჯიდან ხდებოდა საშუალოდ 10 კოლონიის აღება. ამრიგად, თითოეული საიტიდან საწყისი იზოლატების რაოდენობა შეადგენდა ორმოცს. T<sub>1</sub>N<sub>1</sub> აგარზე გაზრდილი შტამების სუფთა კულტურების მისაღებად ითესებოდა ლურია-ბერტანის არეზე (LB საკვები არე).

ჟელატინაზას წარმოქმნისა და ნატრიუმის ქლორიდის მოხმარების საჭიროების განსაზღვრისათვის ყოველი შტამი ითესებოდა GA და GSA საკვებ არეზე. ფერმენტ ჟელატინაზას დეტექცია ხდებოდა კოლონიის გარშემო გამჭვირვალე გვირგვინის არსებობით. GA საკვებ არეზე ზრდის შემთხვევაში მიკროორგანიზმი არ მოიხმარდა მარილს, ხოლო GSA საკვებ არეზე ზრდის შემთხვევაში - მოიხმარდა 3%-იან ნატრიუმის ქლორიდს. აღსანიშნავია, რომ *Vibrio* გვარის ყველა კლინიკური სახეობა იზრდებოდა ჟელატინიან აგარზე. ჟელატინის ჰიდროლიზს ძირითადად (90%) ახდენდნენ შემდეგი სახეობები: *V. mimicus*, *V. metschnikovii*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus*, *V. natrieigenis*, *V. nereis* და *V. Pelagius*, ხოლო ჟელატინაზას ყველა შემთხვევაში (100%) წარმოქმნიდნენ შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. splendidus*, *V. campbellii*, *V. fischeri*, *V. nigripulchritudo*, *V. orientalis*. ჟელატინის ჰიდროლიზს არ ახდენენ: *V. cincinnatiensis*, *G.(Vibrio) holisae*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. harveyi*.

ციტოქრომ C ოქსიდაზას წარმოქმნის საიდენტიფიკაციოდ გამოიყენება N,N,N',N'-ტეტრამეთილენ-p-ფენილენდიამინით ან N,N-დიმეთილ-p-ფენილენდიამინით გაჟღენთილი დისკები.<sup>[148]</sup> ოქსიდაზა - დადებით მიკროორგანიზმებს გააჩნიათ ციტოქრომ ოქსიდაზა ან ინდოფენოლ ოქსიდაზა.<sup>[86]</sup> წარმოდგენილი ოქსიდაზები ახორციელებენ ელექტრონების ტრანსპორტს დონორი ნაერთებიდან (NADH) ელექტრონების აქცეპტორებზე (ჩვეულებრივ ჟანგბადი). ტესტის რეაგენტი N,N,N',N'-ტეტრამეთილენ-p-ფენილენდიამინის დიჰიდროქლორიდი ფერმენტ ოქსიდაზასთვის წარმოადგენს ელექტრონების ხელოვნურ დონორს. დაჟანგული რეაგენტი წარმოქმნის ფერად ნაერთს - ინდოფენოლ ლურჯს. ციტოქრომის სისტემა, ჩვეულებრივ, გვხვდება მხოლოდ აერობულ ორგანიზმებში, რომლებიც ჟანგბადს იყენებენ წყალბადის საბოლოო რეცეპტორად. ამ მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტია წყალი ან წყალბადის ზეჟანგი.<sup>[128]</sup> ოქსიდაზა-აქტივობის ტესტის დროს გამოიყენებოდა BIO-Rad ოქსიდაზა დისკები და 18-24 საათიანი კულტურის ნაზარდი ისეთი არედან, რომელიც არ შეიცავდა ფერმენტაციის უნარის მქონე ნახშირწყალს (GSA, GA). დადებითი შედეგის შემთხვევაში კულტურის გარშემო 10 წამის განმავლობაში წარმოიქმნება ლურჯი კონტური. ჩვენს მიერ შესწავლილ *Vibrio* გვარის სახეობებს შორის ოქსიდაზა უარყოფითი იყო მხოლოდ *V. metschnikovii*.

D-გლუკოზის ფერმენტაციის მექანიზმის დასადგენად ყოველი იზოლატი ჩხვლეტით ითესებოდა ჰიუ-ლეივსონის გლუკოზიან არეში. თითოეული იზოლატისთვის გამოიყენებოდა ორი სინჯარა, რომელთაგან ერთს, ჰაერისგან იზოლირების მიზნით, სტერილურად უკეთდებოდა ვაზელინის ზეთის თხელი ფენა. ჰიუ-ლეივსონი წარმოადგენს სელექტიურ საკვებ არეს, რომელზეც მიკროორგანიზმების კულტივირებისას D-გლუკოზის მოხმარება განიხილება ორი მექანიზმით: D-გლუკოზის ფერმენტაცია (ზეთმოსხმული სინჯარა) ან D-

გლუკოზის დაჟანგვა (უზეთო სინჯარა). დადებითი პასუხის დეტექცია ხდება ფერის ცვლილებით მეწამულიდან ყვითელში. *Vibrio* გვარის ყველა სახეობა ახდენდა D-გლუკოზის ფერმენტაციას ორივე მექანიზმით. შედეგად ვარჩევდით ისეთ მიკროორგანიზმებს, რომლებიც ორივე სინჯარაში კულტივირებისას წარმოქმნიდნენ ყვითელ ფერს, რაც მუშავს წარმოქმნის მაუწყებელი იყო.

სიმონსის ციტრატული მყარი საკვები არე გამოიყენება მიკროორგანიზმების უნარის გამოსავლენად მოიხმარენ თუ არა ნატრიუმის ციტრატს, როგორც ნახშირბადის წყაროს. საკვები არის მოხმარების შედეგად ფერი იცვლება მწვანედან ლურჯში, რაც ტუტე რეაქციაზე მიუთითებს. შედეგებმა აჩვენა, რომ ნატრიუმის ციტრატს 100%-ით მოიხმარდა სახეობების უმრავლესობა: *V. cholerae*, *V. mimicus*, *V. fluvialis*, *V. splendidus*, *V. natriegens*, *V. nigripulchritudo*, *V. orientalis*, *V. pelagius*. 90% დადებითი შედეგი ჰქონდა შემდეგ სახეობებს: *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. vulnificus*, *V. campbellii*. ნატრიუმის ციტრატს არ მოიხმარდა *Vibrio* გვარის შემდეგი სახეობები: *G.(Vibrio) holisae*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi*, *V. fischeri*.

ტრიპტონიანი თხევადი არე ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა შემცველობით (0%, 6%, 8%) გამოიყენება მიკროორგანიზმის მიერ კულტივირებისას მოხმარებული მარილის რაოდენობის დასადგენად. დადებით კონტროლად გამოიყენება ნახრდი ტრიპტონიანი თხევად არეში, რომელიც შეიცავს 4%-იან ნატრიუმის ქლორიდს. ინკუბაცია ხდებოდა 35-37°C-ზე 18-24 სთ. დადებითი შედეგი ისაზღვრებოდა სიმღვრივის წარმოქმნით. სავარუდო *V. cholerae*, *V. mimicus* და *V. metschnikovii* იზოლატები იზრდებოდნენ 1%-იან ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ არეში. 6%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ თხევად არეში იზრდებოდა ყველა სახეობა (90-100%), გარდა *V. fischeri*. ჰალოფილური *Vibrio* გვარის სახეობები (*V. alginolyticus*, *V. nereis* და *V. orientalis*, *V. parahaemolyticus*, *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. fluvialis* და *V. pelagius*) იზრდებოდნენ 8%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ საკვებ არეში. წარმოდგენილ საკვებ არეში საერთოდ არ იზრდებოდნენ შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. mimicus*, *G.(Vibrio) holisae*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. vulnificus*, *V. harveyi*, *V. fischeri* და *V. nigripulchritudo*.

ფალკოუს დეკარბოქსილირების ბაზალური საკვები არის საშუალებით დგინდება მიკროორგანიზმების მიერ ამინომჟავების დეკარბოქსილირების უნარი. მიკროორგანიზმებით კულტივირების შემდეგ სინჯარებს სტერილურად უკეთდება ვაზელინის თხელი ფენა. D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს საკვები არის pH მცირდება და მეწამული ფერი იცვლება ყვითელი ფერით. თუ მიკროორგანიზმი წარმოქმნის შესაბამისი ამინომჟავას დეკარბოქსილაზას, ახდენს ამინომჟავას დეკარბოქსილირებას, რის შედეგადაც მიიღება ამინები, საკვები არეს pH იზრდება და ფერი ყვითლიდან გადადის ბაც ან მუქ მეწამულ ფერში. ამინომჟავა L-ლიზინის დეკარბოქსილირებით მიიღება კადავერინი. კონტროლს წარმოადგენს მიკროორგანიზმის კულტივირება ბაზალურ არეში, რომელიც არ შეიცავს ამინომჟავას.

L-არგინინის დიჰიდროლაზას საკვლევი ტესტის ინკუბაცია ხდებოდა 35-37°C-ზე 18-24 სთ. L-არგინინი მიკროორგანიზმის მიერ წარმოქმნილი ჰიდროლაზას მოქმედებით გარდაიქმნება L-ორნიტინად, რომელიც შემდგომ დეკარბოქსილირდება პუტრისცინამდე. დადებითი შედეგის დროს წარმოიქმნება ვარდისფერი შეფერილობა. L-არგინინ დიჰიდროლაზას ტესტზე *Vibrio* გვარის სახეობების უმრავლესობის შემთხვევაში უარყოფით შედეგს ვიღებდით. დადებითი შედეგი ქონდათ შემდეგ სახეობებს: *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. fluvialis*, *V. metschnikovii*, *V. splendidus* და *V. orientalis*.

ამინომჟავების: L-ლიზინისა და L-ორნიტინის დეკარბოქსილირების ტესტის დროს შედეგების წაკითხვა ხდებოდა მეოთხე დღეს. L-ლიზინის დეკარბოქსილირებას ახდენდნენ შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. mimicus*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi* და *V. vulnificus*, *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. orientalis*. L-ორნიტინის დეკარბოქსილირებას *Vibrio* სახეობების უმრავლესობა არ ახდენდა, ხოლო დადებითი პასუხი ტესტზე ჰქონდათ შემდეგ სახეობებს: *V. cholerae*, *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* და *V. vulnificus*.

ბრომკრეზოლის მეწამულის შემცველი თხევადი ბაზალური არის საშუალებით დგინდება მიკროორგანიზმის მიერ ნახშირწყლების ფერმენტაციის უნარი. საკვებ არეს ჩათესვამდე სტერილურად ემატება 1% გამოსაკვლევი ნახშირწყალი, ხოლო ჩათესვის შემდეგ - ვახელინის ზეთის თხელი ფენა. ფერმენტაციის შედეგად არეს pH მცირდება, რაც იწვევს ფერის გადასვლას მეწამულიდან ყვითელში. ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა შემდეგი ნახშირწყლების ფერმენტაცია: საქაროზა, ლაქტოზა, D-მანოზა და L-არაბინოზა. საქაროზას ფერმენტაციას ახდენდნენ შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. metschnikovii*, *V. cincinnatiensis*, *V. fluvialis*, *V. alginolyticus*, *V. natrieigenis*, *V. nereis* და *V. orientalis*, *V. harveyi* და *V. splendidus*. მანოზას ფერმენტაციას ახდენდა თითქმის ყველა სახეობა, გარდა *V. fischeri*, *V. nereis* და *V. nigripulchritudo*. ლაქტოზას ფერმენტაციას არ ახდენდნენ არაკლინიკური *Vibrio* გვარის სახეობების უმრავლესობა: *V. splendidus*, *V. natrieigenis*, *V. campbellii*, *V. fischeri*, *V. nereis* და *V. orientalis*, *V. pelagius*. ნახშირწყალ L-არაბინოზას ფერმენტაციას ძირითადად არ ახდენენ *Vibrio* გვარის სახეობების უმრავლესობა, გარდა შემდეგი სახეობებისა: *V. cincinnatiensis*, *G. (Vibrio) holisae* და *V. natrieigenis*, *V. parahaemolyticus*.

*V. cholerae* და *V. mimicus* ბიოქიმიური ნიშან-თვისებების მიხედვით გვანან ერთმანეთს. უნდა აღინიშნოს, რომ მხოლოდ ეს ორი სახეობა 100%-ით იზრდება 1% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში. წარმოდგენილი სახეობების განსხვავება ხდებოდა ნახშირწყალ საქაროზას ფერმენტაციის უნარით. გამომდინარე იქიდან, რომ *V. cholerae* ახდენს საქაროზას ფერმენტაციას, *V. mimicus*-სგან განსხვავებით, TCBS აგარზე კოლონიები განსხვავდებოდნენ ფერის მიხედვით. კერძოდ, *V. cholerae* კოლონიები იყო ყვითელი ფერის, ხოლო *V. mimicus* - მწვანე. მიუხედავად ამისა, საბოლოო დადასტურება ხდებოდა ნახშირწყლების ფერმენტაციის ტესტის პასუხების მიღების შემდეგ. *V. cholerae* იზოლატებს შეიძლება არ მოეხდინათ მანოზას ფერმენტაცია, ხოლო *V. mimicus* იზოლატებს - ლაქტოზას ფერმენტაცია. ოქსიდაზას ტესტზე უარყოფითი პასუხის მიღებისას ვვარაუდობდით *V. metschnikovii*-ს. ძირითადი განმასხვავებელი *V. cincinnatiensis* და *G. (Vibrio) holisae* შორის აღმოჩნდა საქაროზას ფერმენტაციის უნარი, რაც გამოიხატებოდა როგორც TCBS აგარზე კოლონიების ფერის განსხვავებით (*V. cincinnatiensis* - ყვითელი კოლონიები, ხოლო *G. (Vibrio) holisae* - მწვანე კოლონიები), ასევე საქაროზას ფერმენტაციის ტესტით. *V. alginolyticus* და *V. parahaemolyticus* განმასხვავებელი მთავარი ბიოქიმიური ნიშან-თვისება იყო საქაროზასა (100%) და L-არაბინოზას (90%) ფერმენტაცია. საწყისი განსხვავება ერთმანეთისგან ხდებოდა TCBS აგარზე. *V. alginolyticus* წარმოქმნიდა ყვითელი ფერის კოლონიებს, ხოლო *V. parahaemolyticus* - მწვანე კოლონიებს. ზოგიერთ შემთხვევაში *V. parahaemolyticus* წარმოქმნიდა ლურჯი ფერის კოლონიებს. ნახშირწყალ L-არაბინოზას ფერმენტაციას არ ახდენდა *V. alginolyticus*, მაშინ როდესაც *V. parahaemolyticus* უმეტეს შემთხვევაში (90%) იყო დადებითი. *Ph. (Vibrio) damsela* განსხვავდებოდა *V.*



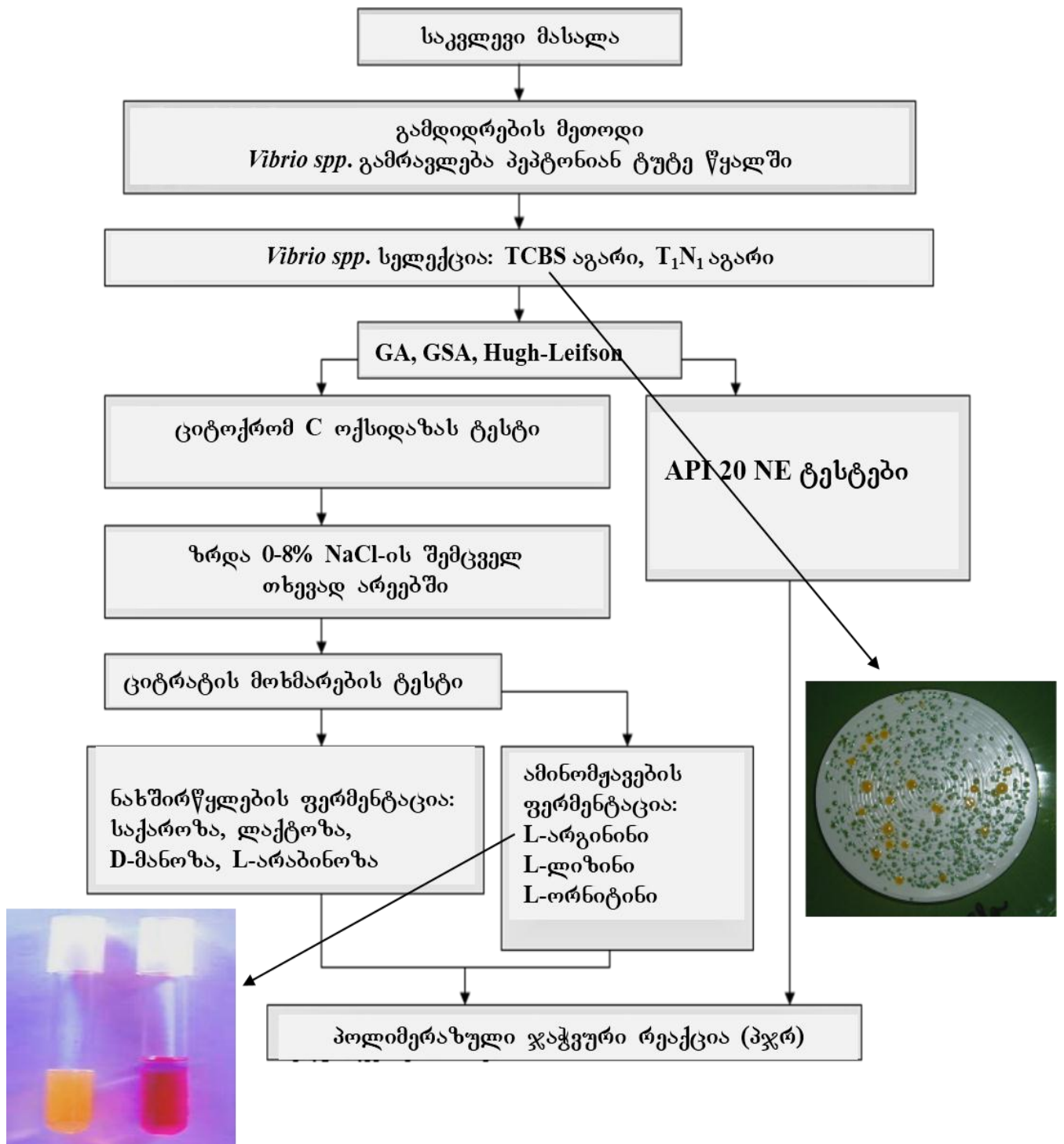
*vulnificus* და *V. harveyi* იზოლატებისგან L-არგინინის დიჰიდროლაზას არსებობით. *V. harveyi* იზოლატები განსხვავებით *V. vulnificus* იზოლატებისგან, მოიხმარდნენ საქაროზას (90%) და არ გააჩნდათ L-ორნიტინ დეკარბოქსილაზა.

არაპათოგენური *Vibrio* სახეობებს შორის მკვეთრად გამოხატული ბიოქიმიური პროფილი გააჩნდა *V. fischeri* იზოლატებს: არ ახორციელებდნენ ციტრატის მოხმარებას, არ იზრდებოდნენ 6% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში. არაპათოგენური სახეობების განმასხვავებელ ნიშან-თვისებებს ძირითადად წარმოადგენდნენ: ზრდა 8% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში, საქაროზასა და D-მანოზას ფერმენტაცია. 8%-იან ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში იზრდებოდნენ შემდეგი სახეობები: *V. natrieigenis*, *V. nereis*, *V. orientalis*, *V. pelagius*. საქაროზას ფერმენტაციას ახდენდნენ *V. natrieigenis*, *V. nereis*, *V. orientalis*, *V. splendidus* და *V. pelagius*. D-მანოზას ფერმენტაციას არ ახდენდნენ: *V. nereis* და *V. fischeri*, *V. nigripulchritudo*. L-არაბინოზას ფერმენტაციას ახდენდა მხოლოდ *V. natrieigenis*. L-ლიზინ დეკარბოქსილაზას წარმოქმნიდა მხოლოდ *V. campbellii*, ხოლო L-არგინინ დიჰიდროლაზას მხოლოდ - *V. nereis*. *V. natrieigenis* და *V. nereis* ერთმანეთისგან განსხვავდებოდნენ საქაროზას ფერმენტაციის უნარით. ხოლო *V. nereis* და *V. orientalis* შორის განმასხვავებელი ნიშანი იყო D-მანოზას ფერმენტაცია.

<i>Vibrio</i> -ს სახეობები	ფერი TCBS აგარზე	ციტოქრომ C ოქსიდაზა	ჰელატიზიზაცია	ჰელატიზინის ჰიდროლიზი	ნატრიუმის ციტრატის მოხმარება	0% ნატრიუმის ქლორიდზე ზრდა	6% ნატრიუმის ქლორიდზე ზრდა	8% ნატრიუმის ქლორიდზე ზრდა	D-გლუკოზის ოქსიდაზა	D-გლუკოზის ფერმენტაცია	საქაროზას ფერმენტაცია	D-მანოზას ფერმენტაცია	ლაქტოზას ფერმენტაცია	L-არაბინოზას ფერმენტაცია	L-ლიზინის დეკარბოქსილირება	L-არგინინის დეკარბოქსილირება	L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება
<i>V. cholerae</i>	ყვ	+	+	+	+	+	[+]*	-	+	+	+	[+]	+	-	+	-	+
<i>V. mimicus</i>	მწ	+	+	[+]	+	+	[+]	-	+	+	-	+	[+]	-	+	-	+
<i>V. metschnikovii</i>	ყვ	-	+	[+]	[+]	[+]	[+]	[+]	+	+	+	+	[+]	-	[+]	[+]	-
<i>V. cincinnatiensis</i>	ყვ	+	+	-	[+]	-	+	[+]	+	+	+	+	+	+	[+]	-	-
<i>Grimontia (Vibrio) holisae</i>	მწ	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Photobacterium (Vibrio) damsela</i>	მწ	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>V. fluvialis</i>	ყვ	+	+	[+]	+	-	+	[+]	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>V. alginolyticus</i>	ყვ	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	[+]
<i>V. parahaemolyticus</i>	ლ/მწ	+	+	+	-	-	+	[+]	+	+	-	+	+	[+]	+	-	+
<i>V. vulnificus</i>	მწ	+	+	[+]	[+]	-	[+]	-	+	+	[-]	+	[+]	-	+	-	[+]
<i>V. harveyi</i>	ყვ/მწ	+	+	-	-	-	+	-	+	+	[+]	[+]	+	-	+	-	-
<i>V. splendidus</i>		+		+	+	-	[+]	[-]	+	+	[+]	[+]	-	-	-	[+]	-
<i>V. natriegens</i>		+		[+]	+	-	+	+	+	+	+	[+]	-	+	[-]	-	[-]
<i>V. campbellii</i>		+		+	[+]	-	+	[-]	+	+	-	[+]	-	-	+	-	-
<i>V. fischeri</i>		+		+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>V. nereis</i>		+		[+]	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	[-]
<i>V. nigripulchritudo</i>		+		+	+	-	+	-	+	+	-	[-]	[+]	-	-	-	-
<i>V. orientalis</i>		+		+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	[+]	[+]	-
<i>V. pelagius</i>		+		[+]	+	-	+	[+]	+	+	[+]	+	[-]	-	-	-	[-]

ცხრილი 4. *Vibrio*-ს სახეობების საიდენტიფიკაციო ცხრილი.

\* - 90% დადებითია  
 \*\* - 90% უარყოფითია



ცხრილი 5. *Vibrio*-ს სახეობების საიდენტიფიკაციო ბიოქიმიური სქემა.

## 2.2. გამოყოფილი *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების მოლეკულურ-ბიოლოგიური იდენტიფიცირება

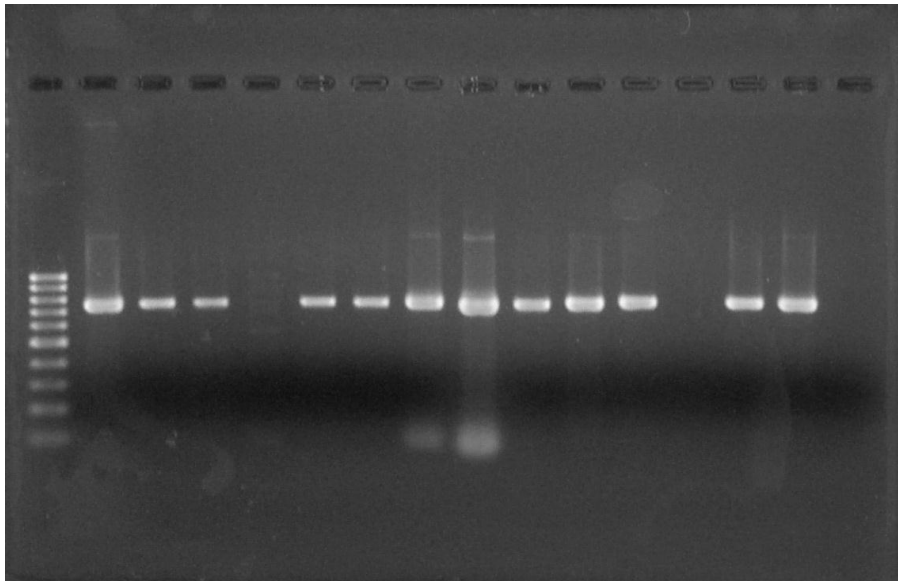
კვლევის მიზანს ასევე წარმოადგენდა ჩვენს მიერ შემუშავებული მოკლე ბიოქიმიური საიდენტიფიკაციო სქემის ეფექტურობის პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის ანალიზით დადასტურება. *Vibrio* გვარის მიკროორგანიზმების მოლეკულურ-ბიოლოგიური იდენტიფიცირება ჩატარდა ამერიკის შეერთებული შტატების მერილენდის უნივერსიტეტის პათოგენთა კვლევის ინსტიტუტის დოქტორ ანვარ ჰაკის ლაბორატორიაში. ბიოქიმიურად იდენტიფიცირებული *Vibrio* გვარის სახეობების 300 შტამზე გაკეთდა სტანდარტული და კოლაგენაზ-სამიზნე მულტიპლექსური პჯრ (სურ. 6-10). გამოყენებული იყო 5 სახეობის (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. metschnikovii*, *V. alginolyticus* და *V. mimicus*) სპეციფიკური პრაიმერები.

ამერიკაში გაგზავნილი *V. cholerae*-ს შტამები გამოყოფილი იყო ყველა საკვლევი წყლის რეზერვუარის წყლის სინჯებიდან (მტკნარი წყლის რეზერვუარები: ლისის ტბა, კუმისის ტბა და თბილისის ზღვა, ასევე შავი ზღვის საკვლევი ეკოსისტემები: ბათუმის ბულვარისა სანაპირო ზოლი, მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლი, მდინარე ჭოროხის შესართავი, მდინარე სუფსას შესართავი), *V. parahaemolyticus*-ის შტამები - შავი ზღვის საკვლევი წყლის ყველა ეკოსისტემიდან, *V. alginolyticus* და *V. metschnikovii* - ყველა საკვლევი წყლის ობიექტიდან, *V. mimicus*-ის შტამები გამოყოფილი იყო თბილისის ზღვის, ლისის ტბის, კუმისის ტბისა და მდინარე ჭოროხის შესართავის წყლის სინჯებიდან.

სხვადასხვა სახეობის შემთხვევაში ფენოტიპური კვლევის შედეგად მიღებული იდენტიფიკაციის შედეგი გენეტიკურად დადასტურდა საუკეთესო შემთხვევაში 100%-ით (*V. parahaemolyticus*), 98% - *V. cholerae*-ს შემთხვევაში, ხოლო ყველაზე უარეს შემთხვევაში 66.7% (*V. alginolyticus*). *V. metschnikovii*-სა და *V. mimicus*-ის დადასტურება მოხდა 80-86%-ით. საუკეთესო შედეგი მიღებული იქნა კლინიკურად მნიშვნელოვანი სახეობებისთვის. მიღებული ანალიზი მიუთითებს, რომ ფენოტიპური ტესტები საკმარისად ზუსტ დახასიათებას იძლევა და იდენტიფიკაცია შესაძლებელია მხოლოდ ამ ტესტების შედეგებზე დაყრდნობით. ზოგადად, საქართველოს წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი ვიბრიოს იზოლატების ფენოტიპური და პჯრ-ით იდენტიფიკაციის დადასტურების საშუალო მაჩვენებელი არის 86%. ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის პჯრ-ით დადასტურების სისწორე მოცემულია გრაფიკ 1-ზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ *V. cholerae* გამოვლენილ იქნა საკვლევი წყლის ყველა რეზერვუარში. მათ შორის უმრავლესობა აღმოჩნდა მტკნარ წყალსატევებში. *V. cholerae*-ს შემცველობაზე დადებითი შედეგები თანაბრად გადანაწილდა შავი ზღვის ყველა საკვლევი წერტილზე. მტკნარ და მომლამო წყალსატევებს შორის ლისის ტბა ყველაზე დიდი რაოდენობით შეიცავდა *V. cholerae*-ს გენომებს.<sup>[57]</sup>

ქვემოთ მოცემულია, პჯრ ანალიზის ნიმუშების სურათები *Vibrio*-ს სხვადასხვა შტამის შემთხვევაში.

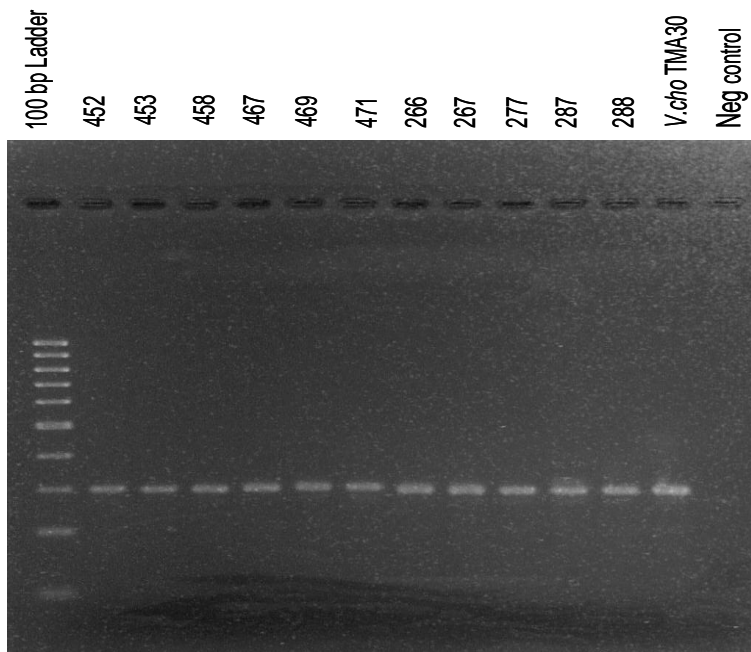


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

**სურ. 6. პჯრ *V. alginolyticus*.**

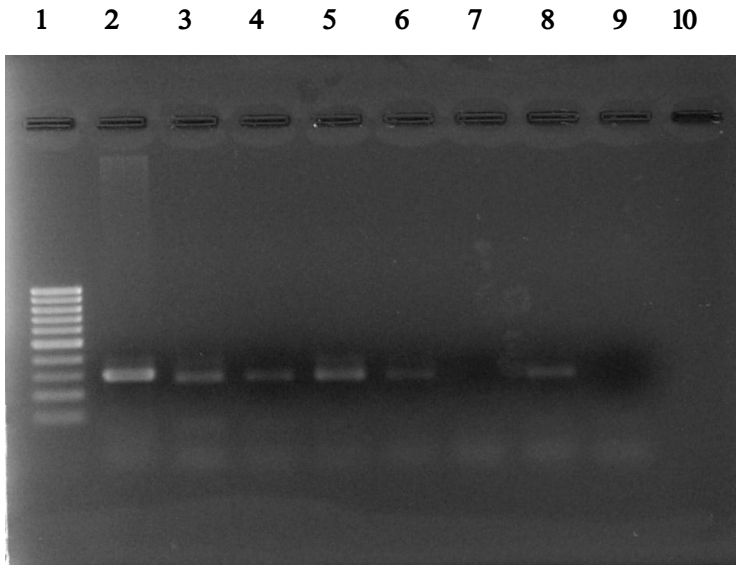
- 1 - მარკერი 100bp;
- 2-დადებითი კონტროლი;
- 3-15 –*V. alginolyticus*-ს შტამები.
- 16 - ნეგატიური კონტროლი.

როგორც სჩანს, რომ N5 და N13 შტამები უარყოფითია. ხოლო დანარჩენი 11 შტამი დადასტურდა, როგორც *V. alginolyticus*.



**სურ. 7. პჯრ *V. cholerae***

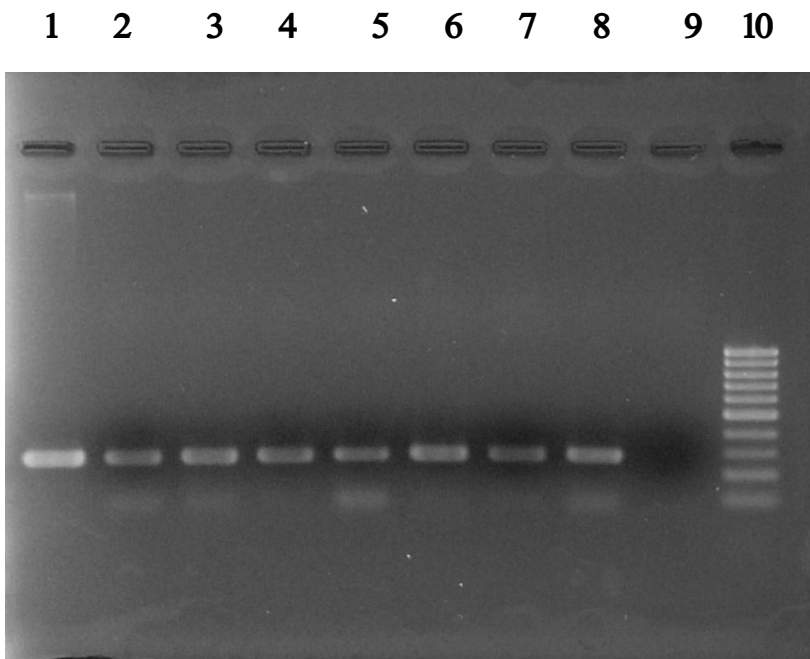
სურათზე წარმოდგენილია მარკერი 100bp; *V. cholerae*-ს შტამები; დადებითი კონტროლი *V. cho TMA30* და ნეგატიური კონტროლი.



**სურ. 8. პჯრ *V. mimicus***

- 1- მარკერი 100bp;
- 2-დადებითი კონტროლი;
- 3-9 –*V. mimicus*-ს შტამები.
- 10 - ნეგატიური კონტროლი (წყალი).

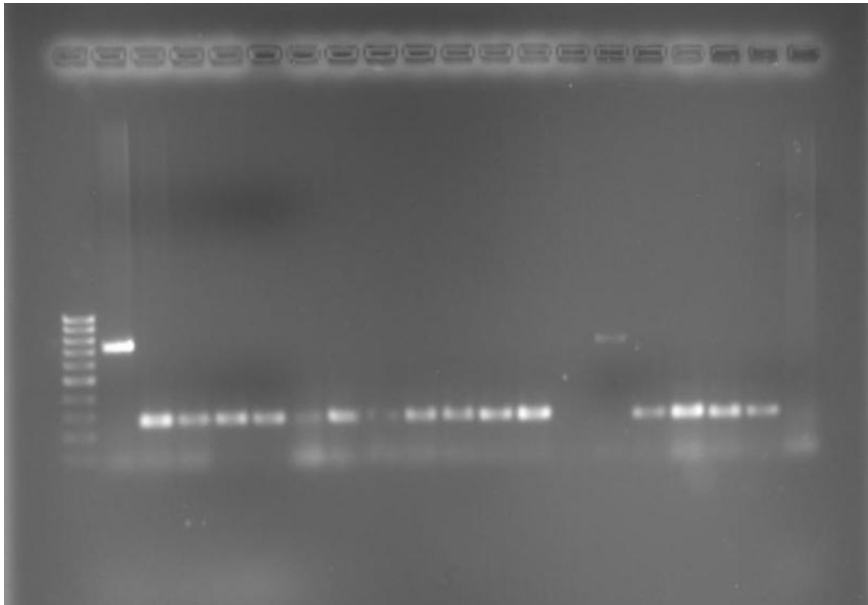
სურათიდან ჩანს, რომ შტამები: N3,N4,N5,N6,N8 დადასტურდა როგორც *V. mimicus*, ხოლო N7 და N9 შტამებმა მოგვცა უარყოფითი შედეგი.



**სურ. 9. პჯრ *V. parahaemolyticus***

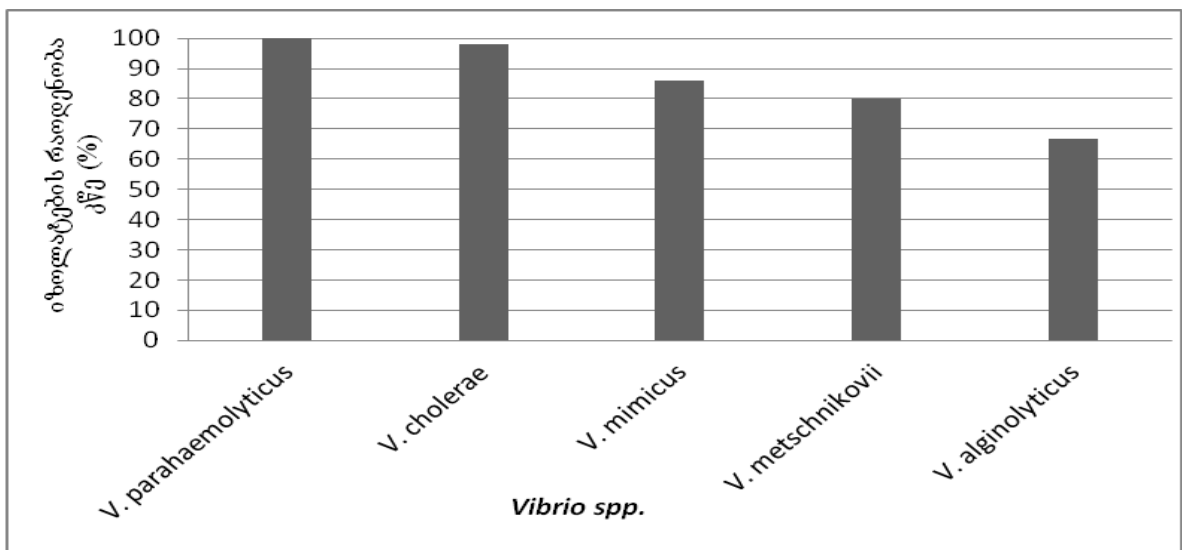
- 1- დადებითი კონტროლი.
- 2-8- *V. parahaemolyticus* შტამები
- 9- ნეგატიური კონტროლი.
- 10- მარკერი 100bp;

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



სურ. 10. კოლაგენაზა-სამიზნე მულტიპლექსური პჯრ.

- 1- მარკერი 100bp;
- 2- *V. alginolyticus*-ის დადებითი კონტროლი.
- 3- *V. parahaemolyticus*-ის დადებითი კონტროლი.
- 4-13- და 16-19- *V. parahaemolyticus*-ის შტამები.
- 14- უარყოფითი შედეგი.
- 15- *V. alginolyticus*-ის შტამი.
- 20- ნეგატიური კონტროლი.



გრაფიკი 1. *Vibrio*-ს სახეობების ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის პჯრ-ით დადასტურების სისშირე. რიცხვები გამოსახულია კოლონიის წარმომქმნელ ერთეულში (კწე).

### თავი 3. წყლის სინჯებიდან *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების გამოყოფა და ფენოტიპური იდენტიფიცირება

საგარაუდო *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების ბიოქიმიური იდენტიფიცირებისა და სახეობების შემდგომი განსაზღვრისათვის შეიქმნა ცამეტ პარამეტრზე დაფუძნებული ალგორითმი, რომელიც მოიცავდა: სელექტიურ ნიადაგებზე ზრდას, ნახშირწყლებისა და ამინომჟავების ფერმენტაცია/მოხმარებას. ალგორითმით ხდებოდა ექსპერიმენტული შედეგების შედარება *Vibrio* და *Aeromonas* ცნობილ, კარგად დახასიათებულ სტანდარტულ სახეობებთან. *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების თვისებების საკონტროლო შტამებთან დამთხვევისას განსხვავებული ბიოქიმიური პარამეტრებისთვის (P, [P]) ავინურობის გამოთვლა ხდებოდა სხვადასხვა წონის ფაქტორის გამოყენებით (ცხრილი 6,7).

სინჯებიდან მიღებული მასალის იდენტიფიკაციისა და ფენოტიპური დახასიათების მიზნით ჩატარდა შემდეგი ტესტები:

- გათესვა სელექტიურ არეებზე (ამპიცილინ დექსტრინიანი აგარი);
- ჟელატინის ჰიდროლიზი;
- ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის მოხმარება (0%, 1%);
- ციტოქრომ C ოქსიდაზას წარმოქმნა;
- D-გლუკოზის ოქსიდაცია და ფერმენტაცია;
- ნატრიუმის ციტრატის მოხმარება;
- ამინომჟავების: L-ლიზინისა და L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება, L-არგინინის დიჰიდროლიზირება;
- ნახშირწყლების ფერმენტაცია (საქაროზა, ლაქტოზა, D-მანოზა, L-არაბინოზა);

*Vibrio* და *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმებს შორის ძირითადი განმასხვავებელი ბიოქიმიური საკვები არეები იყო: TCBS აგარი, ამპიცილინ-დექსტრინიანი აგარი, ტრიპტონიანი თხევადი არე ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა შემცველობით. TCBS საკვები არე გამოიყენებოდა *Vibrio* გვარის იზოლატების გამოსაყოფად. თუმცა, მცირე რაოდენობით *Aeromonas* გვარის წარმომადგენლებიც იზრდებოდნენ. შემდეგ განსხვავება ხდებოდა 1%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის შემცველი ტრიპტონიანი თხევადი არით. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ *Aeromonas* გვარის სახეობები იზრდებიან უმარილო ან ძალიან დაბალი კონცენტრაციის (1%) ნატრიუმის ქლორიდის არსებობისას. *Vibrio* გვარის მსგავსი ბიოქიმიური თვისებების მქონე სახეობები არიან: *V. cholerae*, *V. mimicus* და *V. metschnikovii*. გამომდინარე აქედან, იზოლატები ითესებოდა: ამპიცილინ-დექსტრინიან აგარზე, 4-6% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევადი არით და იდგმებოდა L-არგინინ დიჰიდროლაზას ტესტი. ამპიცილინ-დექსტრინიან აგარსა და L-არგინინის დიჰიდროლაზას ტესტის შემთხვევაში *V. cholerae* და *V. mimicus* არ იზრდებოდნენ, ხოლო *V. metschnikovii* იდენტიფიცირდებოდა ციტოქრომ C ოქსიდაზას ტესტით.

*Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების შემთხვევაში მზადდებოდა კონცენტრირებული და გამდიდრებული წყლის სინჯები. იზოლატების კულტივირება ხდებოდა ამპიცილინ-დექსტრინიან საკვებ არეზე. წარმოდგენილ არეზე აერომონასების გარდა იზრდებოდა *Pseudomonas*-ის სახეობებიც, რომელთა იდენტიფიცირებაც ხდებოდა LB არეზე სპეციფიკური შეფერილობისა (მწვანე ფერი) და სუნის (ჟასმინის მსგავსი სურნელი) მიხედვით. ამპიცილინ-დექტრინიან



საკვებ არეზე *Aeromonas* გვარის ბაქტერიები იძლეოდნენ ყვითელ-მომწვანო ფერის კოლონიებს (იხ. ცხრილი 7). აერომონასის ყველა იზოლატი იზრდებოდა უმარლო ან 1% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევადი არეში, გააჩნდათ ციტოქრომ C ოქსილაზა, ახდენდნენ უელატინის ჰიდროლიზს, D-მანოზისა და D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნიდნენ მჟავას. D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს აირს წარმოქმნიდნენ: *A. eucrenophila*, *A. hydrophila*, და *A. veronii*, *A. salmonicida*, გაზს საერთოდ არ წარმოქმნიდნენ - *A. caviae*, *A. media*, *A. schuberti*, *A. sobria*. *Aeromonas* გვარის სახეობები ციტრატის მოხმარების მიხედვით განსხვავდებოდნენ. კერძოდ, ციტრატს მოიხმარდნენ: *A. veronii*, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. media* და *A. schuberti*. ციტრატს არ მოიხმარდნენ: *A. eucrenophila*, *A. salmonicida*, *A. sobria*. L-ლიზინ დეკარბოქსილაზა გააჩნდათ შემდეგ სახეობებს: *A. schuberti*, *A. sobria* და *A. veronii*, *A. hydrophila* და *A. salmonicida*, ხოლო L-ლიზინ დეკარბოქსილაზა არ გააჩნდათ: *A. caviae*, *A. eucrenophila*, *A. media*. L-არგინინ დიჰიდროლაზას წარმოქმნიდა ყველა სახეობას, გარდა *A. veronii*. L-ორნიტინ დეკარბოქსილაზას წარმოქმნის უნარი არ ქონდა არცერთ სახეობას, შეიძლება გამოემჟავა *A. veronii*. ნახშირწყლების ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნა წარმოადგენდა *Aeromonas* გვარის შიდასახეობრივ განმასხვავებელ ნიშან-თვისებას. L-არაბინოზას ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნიდნენ შემდეგი სახეობები: *A. caviae*, *A. eucrenophila*, *A. hydrophila*, *A. media*, *A. salmonicida*. L-არაბინოზას ფერმენტაციის დროს მჟავას არ წარმოქმნიდნენ: *A. schuberti*, *A. sobria*, *A. veronii*. ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს სახეობების უმრავლესობა მჟავას არ წარმოქმნიდა, ხოლო სახეობებს *A. caviae*, *A. hydrophila* და *A. media* შეეძლო მჟავას წარმოქმნა. საქაროზას ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნიდა ყველა სახეობა, გარდა *A. schuberti*.

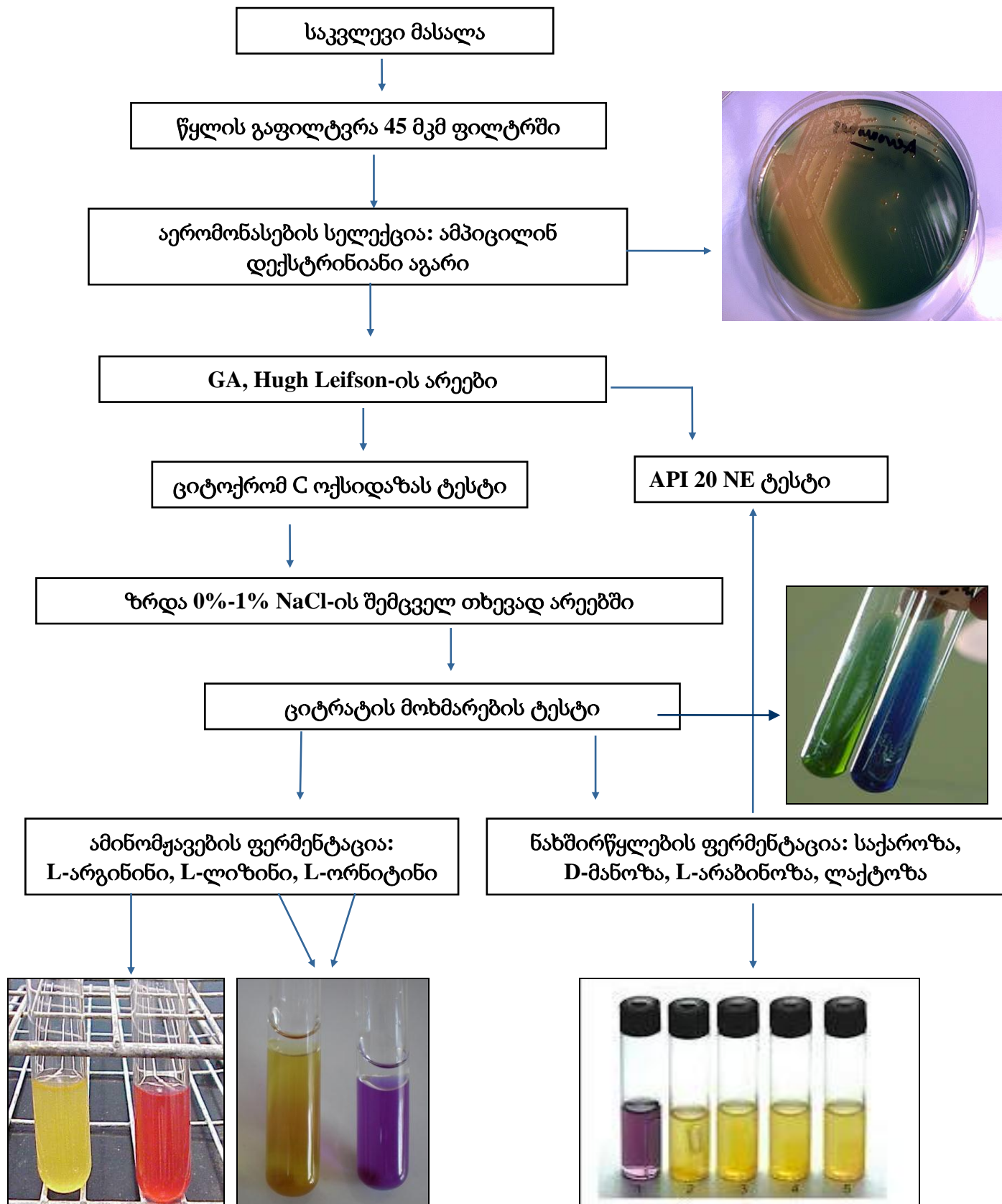
*Aeromonas* გვარის იზოლატების შიდასახეობრივი გადარჩევა, გარდა გვარისთვის დამახასიათებელი ზოგადი ბიოქიმიური თვისებებისა, ხდებოდა სახეობა-სპეციფიკური ნიშან-თვისებების მიხედვით. *A. caviae* და *A. eucrenophila* შორის განმასხვავებელი ბიოქიმიური ნიშნებს წარმოადგენდა *A. eucrenophila* უნარი D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნა გაზი, არ მოეხმარა ციტრატი და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს არ წარმოქმნა მჟავა. *A. hydrophila* იზოლატების იდენტიფიცირება ხდებოდა ციტრატის მოხმარებით, L-ლიზინ დეკარბოქსილაზას არსებობითა და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნის უნარით. *A. media* არ გააჩნდა L-ლიზინ დეკარბოქსილაზას და D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს გაზის წარმოქმნის უნარი. *A. salmonicida* არ მოიხმარდა ციტრატს, უმეტეს შემთხვევაში გააჩნდა L-ლიზინ დეკარბოქსილაზა, D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნიდა გაზს, ხოლო L-არაბინოზას ფერმენტაციისას - მჟავას. *A. schuberti* L-არაბინოზას, საქაროზასა და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს არ წარმოქმნიდა მჟავას, ხოლო D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს - გაზს. *A. sobria* L-არაბინოზას, და ლაქტოზას ფერმენტაციისას არ გააჩნდა მჟავას პროდუცირების უნარი, D-გლუკოზის ფერმენტაციისას კი - გაზის, არ მოიხმარდა ციტრატს. *A. sobria* საქაროზას ფერმენტაციისას წარმოქმნიდა მჟავას. *A. veronii* მოიხმარდა ციტრატს, იყო ერთადერთი სახეობა, რომელსაც არ გააჩნდა L-არგინინ დიჰიდროლაზა და შეეძლო L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება.

ბიოქიმიური ტესტებით იდენტიფიკაციის შემდეგ მოხდა იდენტიფიცირებული ვიბრიონებისა და აერომონასების შტამების ნაწილის დადასტურება API 20 NE საიდენტიფიკაციო სისტემით.

<i>Aeromonas</i> -ის სახეობები	ფერი ამპიცილინ დექსტრინიან აგარზე	0% ნატრიუმის ქლორიდზე ზრდა	1% ნატრიუმის ქლორიდზე ზრდა	ციტოქრომ C ოქსიდაზას ტესტი	ნატრიუმის ციტრატის მოხმარება	L-ლიზინის დეკარბოქსილირება	L-არგინინის დიჰიდროლიზირება	L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება	ჟელატინის ჰიდროლიზი	D-გლუკოზის ფერმენტაცია	D-გლუკოზის ოქსიდაცია	L-არაბინოზას ფერმენტაცია	ლაქტოზას ფერმენტაცია	D-მანოზას ფერმენტაცია	საკაროზას ფერმენტაცია
<i>A. caviae</i>	ქვ/მწ	+	+	+	[+]	-	+	-	+	+	-	+	[+]	[+]	+
<i>A. eucrenophila</i>	ქვ/მწ	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	[+]
<i>A. hydrophila</i>	ქვ/მწ	+	+	+	[+]	[+]*	+	-	+	+	+	+	[+]	[+]	+
<i>A. media</i>	ქვ/მწ	+	+	+	[+]	-	+	-	+	+	-	+	[+]	+	+
<i>A. salmonicida</i>	ქვ/მწ	+	+	+	-	[+]	[+]	-	+	+	[+]	[+]	-	+	[+]
<i>A. schuberti</i>	ქვ/მწ	+	+	+	[+]	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>A. sobria</i>	ქვ/მწ	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	[+]
<i>A. veronii</i>	ქვ/მწ	+	+	+	+	+	-	[+]	[+]	+	+	-	-	+	+

ცხრილი 6. *Aeromonas*-ის სახეობების საიდენტიფიკაციო ცხრილი.

\* - 90% დადებითია



ცხრილი 7. *Aeromonas*-ის სახეობების საიდენტიფიკაციო ბიოქიმიური სქემა.

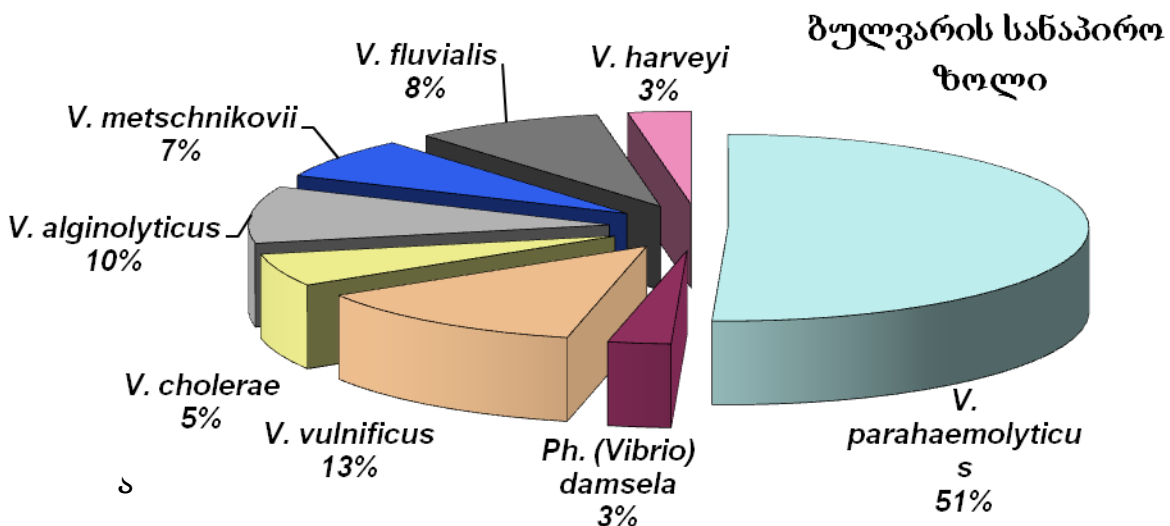
**თავი 4. შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია**

ბიოქიმიური იდენტიფიკაციის საფუძველზე ჩვენს მიერ შესწავლილი წყლის ეკოსისტემებიდან სულ გამოიყო ვიბრიონების 19 სახეობა (კლინიკური ვიბრიონების - 11 და არაპათოგენური ვიბრიონების 8 სახეობა) და აერომონასების 8 სახეობა. კვლევამ აჩვენა რომ წარმოდგენილ მიკროორგანიზმებს შეუძლიათ ერთ ეკოლოგიურ ნიშაში თანაარსებობა.

**4.1. კლინიკური *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია**

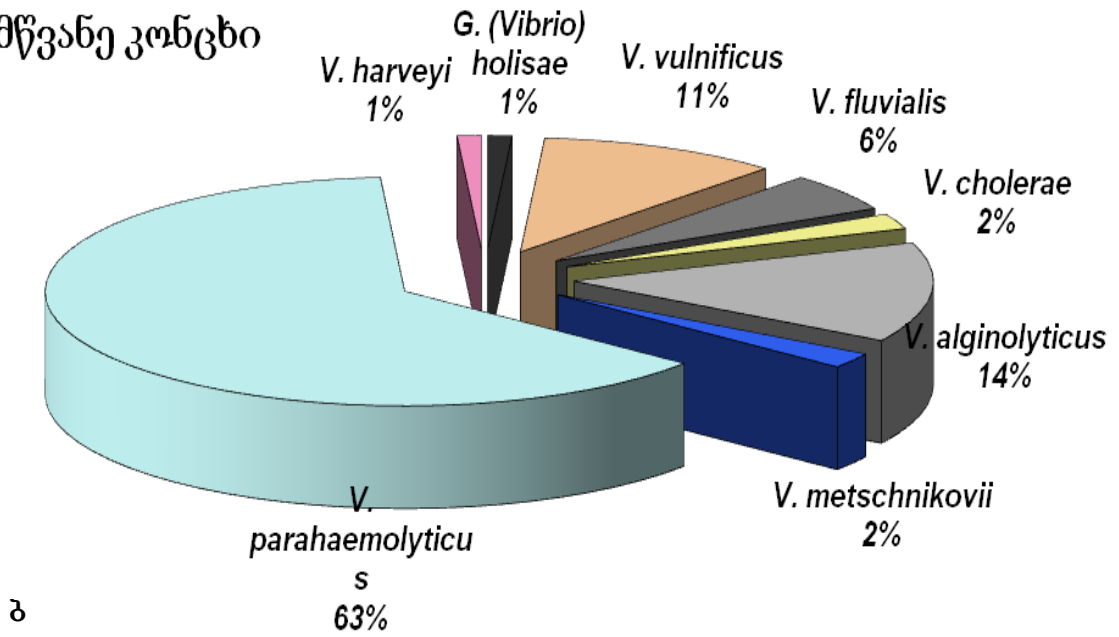
შავი ზღვის სანაპირო ზოლიდან სულ იდენტიფიცირდა 401 *Vibrio*-ს შტამი. 290 *Vibrio*-ს შტამი გამოიყო უშუალოდ შავი ზღვის წყლის სინჯებიდან, ხოლო 111 – შავი ზღვის პლანქტონური ფრაქციებიდან. წარმოდგენილი ექსპერიმენტული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მთლიანად საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლიდან ფენოტიპური მახასიათებლების მიხედვით იდენტიფიცირებულია კლინიკურად მნიშვნელოვანი *Vibrio* გვარის 11 სახეობა. უნდა აღინიშნოს, რომ სახეობათა რიცხვი მეტია მდ. ჭოროხისა და სუფსის შესართავებთან და შეადგენს 9-10; შედარებით ნაკლებია ბათუმის ბულვარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლში – დაახლოებით 8 (იხ. გრაფიკი 2). შავი ზღვის პლანქტონთან ასოცირებული სახით 10 სახეობა იდენტიფიცირდა (იხ. გრაფიკი 3).

მტკნარი და მომლაშო წყალსატევების: თბილისის ზღვის, ლისისა და კუმისის ტბების წყლის სინჯებიდან სულ გამოიყო და *Vibrio*-ს სახეობებად იდენტიფიცირდა 754 კლინიკური შტამი. საქართველოს წარმოდგენილ ტბების ეკოსისტემებში გამოვლინდა ვიბრიონების რვა სახეობა. შედეგები მოცემულია გრაფიკზე 4. საქართველოს წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი ვიბრიონების სახეობების ბიომრავალფეროვნება მოცემულია ცხრილზე 8.



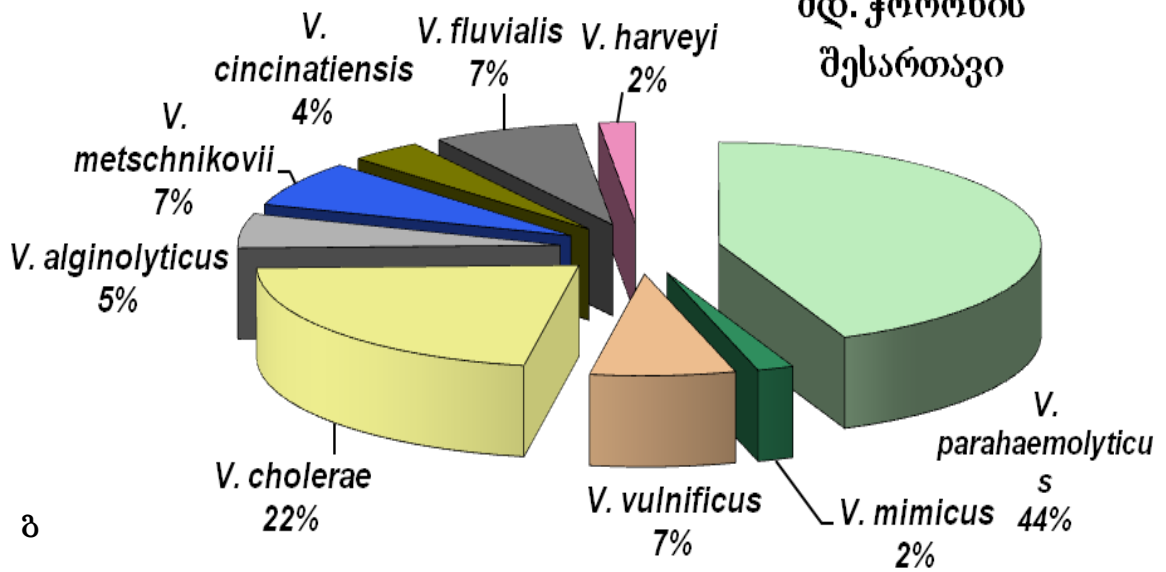
**გრაფიკი 2.** *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება შავი ზღვის ბულვარის სანაპირო ზოლის (ა) წყლის სინჯებში.

**მწვანე კონცხი**



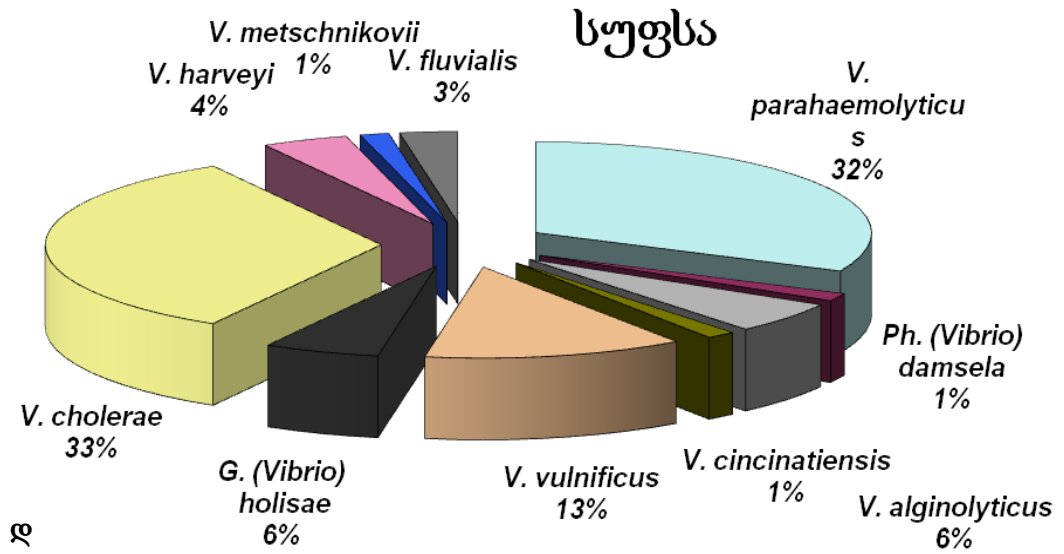
ბ

**მდ. ჭოროხის შესართავი**

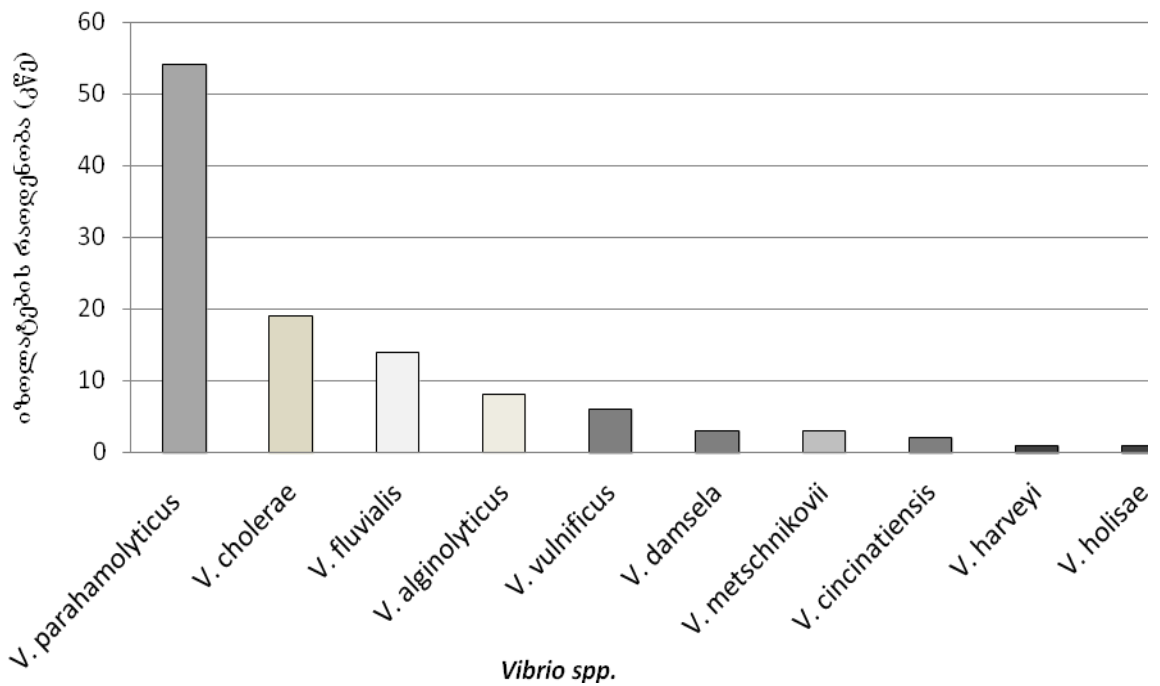


გ

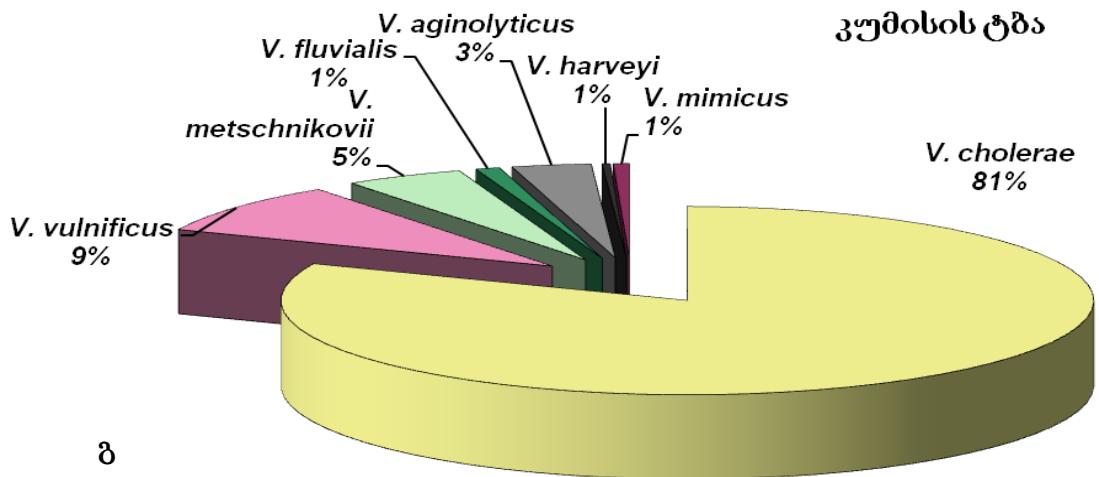
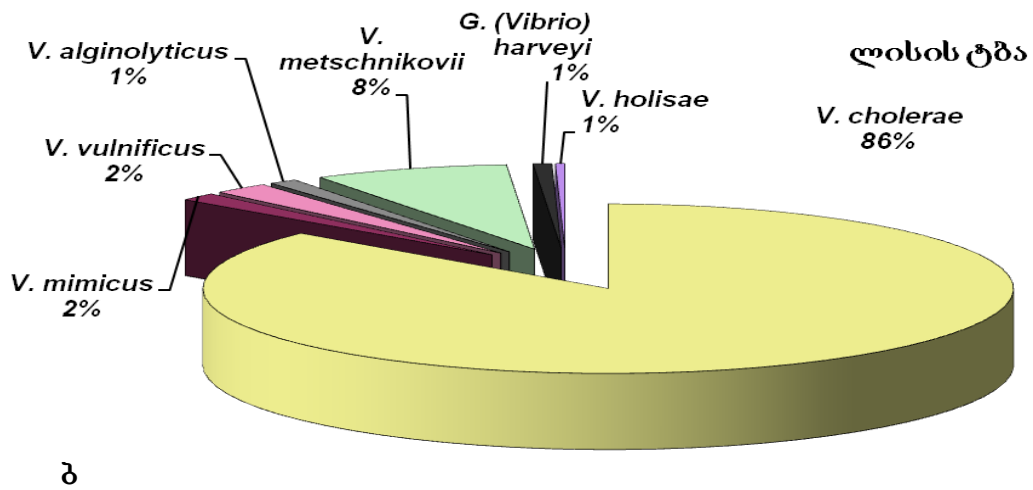
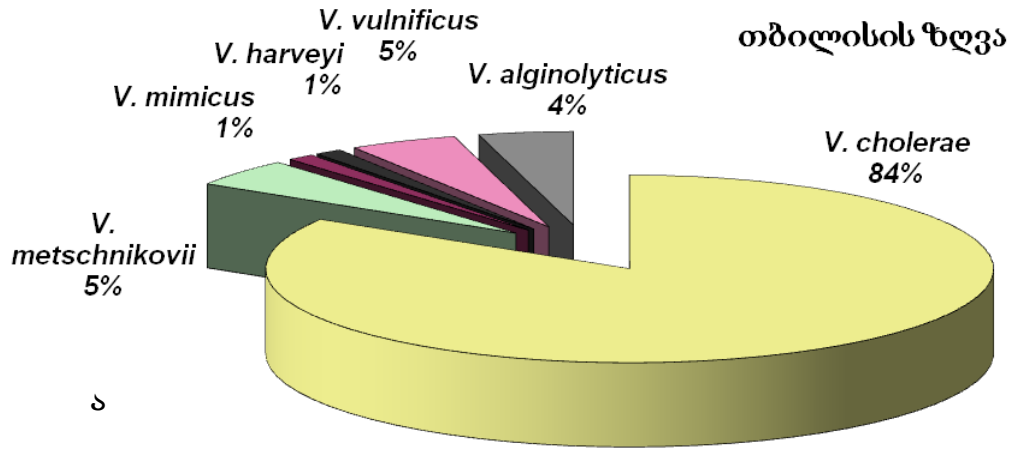
**გრაფიკი 2.** *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება შავი ზღვის მწვანე კონცხის (ბ) და მდინარე ჭოროხის შესართავის (გ) წყლის სინჯებში.



გრაფიკი 2. *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება შავი ზღვის მდინარე სუფსის შესართავის (დ) წყლის სინჯებში.



გრაფიკი 3. შავი ზღვის პლანქტონიდან გამოყოფილი კლინიკური *Vibrio*-ს სახეობების რიცხვები გამოსახულია კოლონიის წარმოქმნელ ერთეულში.



**გრაფიკი 4.** მტკნარი წყალსატევების წყლის სინჯებიდან: ა) – თბილისის ზღვა; ბ) – ლისის ტბა და გ) – კუმისის ტბა; გამოყოფილი კლინიკური *Vibrio*-ს სახეობები.

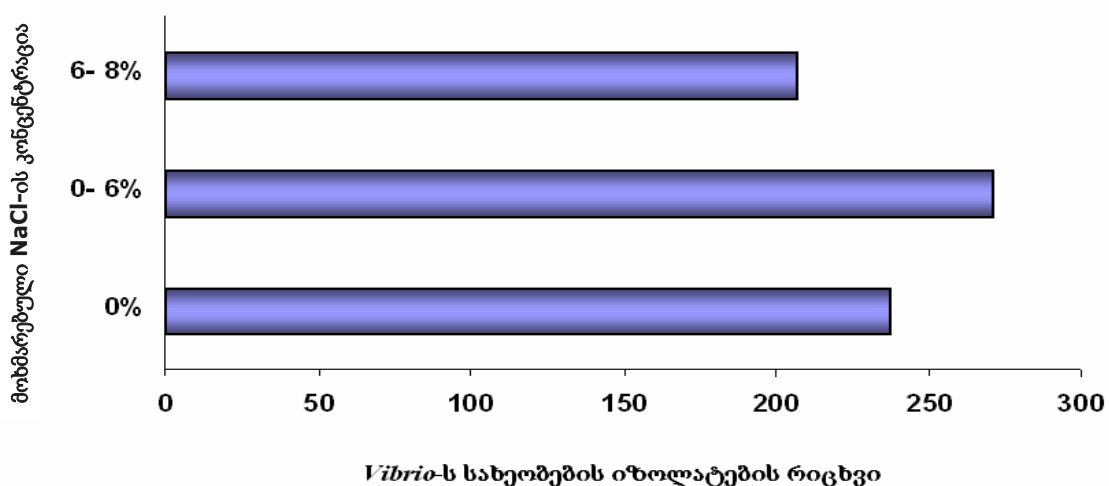
#### 4.2. არაპათოგენური *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია

კვლევის მიზანს ასევე წარმოადგენდა იმ *Vibrio* სახეობების იდენტიფიცირება, რომლებიც არ მიეკუთვნებოდა ცნობილ კლინიკურ *Vibrio* სახეობებს. 30 თვიანი მონიტორინგის შედეგად შეგროვდა 894 *Vibrio* იზოლატი. ფენოტიპური იდენტიფიკაციის შედეგად (13 პარამეტრზე დაფუძნებული ალგორითმი) ამ ჯგუფში შემავალი სახეობების დეტექცია არ მოხდა. შემდგომ მოვახდინეთ ალგორითმის მოდიფიკაცია (მარკერების რუკებზე დაფუძნებული ბიოლოგიური ნიმუშების საიდენტიფიკაციო პროგრამა). ახალი, მოდიფიცირებული ალგორითმის გამოყენების შედეგად იგივე 894 ვიბრიოს ჯგუფიდან 222 იზოლატი იდენტიფიცირდა სახეობის დონეზე. მათ შორის, 168 მიეკუთვნა უკვე არსებულ კლინიკურ ვიბრიონების იზოლატების ჯგუფს (*V. parahaemolyticus*, *V. mimicus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. metschnikovii*, *V. alginolyticus*). 11 იზოლატი აღმოჩნდა *Aeromonas* და *Proteus*.

53 *Vibrio* იზოლატი მიეკუთვნა ადამიანისთვის არაპათოგენური ვიბრიონების ჯგუფს. საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში სულ გამოვლინდა არაპათოგენური ვიბრიონების 8 სახეობა (იხ. გრაფიკი 6).

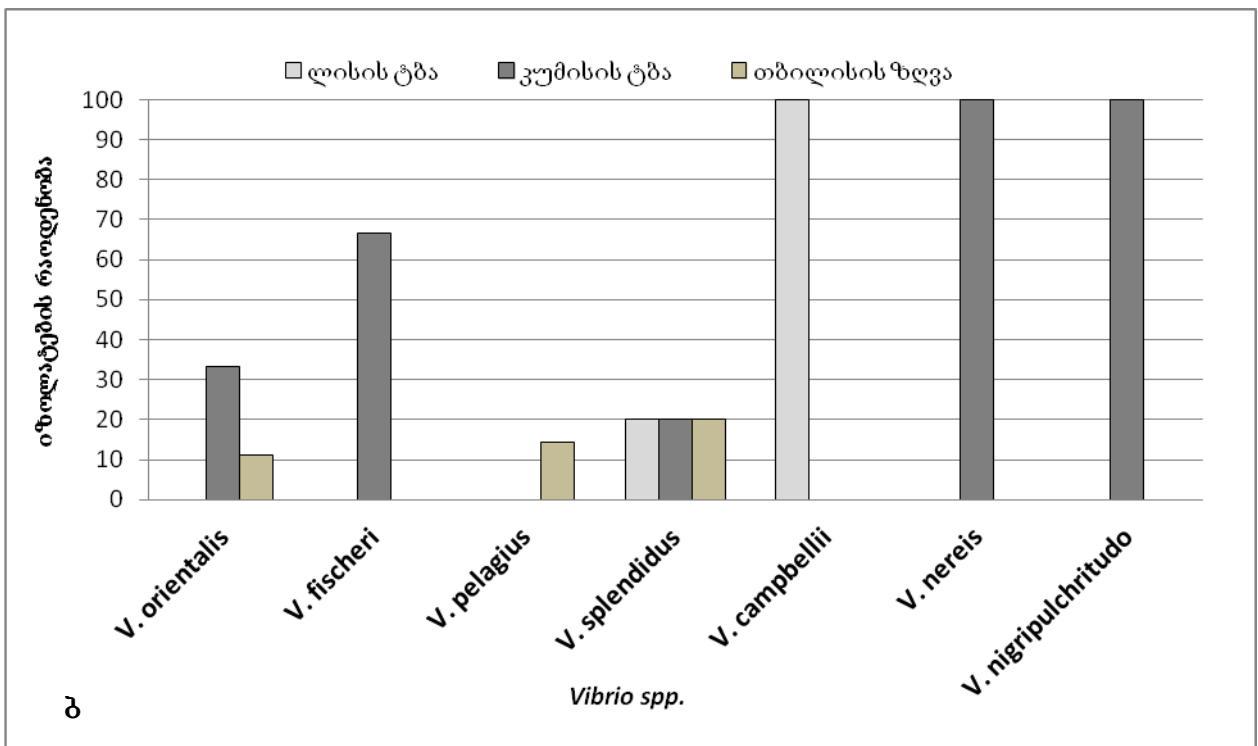
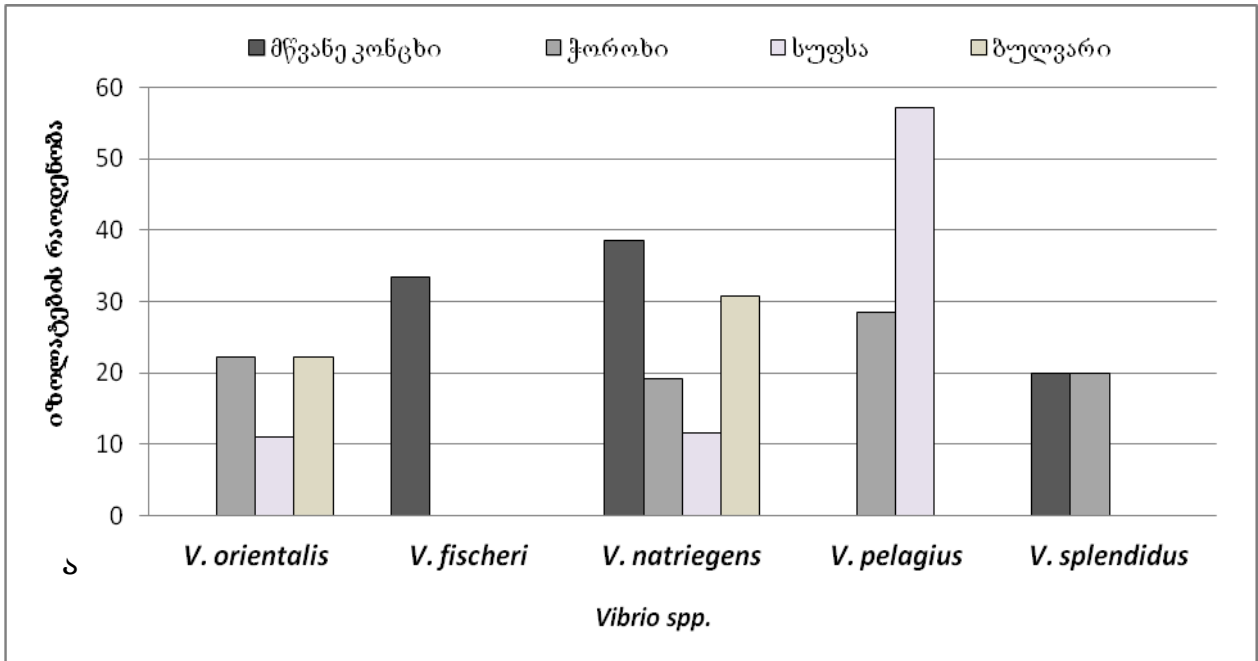
ბიოქიმიური თვისებების მიხედვით სავარაუდოდ *Vibrio* სახეობების 661 იზოლატი და 53 არაპათოგენური *Vibrio* სახეობა დაიყო მსგავს ჯგუფებად. (გრაფიკი 5). პირველი ჯგუფი - არაჰალოფილური ვიბრიონები (237 იზოლატი), მეორე ჯგუფი - შუალედური ჯგუფი (271 იზოლატი) და მესამე ჯგუფი - ჰალოფილური ვიბრიონები (207 იზოლატი).

უნდა აღინიშნოს, რომ *V. natriegens*-ის დეტექცია PCR-ESI-MS-ით მოხდა შავი ზღვის ყველა საკვლევი ადგილიდან: ჭოროხი, სუფსა, ბულგარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო, აგრეთვე მტკნარი წყალსატევებიდან: კუმისის ტბა, ლისის ტბა და თბილისის ზღვა.



გრაფიკი 5. *Vibrio*-ს სახეობების დაჯგუფება ნატრიუმის ქლორიდის მოხმარების მიხედვით. იზოლატების რაოდენობა გამოსახულია კოლონიის წარმომქმნელ ერთეულში.





გრაფიკი 6. არაპათოგენური *Vibrio*-ს სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს შავი ზღვისა (ა) და მტკნარი წყლის (ბ) გარემოში. იზოლატების რაოდენობა გამოსახულია კოლონიის წარმომქმნელ ერთეულში.

Vibrio-ს სახეობები	მტკნარი წყალსატევები			შავი ზღვის წყლის სინჯები			
	თბილისის ზღვა	ლისის ტბა	კუმისის ტბა	ბათუმის ბულვარი	მწვანე კონცხი	მდ. ჭოროხის შესართავი	მდ. სუფსას შესართავი
<i>V. cholerae</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. mimicus</i>	+	+	+	-	-	+	-
<i>V. parahaemolyticus</i>	-	-	-	+	+	+	+
<i>V. alginolyticus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. vulnificus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. metschnikovii</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. harveyi</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. fluvialis</i>	-	-	+	+	+	+	+
<i>Ph. (Vibrio) damsela</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>G. (Vibrio) holisae</i>	-	+	-	-	+	-	+
<i>V. cincinnatiensis</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>V. orientalis</i>	+	-	+	+	-	+	+
<i>V. natrigens</i>	-	-	-	+	+	+	+
<i>V. fischeri</i>	-	-	+	-	+	-	-
<i>V. pelagius</i>	+	-	-	-	-	+	+
<i>V. splendidus</i>	+	+	+	-	+	+	-
<i>V. campbellii</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>V. nereis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>V. nigripulchritudo</i>	-	-	+	-	-	-	-

ცხრილი 8. *Vibrio* სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.

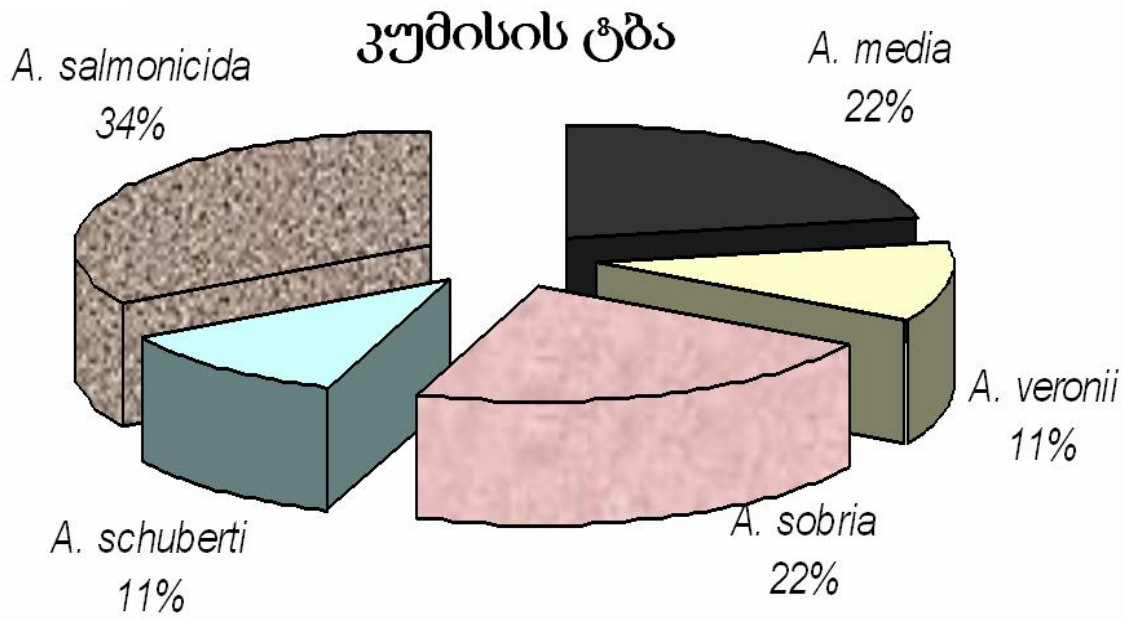
**თავი 5. შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი *Aeromonas*-ის სახეობების ბიომრავალფეროვნება და ეკოლოგია**

საქართველოს წყლის ეკოსისტემებიდან სულ გამოვლინდა აერომონასის 8 სახეობა. შესწავლილი იქნა აერომონასების ბიომრავალფეროვნება და გავრცელება (გრაფიკი 7). სახეობის დონეზე იდენტიფიცირდა 223 იზოლატი.

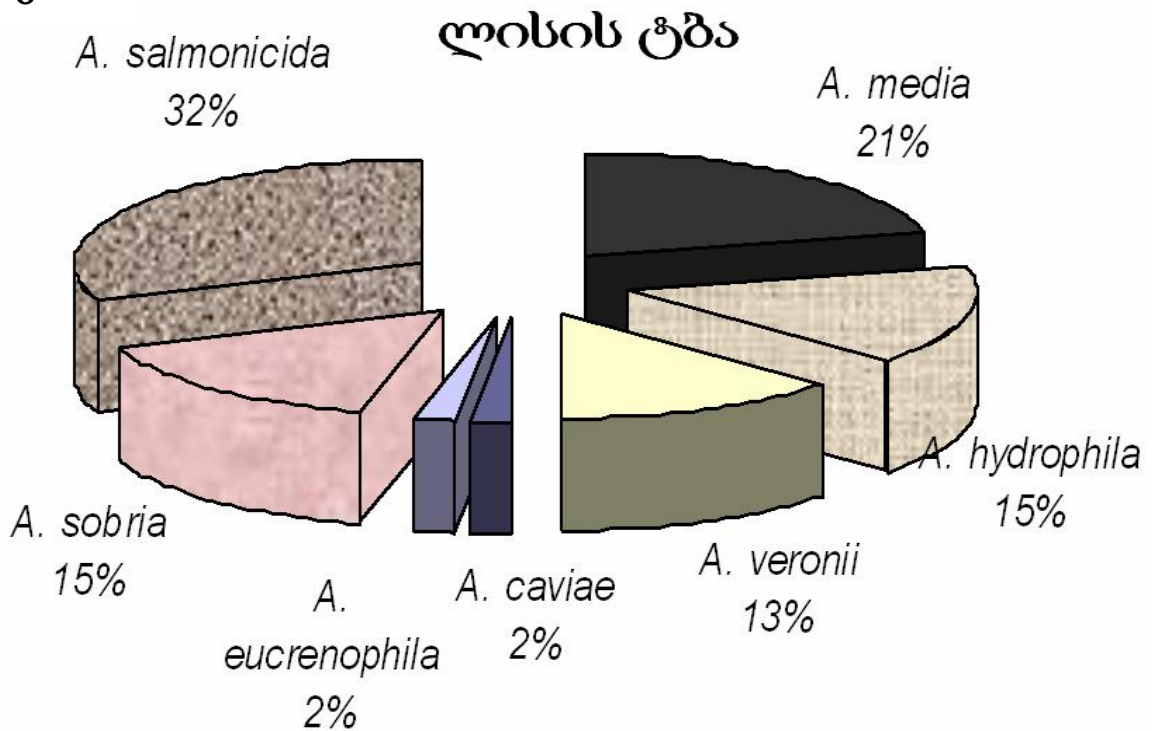
აერომონასების შტამების უმრავლესობა გამოიყო მტკნარი და მომლაშო წყალსატევებიდან: თბილისის ზღვა, კუმისის ტბა და ლისის ტბა (91.5%). ლისის ტბის წყლის სინჯებიდან გამოყოფილია შემდეგი სახეობები: *A. media*, *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. sobria*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. eucrenophila*. თბილისის ზღვის წყლის სინჯებიდან - *A. media*, *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. sobria*, *A. veronii*, *A. caviae*. კუმისის ტბიდან - *A. media*, *A. salmonicida*, *A. sobria*, *A. veronii* და *A. schuberti*. შავი ზღვის საქართველოს ზოლის წყლის სინჯებში აერომონასები დიდი რაოდენობით არ აღმოჩენილა. გამოიყო შემდეგი სახეობები: *A. salmonicida*, *A. hydrophila* და *A. caviae* (იხ. ცხრილი 9).

მტკნარ წყალსატევებში გავრცელებული *A. media*, *A. veronii*, *A. schuberti*, *A. sobria*, *A. eucrenophila*, ხოლო *A. hydrophila*, *A. caviae* და *A. salmonicida* გვხვდება როგორც ზღვის ასევე მტკნარ წყლებში.

ა



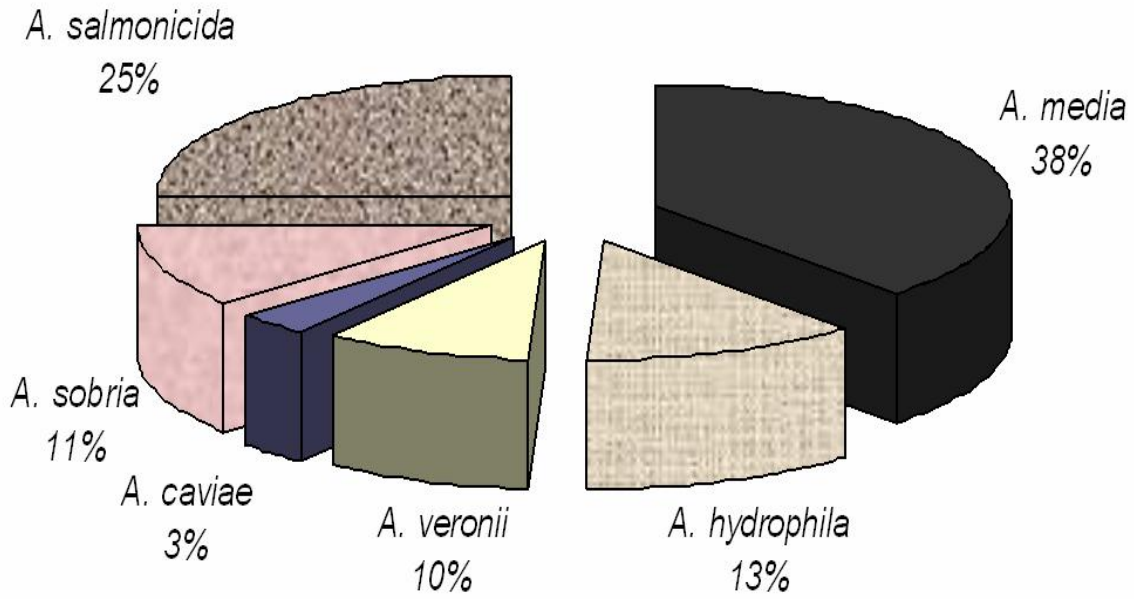
ბ



გრაფიკი 7. *Aeromonas*-ის სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.

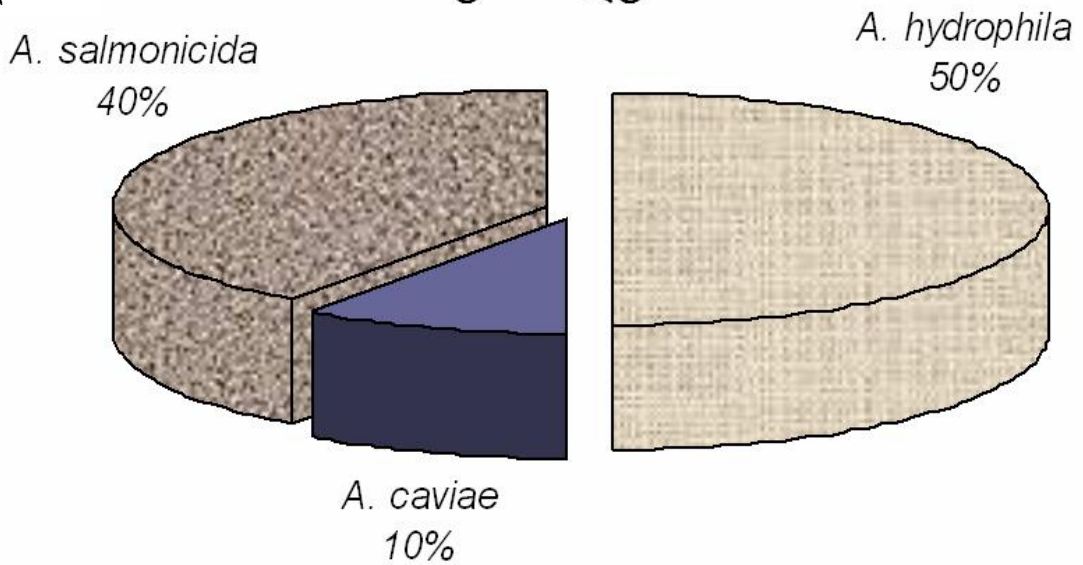
ბ

### თბილისის ზღვა



გ

### შავი ზღვა



გრაფიკი 7. *Aeromonas*-ის სახეობების ბიომრავალფეროვნება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.

Aeromonas-ის სახეობები	თბილისის ზღვა	ლისის ტბა	კუმისის ტბა	შავი ზღვა
<i>A. hydrophila</i>	+	+	-	+
<i>A. caviae</i>	+	+	-	+
<i>A. salmonicida</i>	+	+	+	+
<i>A. media</i>	+	+	+	-
<i>A. veronii</i>	+	+	+	-
<i>A. sobria</i>	+	+	+	-
<i>A. eucrenophila</i>	-	+	-	-
<i>A. schuberti</i>	-	-	+	-

**ცხრილი 9.** *Aeromonas*-ის სახეობების გავრცელება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში

გამოყოფილი *Aeromonas*-ის იზოლატები შემოწმდა ანტიბიოტიკების მიმართ მგრძობელობაზე (15 სტანდარტული ანტიბიოტიკი) დისკ-დიფუზიის მეთოდის გამოყენებით. ანტიბიოტიკების უმრავლესობის მიმართ *Aeromonas*-ის იზოლატები აღმოჩნდნენ რეზისტენტული. ეფექტური ანტიბიოტიკები იყო: კანამიცინი 30 მკგ, იმიპენემი 10 მკგ, სტრეპტომიცინი 10 მკგ, პოლიმიქსინ – B 300 U (ერთეული) და ციპროფლოქსაცინი 5 მკგ.

კვლევის ერთ-ერთი მიზანი იყო აერომონასის ბაქტერიოფაგების გამოყოფა საქართველოს წყლიან გარემოდან. 49 პირველადი ფაგური იზოლატის უმეტესი ნაწილი მიღებულ იქნა მტკნარი წყლის რეზერვუარებიდან. მასპინძელი შტამების სელექტიური ნაკრების გამოყენებით შესწავლილ იქნა ბაქტერიოფაგების ღიზისური სპექტრი. 17 საწყისი ფაგური ნარევის კლონირების შედეგად მიღებულ იქნა 10 ბაქტერიოფაგის კლონი, რომლებიც ეფექტური აღმოჩნდა შემდეგი შტამების მიმართ: *A. caviae*, *A. salmonicida*, *A. media* *A. hydrophila*.

**თავი 6. ეკოლოგიური ფაქტორების გავლენა *Vibrio*-ს და *Aeromonas*-ს სახეობების შემცველობაზე საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში**

შავი ზღვისა და მტკნარი წყლის თითოეული საკვლევი ადგილისთვის ისაზღვრებოდა ეკოლოგიური ფაქტორები: მარილიანობა, წყლის ტემპერატურა და წყალბადიონთა კონცენტრაცია მულტიპარამეტრული პორტატული მზომის (YSI 556 MPS) საშუალებით. დადგინდა მინიმალური, მაქსიმალური და საშუალო პარამეტრები (იხ. ცხრილი 10 და 11, ასევე გრაფიკები 8 და 9).

შავი ზღვის წყლის მინიმალური ტემპერატურა დაფიქსირდა ზამთრის პერიოდში. მდინარე ჭოროხის შესართავის წყლის მინიმალური ტემპერატურა იყო 7.9°C, ბათუმის ბუღვარის სანაპირო ზოლის- 8.0°C, მწვანე კონცხის წყალში- 8.6°C, ხოლო სუფსის შესართავის წყლის მინიმალური ტემპერატურა აღირიცხა 7.7°C. წყლის მაქსიმალური ტემპერატურა შავი ზღვის საკვლევი ადგილებში დადგინდა

ზაფხულის პერიოდში. იგი მერყეობდა 28.2-29.7°C-ის ფარგლებში. საშუალო ტემპერატურა ჭოროხისა და სუფსის შესართავებში იყო 16.7-16.6°C. ხოლო ბათუმის ბულვარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლში დადგინა 17.2-17.4°C.

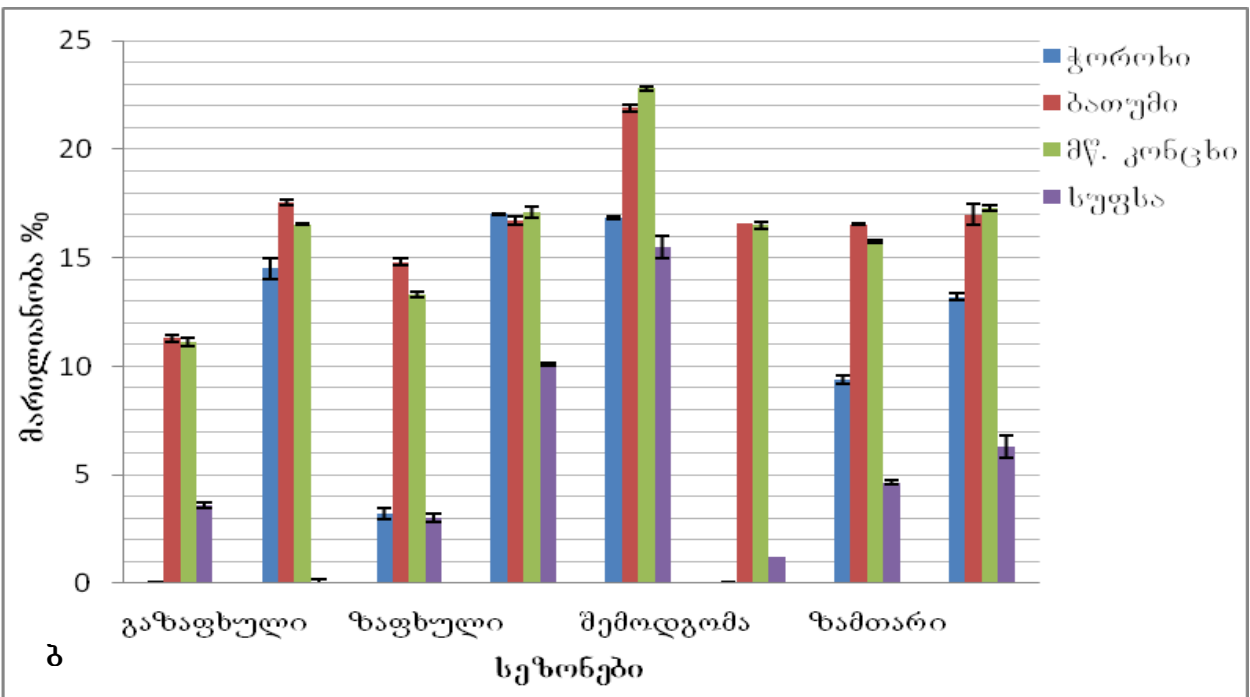
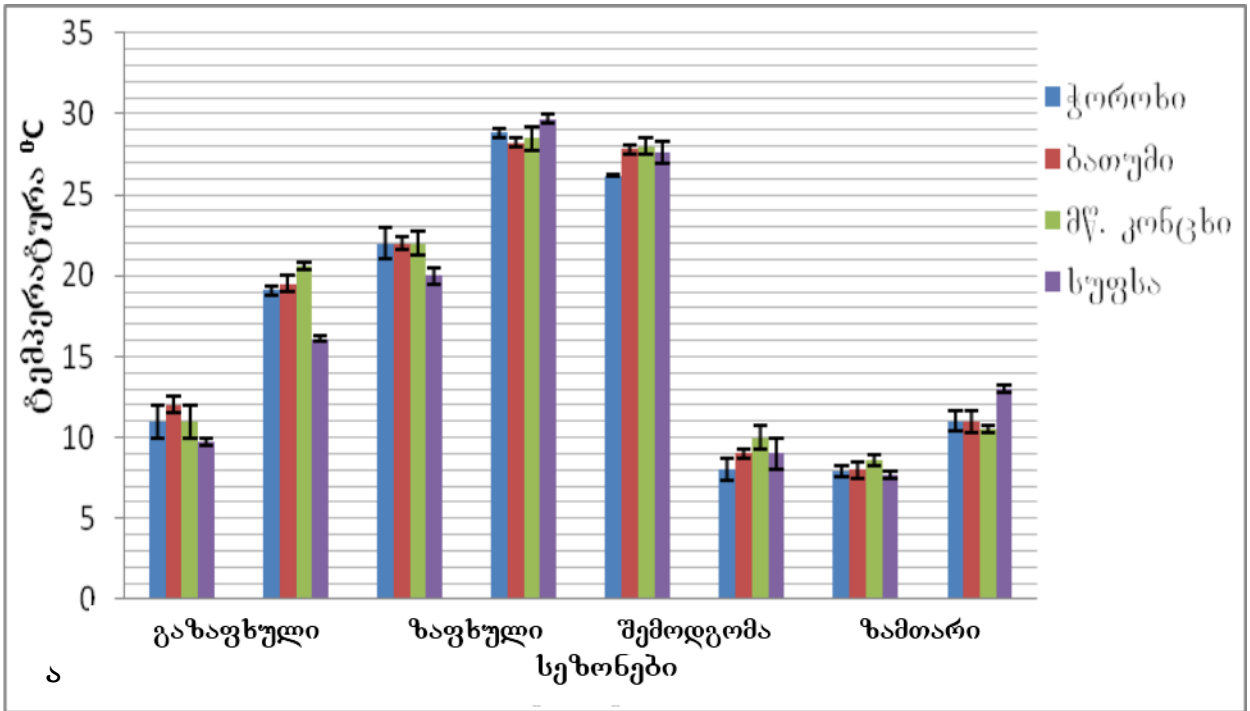
მარილიანობის განსაზღვრის დროს დადგინდა, რომ ბათუმის ბულვარისა და მწვანე კონცხის საშუალო მარილიანობა თითქმის ერთნაირი იყო (16.5-16.3‰). მინიმალური მარილიანობის მნიშვნელობა აღინიშნა ორივე საიტზე გაზაფხულის პერიოდში (11.3-11.1‰), ხოლო მაქსიმალური მნიშვნელობა – შემოდგომის თვეებში (21.9-22.8‰). სუფსის შესართავის წყალი ნაკლებ მარილიანი აღმოჩნდა (საშუალო მარილიანობა 6.3‰) ჭოროხის წყალთან შედარებით (12.4‰). ჭოროხისა და სუფსის წყალში მარილიანობის მაქსიმალური მნიშვნელობა აღინიშნა გაზაფხულის თვეებში (8.03-15.9‰). ჭოროხის წყალში მინიმალური მარილიანობა (3.2‰) დაფიქსირდა ზაფხულში, ხოლო სუფსაში (1.2‰) – შემოდგომის თვეებში.

წყალბად-იონთა კონცენტრაციის მნიშვნელობები სუსტად ვარირებდა სეზონების მიხედვით. შავი ზღვის ყველა საიტზე მათი მინიმალური მნიშვნელობა მერყეობდა 6-6.94-ის ფარგლებში ზაფხულის პერიოდში, ხოლო მაქსიმალური მნიშვნელობები იცვლებოდა 8.43-8.64 წლის განმავლობაში. შავი ზღვის საკვლევ ადგილებში pH-ის საშუალო მნიშვნელობა ვარირებდა 7.4-7.8 ფარგლებში.

თბილისის ზღვის წყლის მინიმალური მარილიანობა (0.08‰) აღინიშნა ზამთრის პერიოდში, ხოლო მაქსიმალური (0.19‰) - გაზაფხულზე. ჩატარებული მონიტორინგის პერიოდში თბილისის ზღვის საშუალო მარილიანობის მნიშვნელობა იყო 0.13‰. ლისის ტბის შემთხვევაში მარილიანობის მინიმალური მნიშვნელობა (1.38‰) დაფიქსირდა გაზაფხულზე, ხოლო მაქსიმალური 1.98‰ შემოდგომის პერიოდში. ლისის ტბის საშუალო მარილიანობა იყო 1.66‰. კუმისის ტბის მინიმალური მარილიანობა (2.84‰) აღირიცხა ზამთარში, ხოლო მაქსიმალური (4.97‰) – შემოდგომის პერიოდში. კუმისის ტბის მარილიანობის საშუალო მნიშვნელობა აღინიშნა 3.53‰.

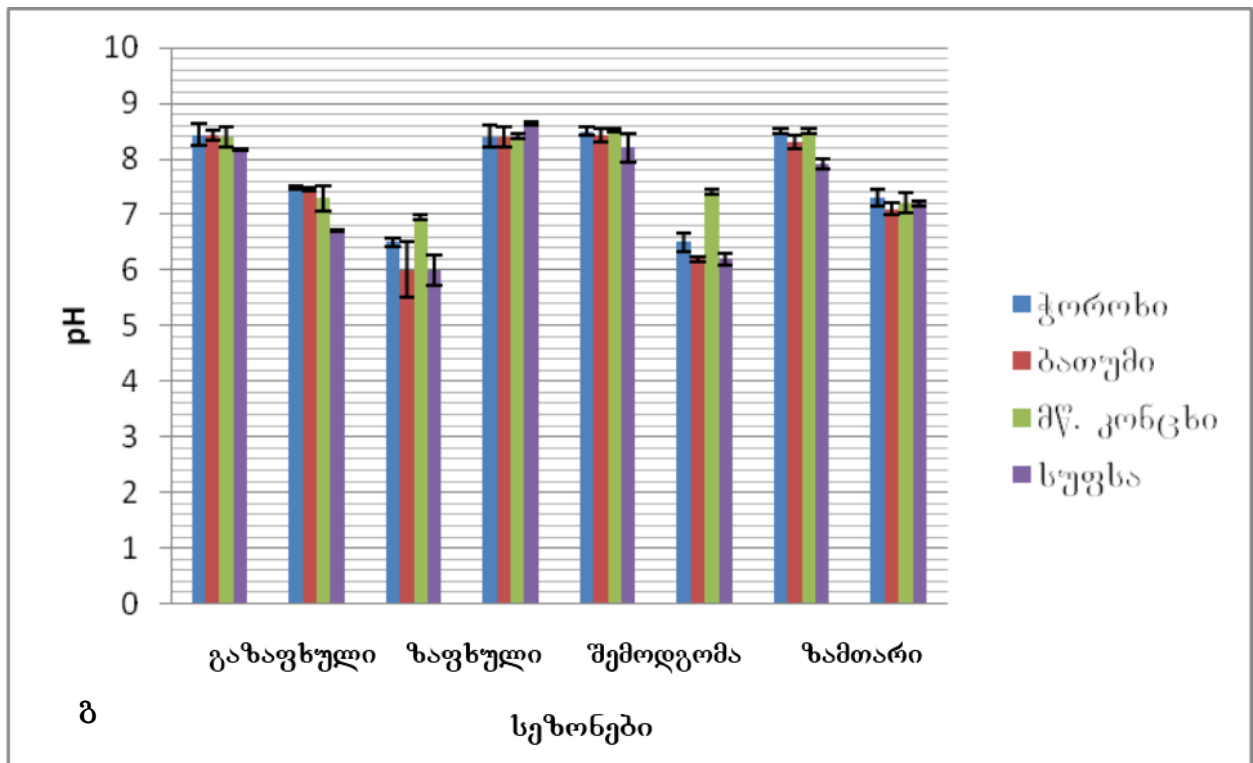
წყლის ტემპერატურა თბილისის ზღვაში დაფიქსირდა მაქსიმალური (27.3°C) ზაფხულის პერიოდში, ხოლო მინიმალური (4.38°C) - ზამთრის თვეებში. ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობა იყო 15.2°C. ლისის ტბის წყლის მაქსიმალური ტემპერატურა დაფიქსირდა ზაფხულში (30°C), ხოლო მინიმალური - ზამთარში (1.4°C). წყლის საშუალო ტემპერატურა აღირიცხა 14.6°C. ტბებში ყველაზე მაღალი ტემპერატურა იყო კუმისის ტბაში (32°C). კუმისის ტბის წყალში ზამთრის თვეებში დადგინდა მინიმალური ტემპერატურა 2°C. წყლის საშუალო ტემპერატურა იყო 15.9°C.

მტკნარ წყალსატევებში ჩვენს მიერ გაზომილი pH-ის მნიშვნელობა მცირედ ვარირებდა. საშუალო ნიშნული სამივე ტბაში აღირიცხა 7.6-7.7. მინიმალური მნიშვნელობები სამივე ტბის შემთხვევაში აღირიცხა ზაფხულის პერიოდში. თბილისის ზღვა- 6.2, ლისის ტბა- 6.3, ხოლო კუმისის ტბა- 5.5. რაც შეეხება მაქსიმალურ მნიშვნელობებს, თბილისის ზღვის შემთხვევაში იყო 8.6 გაზაფხულზე, ლისის ტბაში 8.4 ზამთრის პერიოდში, ხოლო კუმისის ტბაში pH-ის მაქსიმალური მნიშვნელობა იყო 8.8 გაზაფხულზე (იხ. გრაფიკი 9).



გრაფიკი 8. ტემპერატურის (ა) და მარილიანობის (ბ) ცვლილება სეზონურად შავ ზღვაში 2006-2008 წწ.



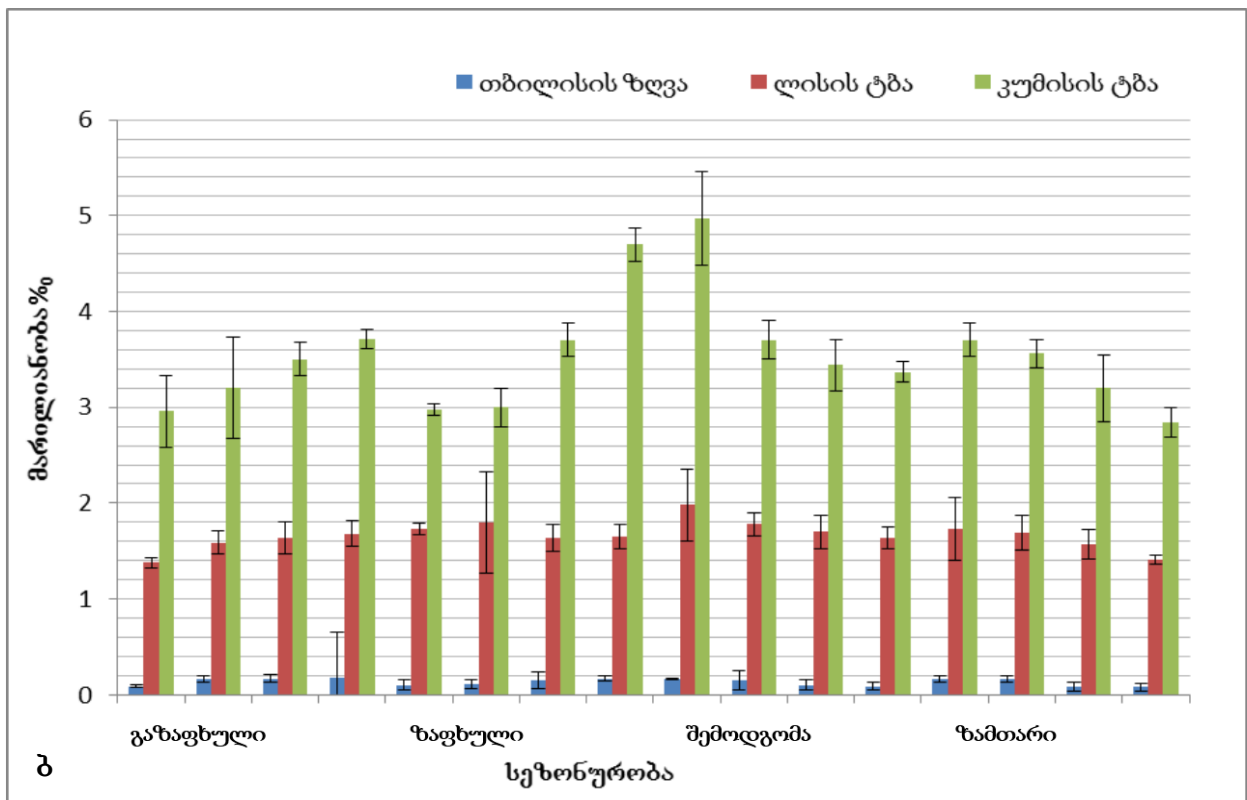
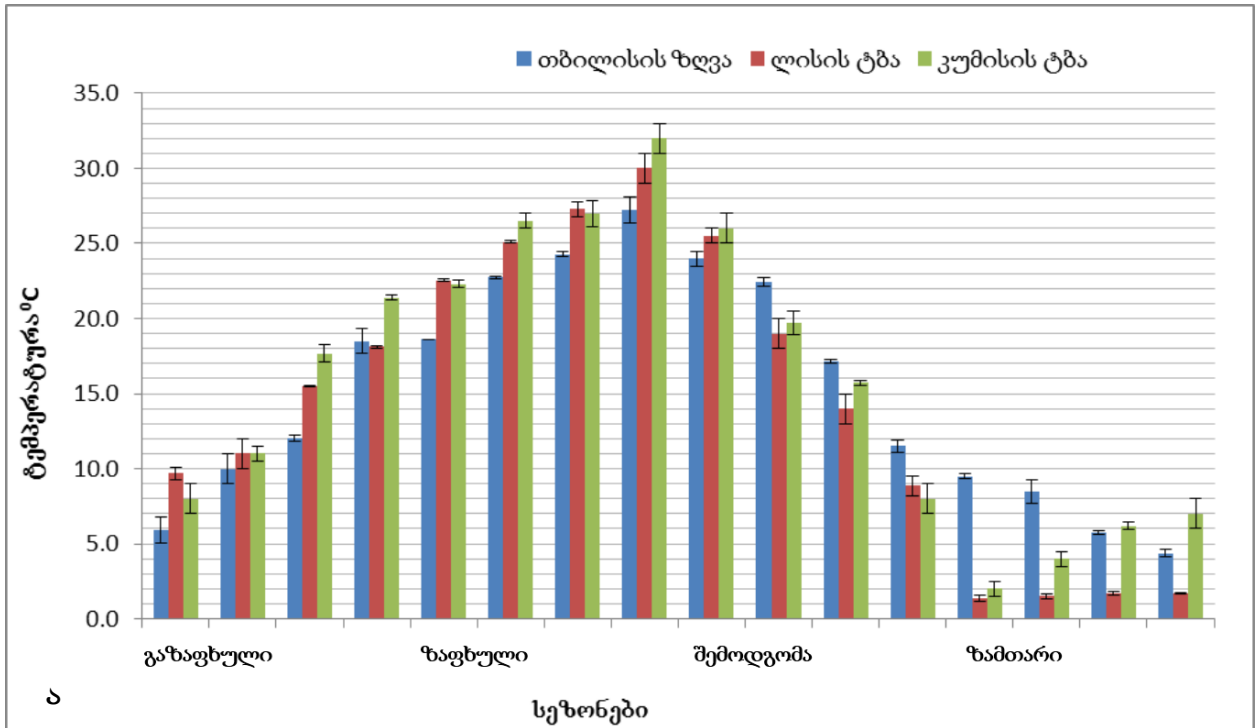


გრაფიკი 8. pH-ის (გ) ცვლილება სეზონურად შავ ზღვაში 2006-2008 წწ.

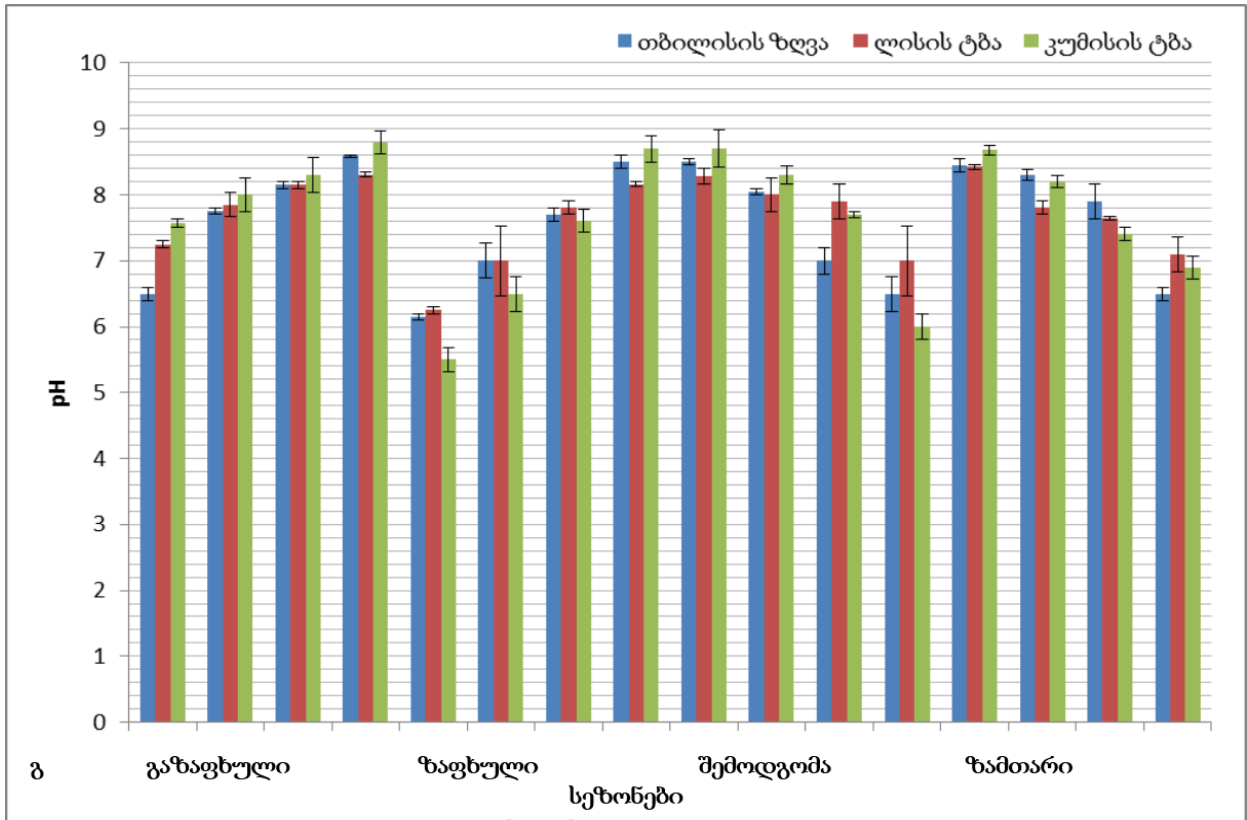
გარემო	სტატისტიკა	ტემპერატურა (°C)	მარილიანობა (%)	pH
მდ. ჭოროხის შესართავი	მინიმალური	7.9	3.2	6.5
	მაქსიმალური	28.8	8,03	8.5
	საშუალო	16.7	12.4	7.7
ბათუმის ბულვარის სანაპირო	მინიმალური	8	11.3	6
	მაქსიმალური	28.2	21.9	8.43
	საშუალო	17.2	16.5	7.5
მწვანე კონცხის სანაპირო	მინიმალური	8.6	11.1	6.94
	მაქსიმალური	28.5	22.8	8.52
	საშუალო	17.4	16.3	7.8
მდ. სუფსის შესართავი	მინიმალური	7.7	1.2	6
	მაქსიმალური	29.7	15,9	8.64
	საშუალო	16.6	6.3	7.4

ცხრილი 10. შავი ზღვის წყლის სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები.





გრაფიკი 9. ტემპერატურის (ა) და მარილიანობის (ბ) ცვლილება სეზონურად ტბებში 2006-2008 წწ. ცდომილების ბარები მიუთითებს  $\pm 1$  სტანდარტულ ცდომილებას.



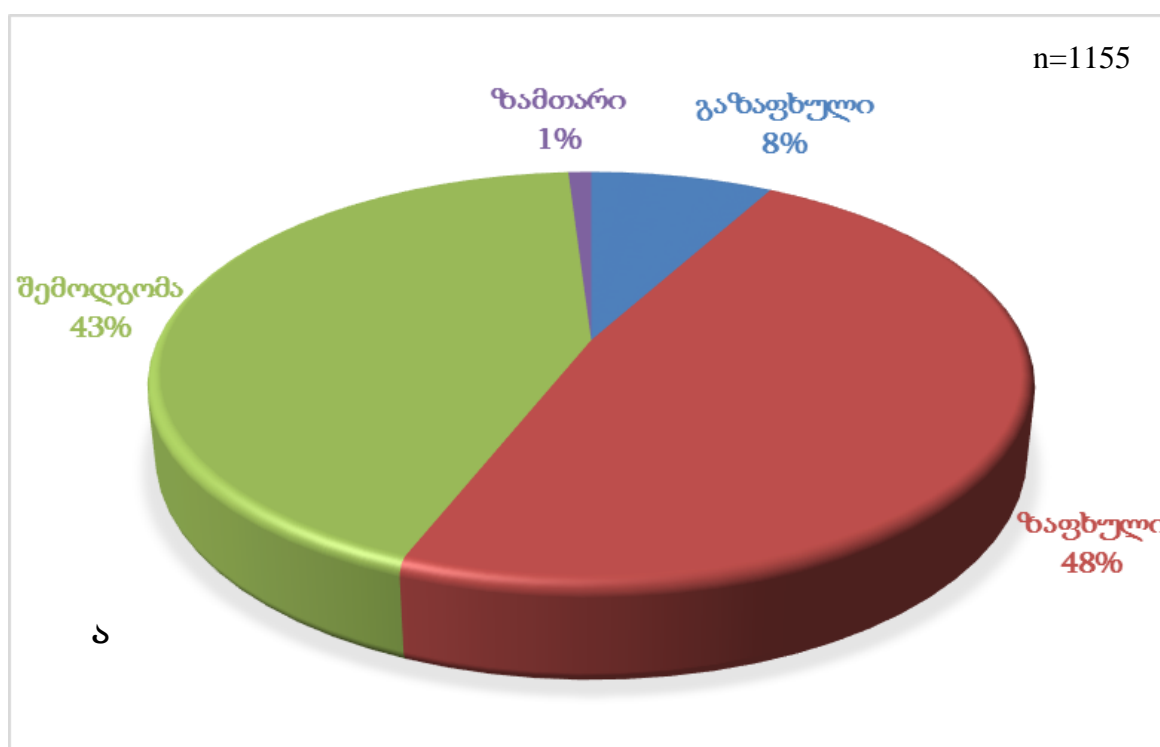
გრაფიკი 9. pH-ის (გ) ცვლილება სეზონურად ტბებში 2006-2008 წწ. ცდომილების ბარები მიუთითებს  $\pm 1$  სტანდარტულ ცდომილებას.

გარემო	სტატისტიკა	ტემპერატურა (°C)	მარილიანობა (%)	pH
თბილისის ზღვა	მინიმალური	4.4	0.1	6.2
	მაქსიმალური	27.3	0.2	8.6
	საშუალო	15.2	0.1	7.6
ლისის ტბა	მინიმალური	1.4	1.4	6.3
	მაქსიმალური	30.0	2.0	8.4
	საშუალო	14.6	1.7	7.7
კუმისის ტბა	მინიმალური	2.0	2.8	5.5
	მაქსიმალური	32.0	5.0	8.8
	საშუალო	15.9	3.5	7.7

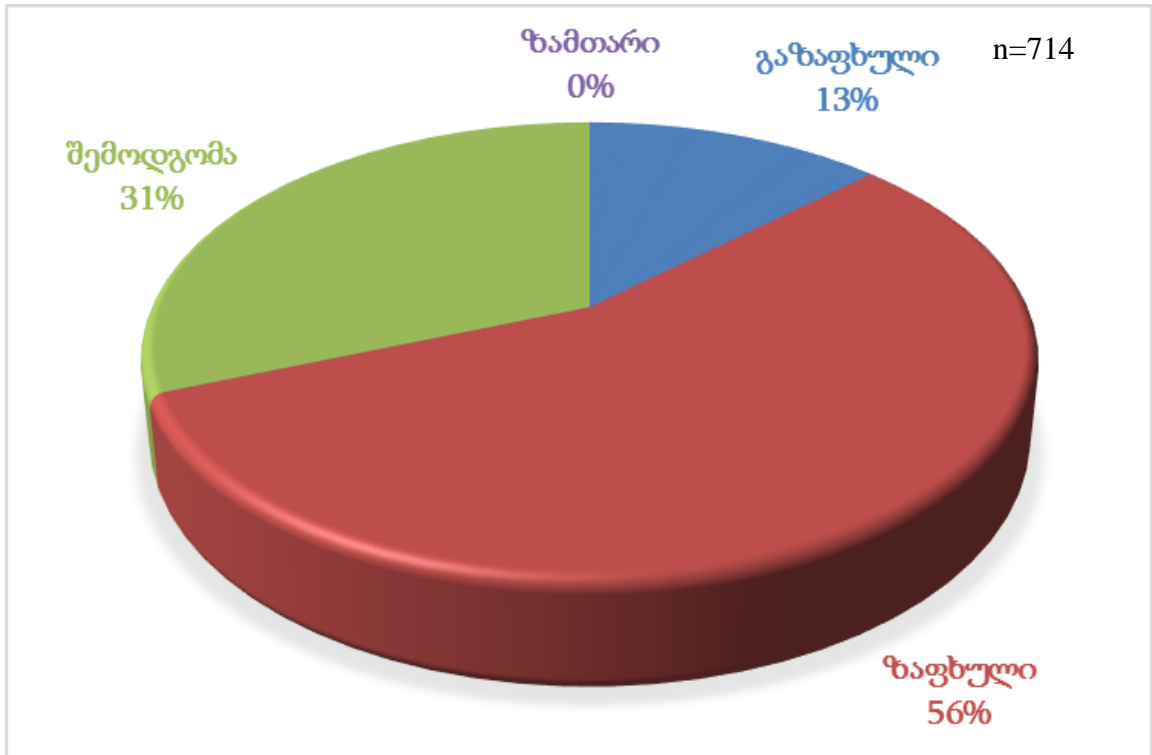
ცხრილი 11. მტკნარი წყალსატევების წყლის სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები.

შესწავლილ იქნა კლინიკური და არაპათოგენური *Vibrio* და *Aeromonas* სახეობების სეზონური განაწილება. გრაფიკიდან 10 ჩანს, რომ ზაფხულისა და შემოდგომის პერიოდი საუკეთესო აღმოჩნდა ვიბრიონების კლინიკური და არაპათოგენური სახეობებისთვის. *Aeromonas*-ის სახეობების გამრავლებისთვის შემოდგომა და გაზაფხული აღმოჩნდა საუკეთესო პერიოდი (გრაფიკი 11).

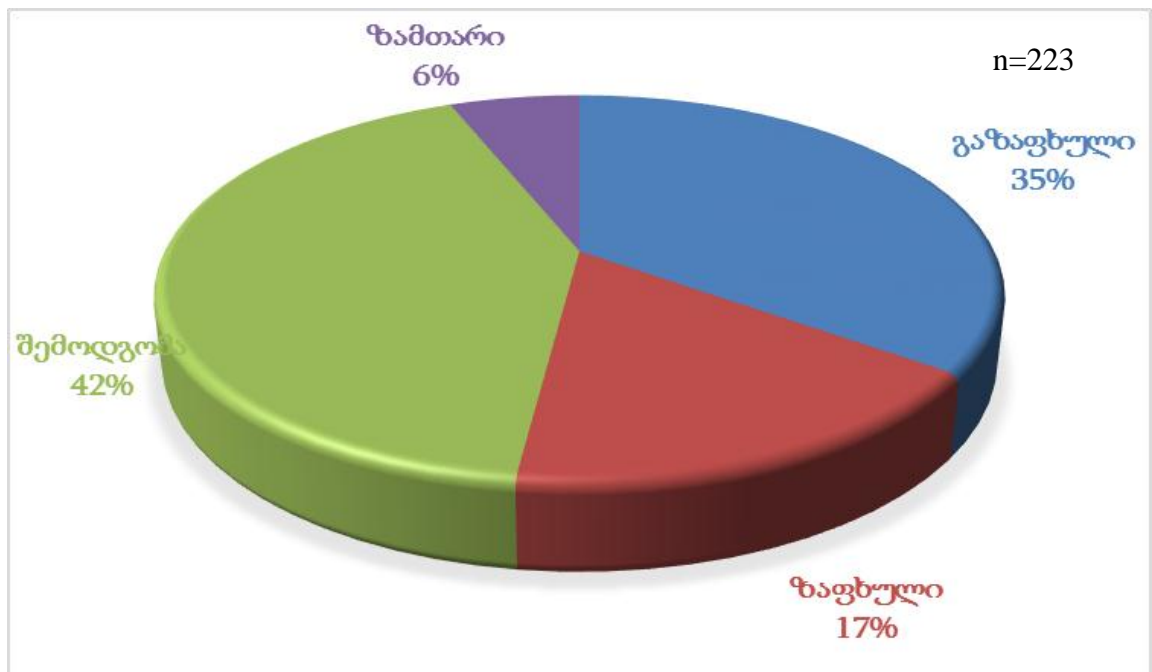
ვიბრიონების საერთო რაოდენობა (მათ შორის *V. cholerae*) შეიძლება განხილულ იქნას როგორც აუტოქტონური ფლორის სიჭარბისა და გავრცელების ორგანიზმთა მოდელი.<sup>[116]</sup> ჩვენს კვლევაში ვიბრიონებისა და აერომონასების საერთო რიცხვი აღმოჩნდა ტემპერატურაზე დამოკიდებული. ვიბრიონების შემთხვევაში თბილ სეზონებზე (ზაფხულის თვეებში) ხდებოდა მნიშვნელოვანი რაოდენობრივი ცვლილებები (რამდენიმე ათასი კულტივირებადი უჯრედი თითო მილილიტრზე). (იხ. გრაფიკი 10). აერომონასების საერთო რიცხვისთვის შემოდგომა და გაზაფხულის თვეები აღმოჩნდა აერომონასების ზრდის ოპტიმალურ თვეებად (იხ. გრაფიკი 11).



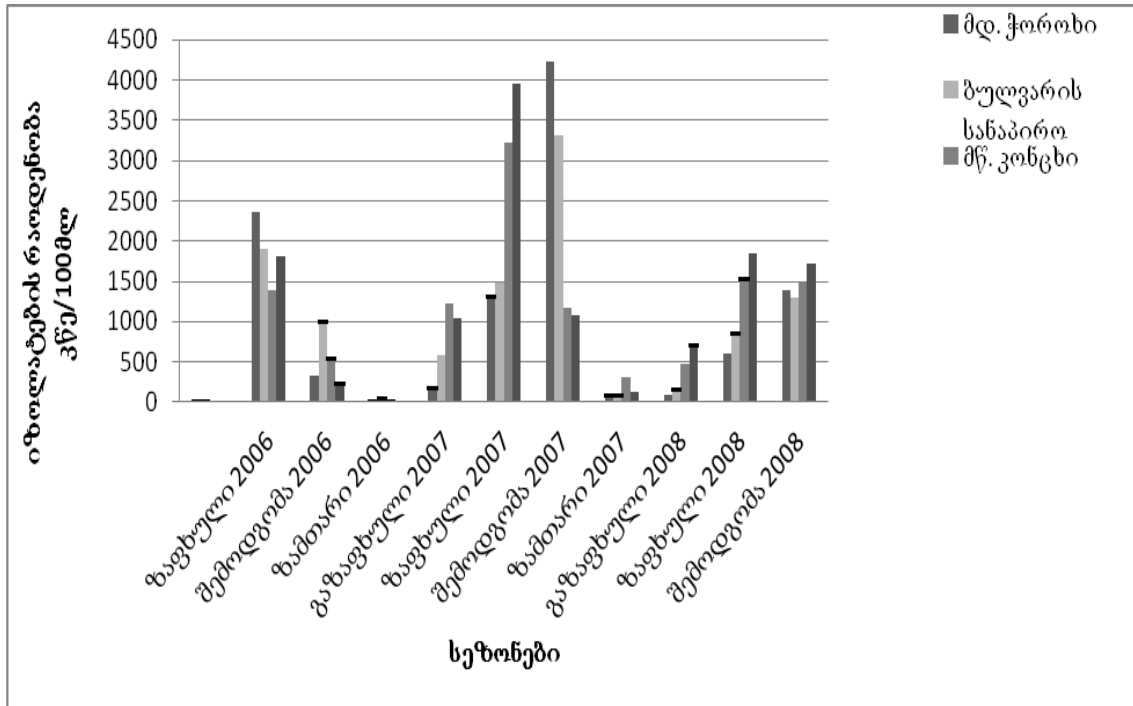
**გრაფიკი 10.** პათოგენური (ა) *Vibrio* სახეობების იზოლატების სეზონური განაწილება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში.  
n – იზოლატების საერთო რაოდენობა.



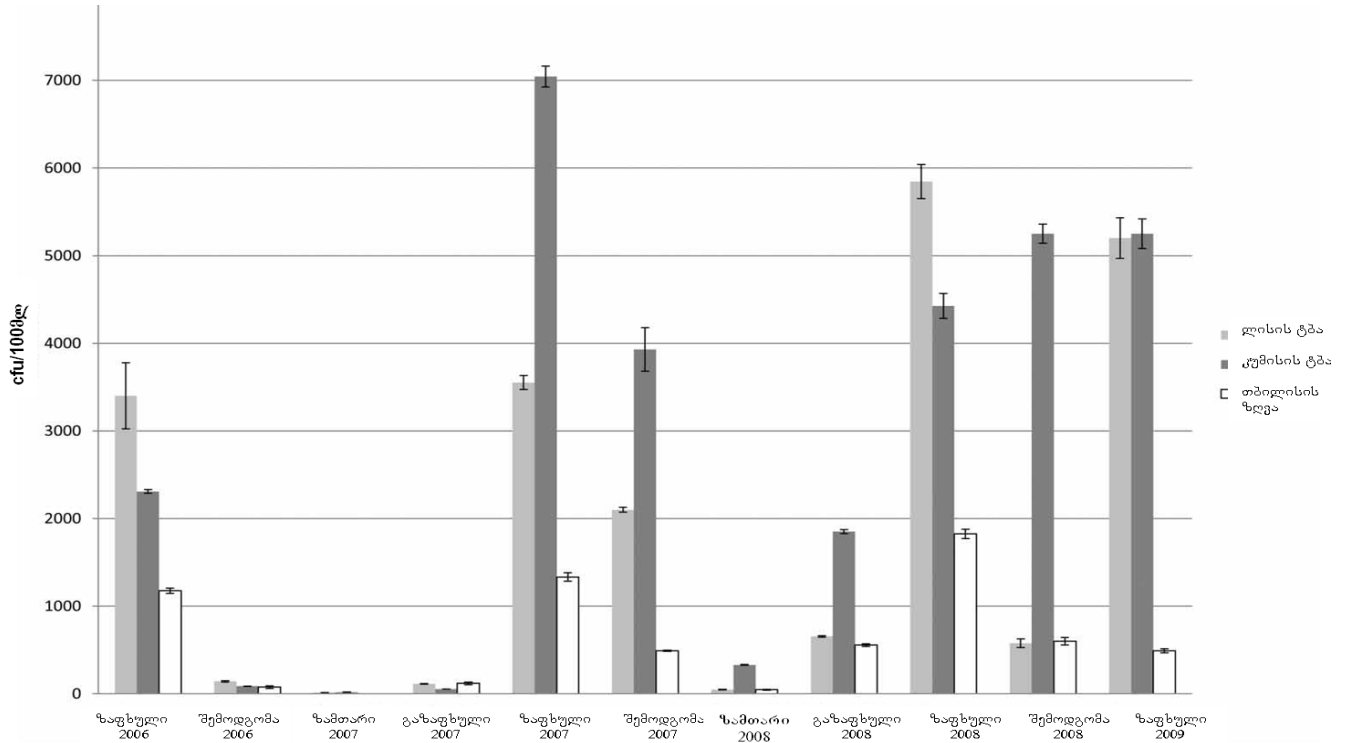
**გრაფიკი 10.** არაპათოგენური (ბ) *Vibrio* სახეობების იზოლატების სეზონური განაწილება საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში. n - იზოლატების საერთო რაოდენობა.



**გრაფიკი 11.** *Aeromonas* სახეობების იზოლატების სეზონური განაწილება საქართველოს წყლიან გარემოში. n - იზოლატების საერთო რაოდენობა.

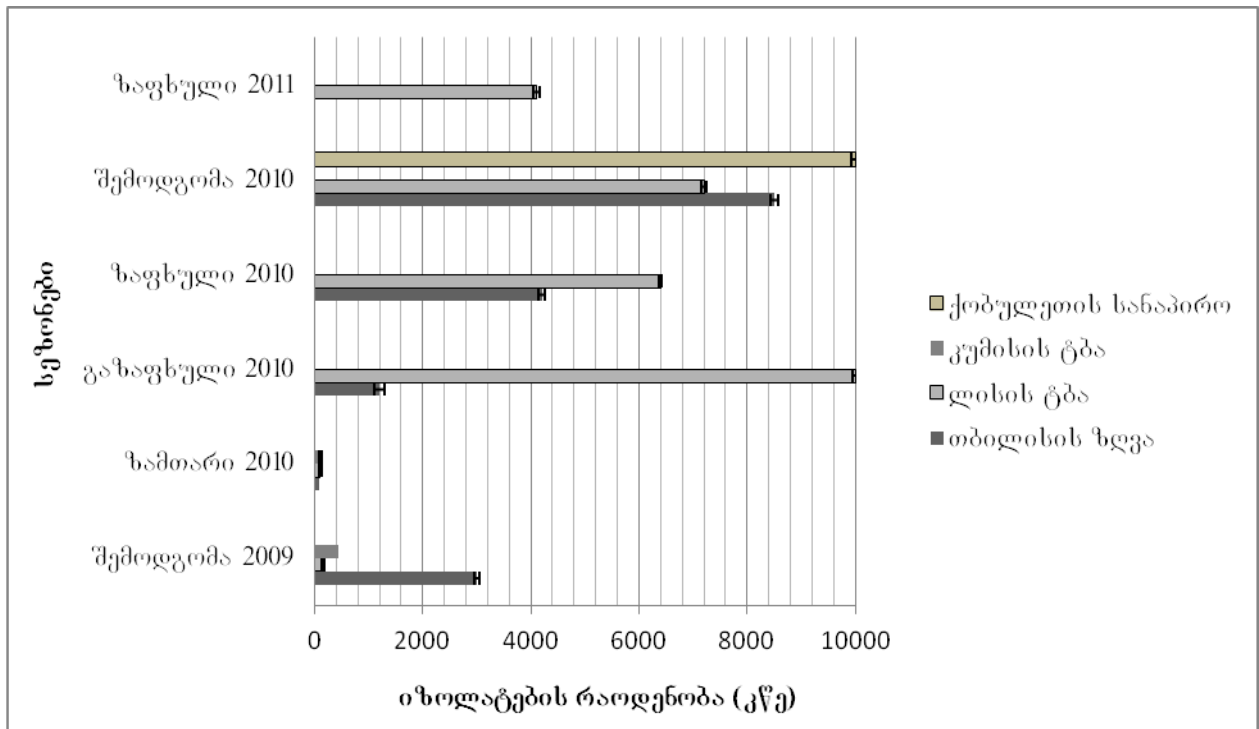


**გრაფიკი 12.** ვიბრიონების საერთო რაოდენობის სეზონური ცვლილება შავი ზღვის საკელე ადგილებში: მდინარე ჭოროხის შესართავი, ბულვარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლი და მდინარე სუფსას შესართავი. ცდომილების ბარები მიუთითებს  $\pm 10$  სტანდარტულ ცდომილებას. რიცხვები გამოსახულია კოლონიის წარმოქმნელი ერთეულით (კწე) ცალკეულ მილილიტრში.



**გრაფიკი 13.** ვიბრიონების საერთო რაოდენობის სეზონური ცვლილება თბილისის ზღვაში, კუმისისა და ლისის ტბებში. ცდომილების ბარები მიუთითებს  $\pm 1$  სტანდარტულ ცდომილებას. რიცხვები გამოსახულია კოლონიის წარმოქმნელი ერთეულით (cfu) ცალკეულ მილილიტრში.<sup>[90]</sup> ანალიზისთვის სეზონები განისაზღვრა

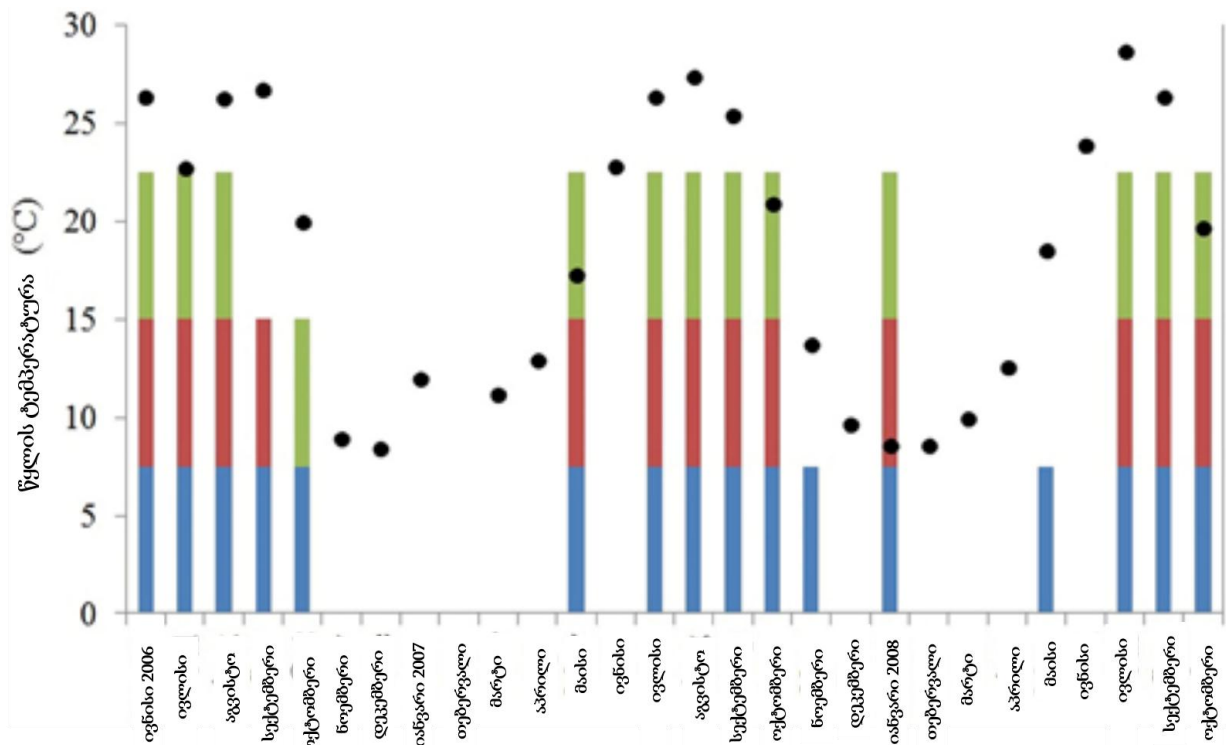
წყლის ტემპერატურის საფუძველზე. (ზამთარი: დეკემბერი-მარტი; გაზაფხული: აპრილი-მაისი; ზაფხული: ივნისი-სექტემბერი; შემოდგომა: ოქტომბერი-ნოემბერი).



**გრაფიკი 14.** *Aeromonas*-ის სახეობების საერთო რიცხვი ამპიცილინ-დექსტრინიან აგარზე. ცდომილებების ბარები მიუთითებს  $\pm 88$  სტანდარტულ ცდომილებას. იზოლატების რაოდენობა გამოსახულია კოლონიის წარმოქმნელ ერთეულში.

ტემპერატურის გავლენით *V. parahaemolyticus* შტამების არსებობის პროგნოზირებისთვის ჩატარდა სტატისტიკური მოდელირება. ყველაზე ძლიერი შესაბამისობა დაფიქსირდა მწვანე კონცხის სინჯებში (საერთო დისპერსია =70,  $P < 0.001$ ). შედეგებმა გვაჩვენა *V. parahaemolyticus* შტამების მრავალფეროვანი პოპულაცია შავ ზღვაში. მომატებული წყლის ტემპერატურა კორელაციაში იყო *V. parahaemolyticus* შტამების სიჭარბესთან.

მთლიანობაში საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროს წყლის სინჯებიდან გამოიყო *V. parahaemolyticus*-ის 170 იზოლატი. 101 იზოლატი გამოიყო საკუთრივ წყლიდან, 30 იზოლატი –64 მკმ პლანქტონურ ფრაქციიდან, ხოლო 39 – 200 მკმ პლანქტონურ ფრაქციიდან (იხ. გრაფიკი 15). [71]



**გრაფიკი 15.** წყლის ტემპერატურა °C (შავი წერტილები, Y-ღერძი), *V. parahaemolyticus*-ის დეტექცია წყალში (ლურჯი სვეტები), პლანქტონი [200 მკმ (მწვანე სვეტები) და 64 მკმ (წითელი სვეტები)]. წარმოდგენილია საშუალო ტემპერატურა შავი ზღვის ყველა საიტისთვის შესწავლილი პერიოდის ცალკეულ თვეში. ფერადი სვეტები გვიჩვენებს მინიმუმ 1 დადებით სინჯს პლანქტონურ ფრაქციისთვის სინჯის აღების ადგილზე ცალკეულ თვისთვის.

*V. parahaemolyticus* გამოიყო როგორც შავი ზღვის წყლის სინჯებიდან ასევე 64 მკმ და 200 მკმ პლანქტონური ფრაქციებიდან. გაცილებით უფრო ხშირად იგი გამოიყოფოდა წყლის სინჯებიდან, ვიდრე პლანქტონური ფრაქციებიდან. წარმოდგენილი გადანაწილებების დაკავშირებისას წყლის ტემპერატურასთან (11, 19.8 და 25.8°C) *V. parahaemolyticus* უფრო მაღალი სისხირით გამოიყოფოდა 11-19.8°C-ის ფარგლებში წყლის სინჯებიდან პლანქტონურ ფრაქციებთან შედარებით (იხ. გრაფიკი 15). [71]

გარემო პირობები, როდესაც <i>V. parahaemolyticus</i> აღმოჩნდა/არ აღმოჩნდა				
გარემო	სტატისტიკა	მარილიანობა (‰)	წყლის ტემპერატურა (°C)	pH
წყალი	მინიმუმი	3.4 A/3.6 B	8/7.7	6.2/6.3
	მაქსიმუმი	20.8/20.8	28.5/29.7	8.6/8.5
	საშუალო	12.9/12	22.8/16.5	7.7/7.8
	მედიანა	15.7/13	24.25/13	7.8/7.9
	სტ. გადახრა	5.0/7.3	4.9/7.3	0.7/0.6
P64	მინიმუმი	5/3.6	19.3/7.7	6.5/6.2
	მაქსიმუმი	17.4/20.8	28.5/29.7	8.4/8.5
	საშუალო	13.6/12.3	25.4/17.3	7.9/7.8
	მედიანა	16.5/14.2	26.6/17	8.2/7.9
	სტ. გადახრა	4.6/4.9	2.9/7	0.6/0.6
P200	მინიმუმი	3.4/3.6	18/7.7	6.2/6.5
	მაქსიმუმი	20.8/20.8	29/29.7	8.4/8.5
	საშუალო	12.8/12.3	24.6/17	7.6/7.8
	მედიანა	14.9/14	25.6/14.2	7.6/8
	სტ. გადახრა	5.4/4.7	3/7	0.7/0.5
ყველა სახის პლანქტონი	მინიმუმი	3.4/3.6	18/7.7	6.2/6.5
	მაქსიმუმი	20.8/20.8	29/29.7	8.4/8.5
	საშუალო	13.2/12.3	25/16.2	7.7/7.8
	მედიანა	16/14.1	25.8/13.6	7.8/8
	სტ. გადახრა	5/4.8	3/6.8	0.7/0.5
ყველა ტიპის სინჯი	მინიმუმი	3.4/3.6	8/7.7	6.2/6.2
	მაქსიმუმი	20.8/20.8	29/29.7	8.6/8.5
	საშუალო	12.7/12	22.7/15.3	7.7/7.8
	მედიანა	15.2/13.2	24/12.4	7.7/8
	სტ. გადახრა	5/4.9	4.9/6.9	0.7/0.5

A - სტატისტიკა, როდესაც აღმოჩნდა *V. parahaemolyticus*  
 B - სტატისტიკა, როდესაც არ აღმოჩნდა *V. parahaemolyticus*

**ცხრილი 12.** სინჯის თითოეული ტიპისთვის ჩაწერილი გარემო პარამეტრები *V. parahaemolyticus*-ის არსებობა/არ არსებობის შემთხვევაში.

*V. parahaemolyticus*-ზე დადებით ფრაქციებში აღინიშნებოდა უფრო მაღალი წყლის ტემპერატურა და მარილიანობა, ხოლო საშუალო pH-ის დონე ოდნავ დაბალი იყო (P64 ფრაქციის გარდა) ვიდრე *V. parahaemolyticus*-ზე უარყოფით ფრაქციებში (იხ. ცხრილი 12). [71]



## ნაწილი IV. შედეგების განხილვა

ამრიგად, როგორც მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის შემუშავებული საიდენტიფიკაციო სქემა საკმაოდ ეფექტურია. გამოიკვეთა ბიოქიმიური პროფილი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა წარმოდგენილი მიკროორგანიზმების გამოყოფა და იდენტიფიცირება.

*V. cholerae* და *V. mimicus* ბიოქიმიური ნიშან-თვისებების მიხედვით გვანან ერთმანეთს. აღსანიშნავია, რომ მხოლოდ ეს ორი სახეობა 100%-ით იზრდება 1% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში. წარმოდგენილი სახეობების განსხვავება ხდებოდა ნახშირწყალ საქაროზას ფერმენტაციის უნარით. გამომდინარე იქიდან, რომ *V. cholerae* ახდენს საქაროზას ფერმენტაციას, *V. mimicus*-სგან განსხვავებით, TCBS აგარზე მათი კოლონიები განსხვავდებოდნენ ფერის მიხედვით. კერძოდ, *V. cholerae*-ს კოლონიები იყო ყვითელი ფერის, ხოლო *V. mimicus* - მწვანე. მიუხედავად ამისა, საბოლოო დადასტურება ხდებოდა ნახშირწყლების ფერმენტაციის ტესტის პასუხების მიღების შემდეგ. აღმოჩნდა, რომ *V. cholerae* იზოლატებს შეიძლება არ მოეხდინათ D-მანოზას ფერმენტაცია, ხოლო *V. mimicus* იზოლატებს - ლაქტოზას ფერმენტაცია. ციტოქრომ C ოქსიდაზას ტესტზე უარყოფითი პასუხის მიღებისას სავარაუდო იყო *V. metschnikovii*. ძირითადი განმასხვავებელი *V. cincinnatiensis* და *G. (Vibrio) holisae* შორის აღმოჩნდა საქაროზას ფერმენტაციის უნარი, რაც გამოიხატებოდა როგორც TCBS აგარზე კოლონიების ფერის განსხვავებით (*V. cincinnatiensis* - ყვითელი კოლონიები, ხოლო *G. (Vibrio) holisae* - მწვანე კოლონიები) და საქაროზას ფერმენტაციის ტესტით. *V. alginolyticus* და *V. parahaemolyticus* განმასხვავებელი მთავარი ბიოქიმიური ნიშან-თვისება იყო საქაროზასა (100%) და L-არაბინოზას (90%) ფერმენტაცია. საწყისი განსხვავება ერთმანეთისგან ხდებოდა TCBS აგარზე. *V. alginolyticus* წარმოქმნიდა ყვითელი ფერის კოლონიებს, ხოლო *V. parahaemolyticus* - მწვანე კოლონიებს. თუმცა, ზოგიერთ შემთხვევაში *V. parahaemolyticus* წარმოქმნიდა ლურჯი ფერის კოლონიებსაც. ნახშირწყალ L-არაბინოზას ფერმენტაციას არ ახდენდა *V. alginolyticus*, მაშინ როდესაც *V. parahaemolyticus* უმეტეს შემთხვევაში (90%) იყო დადებითი. *Ph. (Vibrio) damsela* განსხვავდებოდა *V. vulnificus* და *V. harveyi* იზოლატებისგან L-არგინინის დიჰიდროლაზას არსებობით. *V. harveyi* იზოლატები განსხვავებით *V. vulnificus* იზოლატებისგან მოიხმარდნენ საქაროზას (90%) და არ გააჩნდათ L-ორნიტინ დეკარბოქსილაზა.

არაპათოგენური *Vibrio* გვარის სახეობებს შორის მკვეთრად გამოხატული ბიოქიმიური პროფილი გააჩნდა *V. fischeri* იზოლატებს. ისინი არ ახორციელებდნენ ციტრატის მოხმარებას, არ იზრდებოდნენ 6% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში. ძირითადად, არაპათოგენური სახეობების განმასხვავებელ ნიშან-თვისებებს წარმოადგენდნენ: ზრდა 8% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში, საქაროზასა და D-მანოზას ფერმენტაცია. *V. natrigens* და *V. nereis* ერთმანეთისგან განსხვავდებოდნენ საქაროზას ფერმენტაციის უნარით. ხოლო *V. nereis* და *V. orientalis* შორის განმასხვავებელი ნიშანი იყო D-მანოზას ფერმენტაცია.

სავარაუდო *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების ბიოქიმიური იდენტიფიცირებისა და სახეობების შემდგომი განსაზღვრისათვის შეიქმნა ცამეტ პარამეტრზე დაფუძნებული ალგორითმი, რომელიც მოიცავდა: სელექტიურ ნიადაგებზე ზრდას, ნახშირწყლებისა და ამინომჟავების

ფერმენტაცია/მოხმარებას. ალგორითმით ხდებოდა ექსპერიმენტული შედეგების შედარება *Vibrio* და *Aeromonas* ცნობილ, კარგად დახასიათებულ სტანდარტულ სახეობებთან. *Vibrio* და *Aeromonas* იზოლატების თვისებების საკონტროლო შტამებთან დამთხვევისას განსხვავებული ბიოქიმიური პარამეტრებისთვის (P, [P]) აფინურობის გამოთვლა ხდებოდა სხვადასხვა წონის ფაქტორის გამოყენებით (ცხრილი 6, 7).

*Vibrio* და *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმებს შორის ძირითადი განმასხვავებელი ბიოქიმიური საკვები არეები იყო: TCBS აგარი, ამპიცილინ-დექსტრინიანი აგარი, ტრიპტონიანი თხევადი არე ნატრიუმის ქლორიდის სხვადასხვა შემცველობით. TCBS საკვები არე გამოიყენებოდა *Vibrio* გვარის იზოლატების გამოსაყოფად. თუმცა, მასზე მცირე რაოდენობით *Aeromonas* იზოლატებიც იზრდებოდნენ. შემდეგ განსხვავება ხდებოდა 1% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიანი თხევადი არით. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ *Aeromonas* გვარის სახეობები იზრდებიან უმარილო ან ძალიან დაბალი კონცენტრაციის (1%) ნატრიუმის ქლორიდის არსებობისას. *Aeromonas* გვარის მიკროორგანიზმების გამოსაყოფად იზოლატების კულტივირება ხდებოდა ამპიცილინ-დექსტრინიან საკვებ არეზე. წარმოდგენილ ნიადაგზე აერომონასების გარდა იზრდებოდა *Pseudomonas*-ის სახეობები, რომელთა იდენტიფიცირებაც ხდებოდა LB ნიადაგზე სპეციფიკური შეფერილობისა (მწვანე ფერი) და სუნის (ქასმინის მსგავსი სურნელი) მიხედვით. ამპიცილინ-დექტრინიან საკვებ არეზე *Aeromonas* გვარის ბაქტერიები იძლეოდნენ ყვითელ-მომწვანო ფერის კოლონიებს. აერომონასის ყველა იზოლატი იზრდებოდა უმარილო ან 1% ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ტრიპტონიან თხევად არეში, გააჩნდათ ციტოქრომ C ოქსიდაზა, ახდენდნენ ქელატინის ჰიდროლიზს, D-მანოზისა და D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნიდნენ მჟავას. ნახშირწყლების ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნა წარმოადგენდა *Aeromonas* გვარის შიდასახეობრივ განმასხვავებელ ნიშან-თვისებას. *Aeromonas* გვარის იზოლატების შიდასახეობრივი გადარჩევა, გარდა გვარისთვის დამახასიათებელი ზოგადი ბიოქიმიური თვისებებისა, ხდებოდა სახეობა-სპეციფიკური ნიშან-თვისებების მიხედვით. *A. caviae* და *A. eucrenophila* შორის განმასხვავებელი ბიოქიმიური ნიშნებს წარმოადგენდა *A. eucrenophila* უნარი D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნა აირი, არ მოეხმარა ციტრატი და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს არ წარმოქმნა მჟავა. *A. hydrophila* იზოლატების იდენტიფიცირება ხდებოდა ციტრატის მოხმარებით, L-ლიზინ დეკარბოქსილაზას არსებობითა და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს მჟავას წარმოქმნის უნარით. *A. media* არ გააჩნდა L-ლიზინ დეკარბოქსილაზა და D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს აირის წარმოქმნის უნარი. *A. salmonicida* არ მოიხმარდა ციტრატს, უმეტეს შემთხვევაში გააჩნდა L-ლიზინ დეკარბოქსილაზა, D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს წარმოქმნიდა აირს, ხოლო L-არაბინოზას ფერმენტაციისას - მჟავას. *A. schuberti* L-არაბინოზას, საქაროზასა და ლაქტოზას ფერმენტაციის დროს არ წარმოქმნიდა მჟავას, ხოლო D-გლუკოზის ფერმენტაციის დროს - აირს. *A. sobria* L-არაბინოზას, და ლაქტოზას ფერმენტაციისას არ გააჩნდა მჟავას პროდუცირების უნარი, D-გლუკოზის ფერმენტაციისას არ წარმოქმნიდა აირს და არ მოიხმარდა ციტრატს. *A. sobria* საქაროზას ფერმენტაციისას წარმოქმნიდა მჟავას. *A. veronii* მოიხმარდა ციტრატს. იგი იყო ერთადერთი სახეობა, რომელსაც არ გააჩნდა L-არგინინ დიჰიდროლაზა და შეეძლო L-ორნიტინის დეკარბოქსილირება.

ბიოქიმიური ტესტებით იდენტიფიკაციის შემდეგ მოხდა იდენტიფიცირებული *Vibrio*-ს და *Aeromonas*-ის შტამების ნაწილის დადასტურება API 20E საიდენტიფიკაციო სისტემით.

იდენტიფიცირებულ აერომონასის სახეობებზე ჩატარდა ანტიმიკრობული მგრძობელობა კიბრი-ბაუერის ანტიბიოტიკური ტესტის დისკ-დიფუზიის მეთოდით. ჩვენს მიერ გამოყენებული ანტიბიოტიკებიდან *A. hydrophila* იზოლატებზე საშუალოდ მგრძობიარე (I) ანტიბიოტიკები აღმოჩნდა შემდეგი: კანამიცინი 30 და ფურაზოლიდონი 50. მგრძობიარე (S) ანტიბიოტიკებს *A. caviae* მიმართ წარმოადგენდნენ: სტრეპტომიცინი 10, კანამიცინი 30, ფურაზოლიდონი 50, პოლიმიქსინ-B 50 და ციპროფლოქსაცინი 5. *A. veronii* მიმართ მგრძობიარე (S) ანტიბიოტიკები იყო: იმიპენემი 10, ციპროფლოქსაცინი 5. საშუალოდ მგრძობიარე (I) ანტიბიოტიკები *A. sobria* მიმართ - ფურაზოლიდონი 50 და ციპროფლოქსაცინი 5. მგრძობიარე (S) ანტიბიოტიკები *A. salmonicida* იყო შემდეგი: სტრეპტომიცინი 10, კანამიცინი 30, ფურაზოლიდონი 50, პოლიმიქსინ-B 50 და ციპროფლოქსაცინი 5. საშუალოდ მგრძობიარე (I) ანტიბიოტიკები *A. eucrenophila* მიმართ - კანამიცინი 30 და ციპროფლოქსაცინი 5.

შედეგებიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ *Aeromonas* გვარის ბაქტერიების მიმართ ეფექტური ანტიბიოტიკებია: სტრეპტომიცინი 10, კანამიცინი 30, ფურაზოლიდონი 50, პოლიმიქსინ-B 50 და ციპროფლოქსაცინი 5.

ვიბრიოს 300 იზოლატზე ჩატარდა გენეტიკური იდენტიფიცირება ISR-პჯრ-ით. გამოვიყენეთ ვიბრიოს 5 სახეობის: *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. metschnikovii*, *V. alginolyticus*, *V. mimicus* სპეციფიკური პრაიმერები. შტამებზე 2008 წელს ამერიკის შეერთებული შტატების მერილენდის უნივერსიტეტის პათოგენტთა კვლევის ინსტიტუტში ჩატარდა პჯრ-ით დადასტურება, რომლის მაჩვენებელი აღმოჩნდა საკმაოდ მაღალი: *V. parahaemolyticus*-ის შემთხვევაში - 100%, *V. cholerae* - 98 %, *V. mimicus* - 86%, *V. metschnikovii* - 80%, ხოლო *V. alginolyticus* - 66.7%. ზოგადად, საქართველოს წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი ვიბრიოს იზოლატების ფენოტიპური და პჯრ-ით იდენტიფიკაციის დადასტურების საშუალო მაჩვენებელი არის 86 %. (იხ. გრაფიკი 1).

შედეგები გვიჩვენებს კონვენციური ბიოლოგიური ტესტირების კარგიდან საუკეთესო ხარისხს და შესაძლებლობას საჭიროების შემთხვევაში დავეყრდნოთ ფენოტიპურ იდენტიფიცირებას პჯრ-ით დადასტურების გარეშე. ზოგიერთი ვიბრიოს შემთხვევაში იდენტიფიცირებისთვის საჭიროა დამატებითი ბიოქიმიური ტესტების ჩატარება (მაგ; ცელობიოზას მოხმარება *V. vulnificus*-ის მიერ) და აგრეთვე, API-ტესტის, როგორც ბიოქიმიური იდენტიფიცირების დამატებითი ან საკონტროლო ტესტის, გამოყენება.

ვიბრიონების იზოლატების უმრავლესობა (62%) მიეკუთვნა კლინიკურად მნიშვნელოვან სახეობებს (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, და სხვა).

ბულვარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლის ეკოსისტემა დახასიათდა გამოყოფილი ვიბრიონების იზოლატების მრავალფეროვნებით. იდენტიფიცირდა კლინიკური ვიბრიონების 8 სახეობა. გამოყოფილი *Vibrio*-ს სახეობების უმრავლესობას წარმოადგენდა ჰალოფილური *V. parahaemolyticus* (50%). ბულვარის სანაპიროს წყლის ეკოსისტემიდან გამოიყო შემდეგი სახეობები: *V. vulnificus* (13%), *V. alginolyticus* (10%), *V. fluvialis* (8%), *V. metschnikovii* (7%), *V. cholerae* (6%), *V. harveyi* და *Ph. (Vibrio) damsela* (3%). (იხ. გრაფიკი 2).

მწვანე კონცხის წყლის სინჯებიდან იდენტიფიცირდა: *V. parahaemolyticus* (64%), *V. alginolyticus* (14%), *V. vulnificus* (11%), *V. fluvialis* (5%), *V. cholerae* და *V. metschnikovii* (2%), *V. harveyi* და *G. (Vibrio) holisae* (1%).

ბულვარის წყლის სინჯებიდან გამოიყო *Ph. (Vibrio) damsela*, რომელიც არ შეგვხვედრია მწვანე კონცხის წყლის სინჯებში. მწვანე კონცხიდან იდენტიფიცირდა *G. (Vibrio) holisae*, რომელიც არ გამოყოფილა ბულვარის წყლის სინჯებიდან.

ბულვარისა და მწვანე კონცხის სანაპირო ზოლის შედარებით მაღალი მარილიანობის (16.5-16.3‰) გამო ყველაზე მეტად გავრცელებული აღმოჩნდა შემდეგი სახეობები: *V. parahaemolyticus* და *V. alginolyticus*.

მდინარე ჭოროხის შესართავის წყლის სინჯებიდან იდენტიფიცირდა ვიბრიონების 9 სახეობა: *V. parahaemolyticus* (44%), *V. cholerae* (22%), *V. fluvialis*, *V. metschnikovii* და *V. vulnificus* (7%), *V. alginolyticus* (5%), *V. cincinnatiensis* (4%), *V. mimicus* და *V. harveyi* (2%).

მდინარე სუფსას წყლის ეკოსისტემა ვიბრიონების სახეობების ყველაზე დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩეოდა. გამოიყო 10 სახეობა: *V. cholerae* (33%), *V. parahaemolyticus* (32%), *V. vulnificus* (13%), *G. (Vibrio) holisae* და *V. alginolyticus* (6%), *V. harveyi* (4%), *V. fluvialis* (3%), *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. metschnikovii* და *V. cincinnatiensis* (1%).

მდინარე ჭოროხის შესართავისა და სუფსას წყლის ეკოსისტემები დახასიათდა შედარებით დაბალი მარილიანობით (6.3-12.4‰), იდენტიფიცირებულ სახეობებში რაოდენობრივად ჭარბობდა არაჰალოფილური ვიბრიონები. ფართოდ გავრცელებული იყო შემდეგი სახეობები: *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*,

შავი ზღის პლანქტონიდან გამოიყო ვიბრიონების 10 სახეობა: *V. parahaemolyticus* (48%), *V. cholerae* (17%), *V. fluvialis* (13%), *V. alginolyticus* (7%), *V. vulnificus* (5%), *Ph. (Vibrio) damsela* და *V. metschnikovii* (3%), *V. cincinnatiensis* (2%), *G. (Vibrio) holisae* და *V. harveyi* (1%).

თბილისის ზღვიდან სულ იდენტიფიცირდა ვიბრიონს 6 სახეობა: *V. cholerae* (84%), *V. metschnikovii* და *V. vulnificus* (5%), *V. alginolyticus* (4%), *V. harveyi* და *V. mimicus* (1%). ლისის ტბიდან გამოიყო ვიბრიონების 7 სახეობა: *V. cholerae* (87%), *V. metschnikovii* (8%), *V. vulnificus* (2%), *G. (Vibrio) holisae*, *V. harveyi*, *V. alginolyticus* და *V. mimicus* (1%). კუმისის ტბა დახასიათდა გამოყოფილი ვიბრიონების 7 სახეობით: *V. cholerae* (81%), *V. vulnificus* (9%), *V. metschnikovii* (5%), *V. alginolyticus* (3%), *V. harveyi*, *V. fluvialis* და *V. mimicus* (1%). შედეგებმა აჩვენა, რომ ტბებში ყველაზე მეტად გავრცელებული იყო *V. cholerae*. (იხ. გრაფიკი 4).

შედეგების შეჯამების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საქართველოს წყლიან გარემოდან იდენტიფიცირდა კლინიკური ვიბრიონების 11 სახეობა: *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, *V. fluvialis*, *V. metschnikovii*, *V. harveyi*, *V. mimicus*, *G. (Vibrio) holisae*, *Ph. (Vibrio) damsela*, *V. cincinnatiensis* (იხ. ცხრილი 8).

შესწავლილ იქნა კლინიკური ვიბრიონს სახეობების სეზონური განაწილება (გრაფიკი 10). ზაფხულისა და შემოდგომის პერიოდი საუკეთესო აღმოჩნდა ვიბრიონების სახეობებისთვის საქართველოს წყლიან გარემოში.

კვლევის მიზანს ასევე წარმოადგენდა იზოლირებული არაჰალოფილური *Vibrio*-ს სახეობებისა (53 იზოლატი) და სახეობის დონეზე არაიდენტიფიცირებული *Vibrio* იზოლატების (661 იზოლატი) ბიომრავალფეროვნებისა და რაოდენობრივი

გავრცელების შესწავლა საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში. იზოლირებული ვიბრიონების უმრავლესობა (65%) იდენტიფიცირდა სახეობის დონეზე. შავი ზღვიდან გამოიყო 206 *Vibrio*-ს იზოლატი, ხოლო მტკნარი წყალსატევებიდან – 455. არაიდენტიფიცირებული ვიბრიონების უმრავლესობა გამოიყო სუფსიდან აღებული წყლის სინჯებიდან (სუფსიდან გამოყოფილი იზოლატების 90%), ხოლო მდინარე ჭოროხისა და ბუღვარის სანაპირო ზოლის წყლის ნიმუშებიდან - თანაბარი რაოდენობით (84-86%). მწვანე კონცხის წყლის ნიმუშებიდან გამოიყო არაიდენტიფიცირებადი ვიბრიონების 75%.

შავი ზღვის წყლის ნიმუშები დახასიათდა არაპათოგენური ვიბრიონების სიუხვით. მწვანე კონცხის წყლის სინჯებიდან გამოიყო: *V. fischeri*, *V. natrieigenis*, *V. splendidus*, ჭოროხიდან - *V. orientalis*, *V. natrieigenis*, *V. pelagius*, *V. splendidus*, სუფსის წყლის სინჯებიდან - *V. orientalis*, *V. natrieigenis*, *V. Pelagius*. *V. natrieigenis* გამოიყო ბუღვარის სანაპირო ზოლის წყლის სინჯებიდან.

არაპათოგენური ვიბრიონების მრავალფეროვნებით ჭარბობს ჭოროხის წყლის სინჯები. *V. natrieigenis* პრედომინანტურია შავი ზღვის წყლის სინჯებში, იგი მტკნარი წყალსატევებიდან გამოყოფილი არ არის. *V. orientalis* რაოდენობრივად პრედომინანტობს მტკნარი წყალსატევების სინჯებში.

აღსანიშნავია, რომ მტკნარი წყალსატევები გამოირჩევიან გამოყოფილი შტამების ბიომრავალფეროვნებით.

არაიდენტიფიცირებული ვიბრიონების უმრავლესობა გამოყოფილია ლისის ტბიდან (ლისის ტბის მთლიანი იზოლატების 98%) და თბილისის ზღვიდან (97%). კუმისის ტბა დახასიათდა არაიდენტიფიცირებული იზოლატების მაღალი რიცხვით (93%).

მტკნარი წყალსატევების წყლის სინჯებიდან გამოვლენილი 8 სახეობიდან 7 აღმოჩნდა: *V. orientalis*, *V. fischeri*, *V. pelagius*, *V. campbellii*, *V. splendidus*, *V. nereis*, *V. nigripulchritudo*. ლისის ტბიდან გამოიყო: *V. campbellii*, *V. splendidus*. კუმისის ტბის წყლის სინჯებიდან - *V. orientalis*, *V. fischeri*, *V. splendidus*. თბილისის ზღვიდან - *V. orientalis*, *V. pelagius*, *V. splendidus*. *V. campbellii*, *V. nereis* და *V. nigripulchritudo* დეტექცია მოხდა მტკნარ წყალსატევებში, ხოლო *V. orientalis*, *V. fischeri*, *V. pelagius*, *V. splendidus* გამოიყო როგორც ზღვის, ასევე მტკნარი წყალსატევების წყლის ნიმუშებიდან (იხ. ცხრილი 8).

აერომონასების გავრცელებისთვის საქართველოს წყლის ეკოსისტემებში საუკეთესო სეზონები გამოვლინდა გაზაფხული და შემოდგომა, რაც შეიძლება აიხსნას აერომონასების ზრდის ოპტიმალური ტემპურატურით (28°C). აერომონასების ბიომრავალფეროვნება ნაჩვენებია ცხრილი 9. შავი ზღვის წყლის ეკოსისტემა დახასიათდა მხოლოდ სამი სახეობით: *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. caviae*. მტკნარი წყალსატევების ეკოსისტემებში კი აერომონასები უფრო მრავალფეროვნად აღმოჩნდნენ გავრცელებული. მათ შორის ლისის ტბა (7 სახეობა: *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. salmonicida*, *A. media*, *A. veronii*, *A. sobria*, *A. eucrenophila*) და თბილისის ზღვა (6 სახეობა: *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. salmonicida*, *A. media*, *A. veronii*, *A. sobria*) გამოირჩეოდა სახეობების მრავალფეროვნებით, კუმისის ტბასთან შედარებით (5 სახეობა: *A. salmonicida*, *A. media*, *A. veronii*, *A. sobria*, *A. schuberti*), რაც აიხსნება მარილიანობით. როგორც გრაფიკ 9-ზეა (ბ) ნაჩვენები კუმისის ტბა ხასიათდებოდა შედარებით მაღალი მარილიანობით (3.5<sup>0</sup>/00), თბილისის ზღვასა (0.1<sup>0</sup>/00), და ლისის ტბასთან (1.7<sup>0</sup>/00) შედარებით. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ pH გავლენას არ ახდენდა სახეობების გავრცელებაზე. pH მონაცემები მცირედ იცვლებოდა ნეიტრალურიდან ტუტეანობისკენ.

აერომონასების გავრცელებაზე ძირითად გავლენას ახდენდა შემდეგი ფაქტორები: ტემპერატურა და მარილიანობა.

მიკრობული დაბინძურების ინდიკატორებთან ერთად, რეზერვუარის საპრობიოტიკური და ტროფიკული დონე შეიძლება განისაზღვროს ფიტო- და ზოოპლანქტონის ბიომასითა და მრავალფეროვნებით.<sup>[124]</sup> ფიტოპლანქტონი ბიოლოგიური ელემენტის გასაღებს წარმოადგენს ბუნებრივ წყლის გარემოში პირველადი პროდუქციის, სისტემაში ჟანგბადის პროდუქციის თვალსაზრისით და საკვებ ჯაჭვში მნიშვნელოვანი კომპონენტის კუთხით. გარდა ამისა, რომ წყალმცენარეების სასიცოცხლო ციკლი შედარებით ხანმოკლეა, მათ წყლის დამაბინძურებლების ეფექტური ინდიკატორების როლი შეუძლიათ შეასრულონ წყლის ხარისხის სწრაფი ცვლილებისა და ამ ცვლილებების ასახვიდან გამომდინარე<sup>[68]</sup> წყალსაცავების თანმიმდევრულმა, გრძელვადიანმა მონიტორინგმა, განსაკუთრებით კი რეკრეაციული მიზნების გამოსაყენებლად, შეიძლება გადამწყვეტი როლი ითამაშოს წყლისმიერი ინფექციების თავიდან აცილების საკითხში. ეკოლოგიური სტატუსის, განსაკუთრებით კი ჩვენს მიერ შესწავლილი მიკროორგანიზმების გავრცელებისა და ბიომრავალფეროვნების კვლევა რეკრეაციულ წყლებში, არ ჩატარებულა საქართველოში საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდგომ პერიოდში. ძველ შეფასებებში,<sup>[103]</sup> ღისის ტბა დახასიათდა, როგორც β-ოლიგოსაპრობული-β-მეზოსაპრობული წყლის რეზერვუარი ფიტოპლანქტონის სახეობების მარცხენებლების არსებობის საფუძველზე.<sup>[124]</sup> თბილისის ზღვა კი - ოლიგოსაპრობული- β-ოლიგოსაპრობული წყლის რეზერვუარი, კუმისის ტბა კი - α, β- მეზოსაპრობული წყლის რეზერვუარი. ფიტოპლანქტონის შემადგენლობა ასევე შეიძლება იყოს წყლის რეზერვუარების ეკოლოგიური სტატუსის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი. კვლევის შედეგად აღმოჩნდა ხუთი მნიშვნელოვანი ტაქსონი (*Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Pyrrophyta*, *Chrysophyta*).

ფიტოპლანქტონის, ფიზიკურ-ქიმიური და მიკრობული პარამეტრების საფუძველზე კუმისის ტბა აღმოჩნდა ყველაზე დაბინძურებული შესწავლილ სამ ტბას შორის. ეს შესაძლოა იყოს წყალშემკრებ აუზზე ინტენსიური სოფლის მეურნეობის აქტივობების შესრულების შედეგი. წყალშემკრები აუზი მოიცავს სოფელ კუმისს 2500 მოსახლით, პირუტყვის მცირე ფერმებითა და მეფრინველეობის ფართო ფერმით “კუმისი” (200.000-ზე მეტი წიწილა). სოფლებიდან და ფერმებიდან დაუმუშავებელი ჩამდინარე წყლები პათოგენების, აზოტისა და ფოსფორის მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენენ. აზოტი და ფოსფორი ხელს უწყობენ წყალმცენარეების, მათ შორის ტოქსიკურ ციანობაქტერიების გავრცელებას. *Cyanophyta* მაღალი სიჭარბით კუმისის ტბაში (>100.00 უჯრედი/მლ) იწვევს დიდი რაოდენობით ციანოტოქსინის წარმოქმნას. კუმისის ტბაში თევზის პერიოდული დახოცვა შესაძლებელია გამოწვეული იყოს სწორედ *Cyanophyta*-ს აყვავების პერიოდში ტოქსინის წარმოქმნით. <sup>[90]</sup>

მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლოა დავასკვნათ, რომ თბილისის ზღვა შესწავლილი წყლის რეზერვუარებს შორის ყველაზე ნაკლებ დაბინძურებულია. მიზეზს შეიძლება წარმოადგენდეს, წყალშემკრებ აუზში ნაკლებ ინტენსიური სასოფლო მეურნეობა და საკუთრივ წყალსაცავის ბუნება. თბილისის ზღვას გაცილებით დიდი ზედაპირის ფართი და სიღრმე აქვს კუმისისა და ღისის ტბებთან შედარებით. დამატებით, თბილისის ზღვა გამდინარე წყლის რეზერვუარს წარმოადგენს ჩამდინარე და გამდინარე არხებით, რაც ხელს უწყობს გადინების ხარისხის ზრდას და შესაბამისად შემოსული დამაბინძურებლების განზავებას წყალშემკრები აუზიდან და სარეკრეაციო აქტივობებიდან. კუმისის ტბა ხასიათდება წყლის დონის მაღალი ცვლილებით

მდინარე ალგეთის შენაკადის დინებისა და აგრეთვე, ტბის წყლის სარწყავად გამოყენების გამო. ზაფხულისა და შემოდგომის თვეებში წყალნაკლებობის დროს ხდება მიკრობული, ორგანული და არაორგანული დამაბინძურებლების დაგროვება.

წყლის ტემპერატურა წარმოადგენს აბიოტურ ფაქტორს, რომელიც მართავს სხვადასხვა პარამეტრებს წყლის გარემოში, მათ შორის მიკრობულ აქტივობასა და ზრდას.<sup>[68]</sup> როგორც კვლევამ აჩვენა, წყლის ტემპერატურა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლის მიკროორგანიზმების რაოდენობის მაჩვენებლების დონესა და სეზონურ განაწილებაზე. მაგ: *V. parahaemolyticus* რაოდენობის მომატება ხდებოდა ტემპერატურის მომატებასთან ერთად მაისიდან სექტემბრამდე. მიკროორგანიზმის გამოყოფა მოხდა ისეთი დაბალი ტემპერატურის მქონე წყლის სინჯებიდან, როგორცაა 8°C, მაგრამ უფრო ხშირად (შტამების 93%) იყოფოდა 17°C-ზე მაღალი ტემპერატურის დროს. გაზაფხულსა და ზაფხულში თბილი ტემპერატურის გამო ხდებოდა *V. parahaemolyticus*-ის სიჭარბის მომატება. *V. parahaemolyticus* აღმოჩენილ იქნა მარილიანობის ფართო სპექტრში (3.4-20.8 ‰). სინჯის აღების ყველა წერტილი წარმოადგენდა *V. parahaemolyticus*-სთვის ხელსაყრელ გარემოს. საქართველოში ვიბრიონების მაღალი სიხშირით დეტექციის საფუძველზე, რაც დაკავშირებულია მწვავე ინფექციების წარმოშობასთან, აუცილებელია რეკრეაციული წყლებისა და ზღვის პროდუქტების საშენი ადგილების მონიტორინგი, განსაკუთრებით თბილ სეზონებში წყლის ტემპერატურის მომატების დროს. <sup>[71]</sup>

გამომდინარე იქიდან, რომ შესწავლილი ობიექტების წყლის pH უმნიშვნელოდ იცვლებოდა, იგი გავლენას არ ახდენდა მიკროორგანიზმების გავრცელებასა და ბიომრავალფეროვნებაზე.

რადგანაც კუმისი და ლისის ტბა ორივე მომლაშო წყლის ტბებია, ვიბრიონები კარგად იზრდებიან.<sup>[152]</sup> ლიტერატურაში მოცემულია ტოქსიგენური ქოლერას ენდემურობა წარმოდგენილ წყლებში.<sup>[70]</sup> შედეგად, აუცილებელია ზედამხედველობა პათოგენური ვიბრიონების გავრცელების შესახებ, რათა მოხდეს ეპიდემიური აფეთქებების თავიდან აცილება.

## ნაწილი V. დასკვნები

- პირველად განხორციელდა საქართველოს წყლის გარემოში *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის სახეობების გავრცელებისა და სახეობრივი მრავალფეროვნების დეტალური შესწავლა.
- შეიქმნა *Vibrio* და *Aeromonas* გვარის ბაქტერიების ეფექტური საიდენტიფიკაციო სქემები. გენეტიკურმა ანალიზმა დაადასტურა რომ მათი საშუალებით ხდება ზუსტი დახასიათება და იდენტიფიცირება შესაძლებელია მხოლოდ ამ ტესტების შედეგებზე დაყრდნობით.
- საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლსა და თბილისის მიმდებარე შიდა წყალსატევებიდან (თბილისის ზღვა, ლისისა და კუმისის ტბები) გამოვლინდა *Vibrio*-ს 19 სახეობა, მათ შორის 11 ადამიანისათვის პათოგენური აღმოჩნდა (*V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* და სხვ.). არაპათოგენური ვიბრიონების დიდი ჯგუფიდან იზოლატების ნაწილი მიეკუთვნა 8 სახეობას (*V. orientalis*, *V. fischeri*, *V. pelagius*, *V. campbellii* და სხვ.).
- *Vibrio*-ს სახეობების მრავალფეროვნებისა და რაოდენობრივი შემცველობის მიხედვით განსხვავება აღინიშნა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ცალკეულ წერტილებს შორის, რაც წყლის მარილიანობის მნიშვნელობის მაჩვენებელია. მაღალმარილიან ზონებში (ბათუმი, მწვანე კონცხი) წამყვანი სახეობები იყო: *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus*), ხოლო დაბალმარილიან წერტილებში (სუფსისა და ჭკორხის შესართავები) - *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *V. vulnificus*. შავი ზღვის წყლის მარილიან გარემოში ასევე გამოვლინდა *Aeromonas*-ის ზოგიერთი სახეობა (*A. salmonicida*, *A. hydrophila* და *A. caviae*).
- თბილისის მიდამოების მტკნარ და მომლაშო წყალსატევებში გავრცელებულ *Vibrio*-ს სახეობებს შორის წამყვანია *V. cholerae*, რომელსაც მიეკუთვნა გამოყოფილი იზოლატების 81-86%. შიდა წყალსატევებში ასევე აღინიშნა აერომონასების მაღალი სახეობრივი მრავალფეროვნება, რაც კვლავ დაბალი მარილიანობის ფაქტორით იხსნება.
- საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლში და მტკნარ წყალსატევებში გავრცელებული *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის პოპულაციები განსხვავდება სახეობრივი შემადგენლობით. კვლევამ აჩვენა, რომ *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის სახეობებს შეუძლიათ ერთ ეკოლოგიურ ნიშაში თანაარსებობა.
- საქართველოს ზღვის და მტკნარი წყლის ეკოსისტემებიდან გამოყოფილი *Aeromonas*-ის იზოლატების დიდი ნაწილი მიეკუთვნა აერომონასების 8 სახეობას: *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. media*, *A. veronii*, *A. schuberti*, *A. sobria*, *A. eucrenophila*.
- დადგინდა, რომ ვიბრიონებისა და აერომონასების გავრცელებასა და სახეობრივ მრავალფეროვნებაზე გავლენას ახდენს წყლის ტემპერატურა, რაც განაპირობებს საქართველოს წყლის საკვლევ ეკოსისტემებში *Vibrio*-სა და *Aeromonas*-ის სახეობების შემცველობის განსხვავებულ სეზონურ დინამიკას. ზაფხულისა და შემოდგომის პერიოდი საუკეთესო აღმოჩნდა *Vibrio*-ს სახეობებისათვის, ხოლო აერომონასების ცხოველყოფილობისათვის საუკეთესო სეზონია შემოდგომა და გაზაფხული.



- მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაბამისი ორგანიზაციებისათვის შემუშავდა რეკომენდაცია, რომელიც ეხება წყლის ეკოსისტემების რეგულარული მონიტორინგის საჭიროებას, განსაკუთრებით თბილი სეზონების დროს, რათა მოხდეს *Vibrio*-ს და *Aeromonas*-ის სახეობების ადრეული გამოვლენა. სასურველია შეიქმნას რუტინული მონიტორინგის პროგრამა (იდენტიფიკაციის შექმნილი სქემების გამოყენებით), რომელიც საშუალებას მოგვცემს მოვახდინოთ დაავადებების ეპიდემიის შემთხვევაში რისკის პროგნოზირება.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. აფხაზავა ი., (1979). ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, თბ. ტ. 4, გვ. 617.
2. აფხაზავა ი., (1983). ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, თბ. ტ. 6, გვ. 30.
3. აფხაზავა ი., (1983). ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, თბ. ტ. 6, გვ. 252.
4. აფხაზავა ი., (1983). ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, თბ. ტ. 6, გვ. 71.
5. აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის ტურიზმისა და კურორტების დეპარტამენტი. 2013. მწვანე კონცხი.  
[http://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%AC%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%94\\_%E1%83%99%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%AA%E1%83%AE%E1%83%98\\_%28%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%97%E1%83%A3%E1%83%9B%E1%83%98%29](http://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%9B%E1%83%AC%E1%83%95%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%94_%E1%83%99%E1%83%9D%E1%83%9C%E1%83%AA%E1%83%AE%E1%83%98_%28%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%97%E1%83%A3%E1%83%9B%E1%83%98%29) წაკითხვის თარიღი: სექტემბერი, 2013 წ.
6. ჩიკვილაძე ხ. (2009). “შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზონის ცენტრალურ რეგიონში ეკოჰიდროლოგიური პროცესების შესწავლა”, თბილისი. გვ. 13-36.
7. ჯანელიძე ა. ი. (1925) “თბილისის მიდამოების ჰიდროგრაფიისთვის” თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ტ. 5.
8. [ka.wikipedia.org/wiki/Savi\\_zRva](http://ka.wikipedia.org/wiki/Savi_zRva) წაკითხვის თარიღი: სექტემბერი, 2013 წ.
9. მგალობლიშვილი ნინო. “შავი ზღვის სანაპირო ზონის აჭარის მონაკვეთის ნაპირდაცვა”. ასოციაცია თავისუფალ ჟურნალისტთა სახლი, ბათუმი.  
<http://www.nplg.gov.ge/gsd/cgi-bin/library.exe?e=d-00000-00---off-0civil2-civil2-01-1--0-10-0--0-0--0prompt-10--4---4---0-0l--11-ka-10--10-help-50--00-3-1-00-0-00-11-1-0utfZz-8-00-0-11-1-0utfZz-8-10&cl=CL2.19&d=HASHb057891b664981a2975579.6&x=1> წაკითხვის თარიღი: სექტემბერი, 2013 წ.
10. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, (1985) თბ. ტ. 9, გვ. 615.
11. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, (1987) თბ. ტ. 11, გვ. 405.
12. უკლება დ., (1974). “აღმოსავლეთ საქართველოს მთიანი მხარეების ლანდშაფტები და ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონები,” თბილისი.
13. ვახუშტი (1941) “საქართველოს სამეფოს აღწერა”, თბილისი.
14. ხომსკისი ვ., (1969). “მცირე ტბების დინამიკა და თერმიკა”, ვილნიუსი.
15. ყავერიშვილი ვ.ი., დავიდოვი ვ.კ., ჯანაშვილი გ.მ. (1935) “ამიერკავკასიის ტბების აღწერილობა”. სსიკ წყლის რესურსების ცნობარი. ამიერკავკასია. ტ. XI.
16. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. (1985). “Экология и проблемы комплексного глобального мониторинга Мирового океана”. В кн.: Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана. Труды первого международного симпозиума. Ленинград. Гидрометеиздат. Том. №1. 19-49стр.
17. Красильников Н.А. (1949). “Определитель бактерий и актиномицетов”. Москва.
18. Кутырин Т.М. Беличенко Ю.П. (1971). “Охрана водных ресурсов – проблемы современности”. Ленинград. Гидрометеиздат. 182стр.
19. Мархасин И.Л., Гусманова Г.М. (1978). “О природе поверхностной активности нефти и ее компонентов”. В кн.: Труды Седьмого Международного Конгресса по Поверхностно Активным Веществам. Т.Э.М. 656- 665стр.

20. Метревели Г., Гачечиладзе Г., Буачидзе Н. (2002). “Динамика моря в исключительной экономической зоне Грузии и проблемы ее загрязнения нефтепродуктами текущем климатическом цикле”. Географическое общество Грузии. Кавказский географический журнал. Т.№1. 46-52стр.
21. Позднишев Г.Н., Петров А.А., Макарева А.М. (1969). “Экстракционное разделение нефти на смолы, масло и асфальтены”. Химия и технология топлив и масел. Т.№1. 18-22. Рывик Б.М. (1962). “Анализ нефти и нефтепродуктов”. М. Гидрометеиздат. 873 стр.
22. Рывик Б.М. 1962г. Анализ нефти и нефтепродуктов. М. Гидрометеиздат 873стр.
23. Хоут Дж. (1980). “Краткий определитель бактерии Берги”. Москва. Изд. Мир 444стр.
24. Alvarez J. R., Lamba S., Dyer K. Y., Apuzzio J. J. 2006. An unusual case of urinary tract infection in a pregnant woman with *Photobacterium damsela*. Infect. Dis. Obstet. Gynecol. 80682:1–3.
25. Angel, M. F., F. Zhang, M. Jones, J. Henderson, and S. W. Chapman. 2002. Necrotizing fasciitis of the upper extremity resulting from a water moccasin bite. South. Med. J. 95:1090-1094.
26. Application TCBS Agar (*Vibrio* Selective Agar)". Web site of the Merck KGaA. Retrieved 2013-03-18.
27. Asato J., Kanaya F. 2004. Fatal infection of the hand due to *Photobacterium damsela*: a case report. Clin. Infect. Dis. 38:e100–e101.
28. Austin B & Zhang X-H (2006). "*Vibrio harveyi*: a significant pathogen of marine vertebrates and invertebrates". Letters in Applied Microbiology 43 (2): 119–214. doi: 10.1111/j.1472-765X.2006.01989.x. PMID 16869892.
29. Baffone W., Casaroli A., Campana R., Citterio B., Vittoria E., Pierfelici L., Donelli G. (2005). "'In vivo' studies on the pathophysiological mechanism of *Vibrio parahaemolyticus* TDH(+)-induced secretion". Microb Pathog 38 (2-3): 133–7. doi:10.1016/j.micpath.2004.11.001. PMID 15748815.
30. Bain, N., Taylor M. E., and Shewan J. M. 1965. Some preliminary data on a study of the *Vibrio* and allied genera. Spisy Prirodoved. Fak. Univ. Brne 7: Series K, p. 298-299.
31. Banakar, V., Constantin de Magny, G., Jacobs, J., Murtugudde, R., Huq, A., Wood, R. J., et al. (2011). Temporal and spatial variability in the distribution of *Vibrio vulnificus* in the Chesapeake Bay: a hindcast study. Ecohealth 8, 456–467. doi: 10.1007/s10393-011-0736-4.
32. Barach, G. P. 1964. Lake Reservoirs in Georgia and Their Importance for Fishery. Sabchota Sakartvelo, Tbilisi, USSR.
33. Bassler BL., Wright M., Showalter RE., Silverman MR (1993). "Intercellular signalling in *Vibrio harveyi*: sequence and function of genes regulating expression of luminescence". Molecular Microbiology 9 (4): 773–786. doi:10.1111/j.1365-2958.1993.tb01737.x. PMID 8231809.
34. Baumann P., Baumann L., Bang SS., Woolkalis MJ. (1980). "Reevaluation of the taxonomy of *Vibrio*, *Beneckeia*, and *Photobacterium*: Abolition of the genus *Beneckeia*". Curr. Microbiol. 4: 127–132.

35. Baumann P., Baumann L., Mandel M. (1971). "Taxonomy of marine bacteria: the genus *Beneckea*". J Bacteriol. 107 (1): 268–94. PMC 246914. PMID 4935323.
36. Bode RB, Brayton PR., Colwell RR., et al. 1986; A new *Vibrio* species, *Vibrio cincinnatiensis*, causing meningitis: successful treatment in an adult. Ann Intern Med. 104:55-56.
37. Borrell N., Figueras M. J., and J. Guarro. 1998. Phenotypic identification of *Aeromonas* genomospecies from clinical and environmental sources. Can. J. Microbiol. 44:103-108.
38. Bossi-Küpfer, M., A. Genini, R. Peduzzi, and A. Demarta. 2007. Tracheobronchitis caused by *Aeromonas veronii* biovar *sobria* after near-drowning. J. Med. Microbiol. 56:1563-1564.
39. Carnahan, A. M. 1993. *Aeromonas* taxonomy: a sea of change. Med. Microbiol. Lett. 2:206-211.
40. Centers for Disease Control and Prevention. 1990. *Aeromonas* wound infections associated with outdoor activities - California. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 39:334-335.
41. Centers for Disease Control and Prevention. 1997; Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* infections associated with eating raw oysters -Pacific Northwest, 1997. MMWR. 47:457-462.
42. Centers for Disease Control and Prevention. 1999; Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* infection associated with eating raw oysters or clams harvested from Long Island Sound -- Connecticut, New Jersey, and New York, 1998. MMWR. 48:48-51.
43. Centers for Disease Control and Prevention. 2011. Cholera in Haiti:One year Later. [http://www.cdc.gov/haiticholera/haiti\\_cholera.htm](http://www.cdc.gov/haiticholera/haiti_cholera.htm) წაკითხვის თარიღი: ოქტომბერი, 2013 წ.
44. Centers for Disease Control and Prevention. 2013. *Vibrio vulnificus* General Information Frequently Asked Questions. What type of illness does *V. vulnificus* cause?
45. Chakraborty, S., G. B. Nair, Shinoda S. (1997). Pathogenic vibrios in the natural aquatic environment. Rev. Environ. Health 12:63-80.
46. Chen X, Schauder S, Potier N, Van Dorsselaer A, Pelczer I, Bassler BL, Hughson FM. (2002). "Structural identification of a bacterial quorum-sensing signal containing boron". Nature 415 (6871): 545–549. doi:10.1038/415545a. PMID 11823863.
47. Chopra, A. K., Xu X.J., Ribardo D., Gonzalez M., Kuhl K., Peterson J. W., and C. W. Houston. 2000. The cytotoxic enterotoxin of *Aeromonas hydrophila* induces proinflammatory cytokine production and activates arachidonic acid metabolism in macrophages. Infect. Immun. 68:2808-2818.
48. Clarridge J. E., Zigelboim-Daum S. 1985. Isolation and characterization of two hemolytic phenotypes of *Vibrio damsela* associated with a fatal wound infection. J. Clin. Microbiol. 21:302–306.
49. Cobbold C., Rink T. "Fluorescence and bioluminescence measurement of cytoplasmic free calcium" Biochem J. 248(2): 313–328.
50. Colwell, R. R., and Mandel M. 1964. Base composition of deoxyribonucleic acid of marine and non-marine *Vibrios* deduced from buoyant density measurements in cesium chloride. J. Bacteriol. 88:1816-1817.
51. Colwell, R. R., MacDonell M. T., and J. De Ley. 1986. Proposal to recognize the family *Aeromonadaceae* fam. nov. Int. J. Syst. Bacteriol.36:473-477.

52. Dalsgaard A., Alarcon A., Lanata CF., et al. 1996; Clinical manifestations and molecular epidemiology of five cases of diarrhoea in children associated with *Vibrio metschnikovii* in Arequipa, Peru. *J Med Microbiol.* 45:494-500.
53. Daniels NA., MacKinnon L., Bishop R., et al. 2000; *Vibrio parahaemolyticus* infections in the United States, 1973-1998. *J Infect Dis.* 181:1661-1666.
54. Daniels NA., Ray B., Easton A., et al. 2000; Emergence of a new *Vibrio parahaemolyticus* serotype in raw oysters: prevention quandary. *JAMA.* 284:1541-1545.
55. DiGaetano M, Ball SF, Straus JG. 1989; *Vibrio vulnificus* corneal ulcer. Case reports. *Arch Ophthalmol.* 107:323-324.
56. Edberg, S. C., F. A. Browne, and M. J. Allen. 2007. Issues for microbial regulation: *Aeromonas* as a model. *Crit. Rev. Microbiol.* 33:89-100.
57. Elbakidze T, Janelidze N, Jaiani E, Qoqashvili T, Mitaishvili N, Koberidze T, Porchkhidze K, Tediashvili M, 2010. "Occurrence of epidemic strains of *Vibrio cholerae* in recreational and drinking water reservoirs in Georgia", *Georgia Chemical Journal* N4, pp. 120.
58. Farmer J.J., Janda M., 2004. Family I Vibrionaceae. In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Second edition, Vol two, part B, George M. Garrity (Editor-in-Chief), pp. 491-546.
59. Federal Register notice about the Contaminant Candidate List. 1998; 63 FR 10273 <http://permanent.access.gpo.gov/lps21800/www.epa.gov/safewater/ccl/cclfs.html> წაკეთების თარიღი: ოქტომბერი, 2013 წ.
60. Fouz B., Larsen J. L., Nielsen B., Barja J. L., Toranzo A. E. 1992. Characterization of *Vibrio damsela* strains isolated from turbot *Scophthalmus maximus* in Spain. *Dis. Aquat. Org.* 12:155–156.
61. Fuji, Y., Nomura T., Yokoyama R., Shinoda S., and K. Okamoto. 2003. Studies of the mechanism of action of the aerolysin-like hemolysin of *Aeromonas sobria* in stimulating T84 cells to produce cyclic AMP. *Infect. Immun.* 71:1557-1560.
62. Fujioka R. S., Greco S. B., Cates M. B., Schroeder J. P. 1988. *Vibrio damsela* from wounds in bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Dis. Aquat. Org.* 4:1–8.
63. Garrity G. M. 2005; *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. V2. Auflage. Springer, New York, Volume 2: The Proteobacteria, Part B: The Gammaproteobacteria ISBN 0-387-24144-2.
64. Garrity G. M. 2007; *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. V2.:.pp. 491-499.
65. Gavin, R., Merino S., Altarriba M., Canals R., Shaw J. G., and J. M. Tomas. 2003. Lateral flagella are required for increased cell adherence, invasion and biofilm formation by *Aeromonas* spp. *FEMS Microbiol. Lett.* 224:77-83.
66. Georgia's Initial National Communication under the UN framework Convention on Climate Change, (1999). Tbilisi, Georgia, pp. 92-98.
67. Gerlach, H., Gylstorff I. 1967. Studies on biochemical properties, pathogenicity and resistance spectrum against antibiotics in *Vibrio metschnikovii*. *Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr.* 80:153-155.
68. Golubovskaya, E. K. 1978. *Biological Basics of Water Treatment*. 'Vishaya Schkola', Moscow, USSR.

69. Greenough WB III. *Vibrio cholera* and cholera. In: Mandell GL, Benett JE, Dolin R, eds. 1995: Principles and Practices of Infectious Diseases. 4th Ed. New York: Churchill Livingstone; 1934-1945.
70. Grim C., Jaiani, E., Janelidze, N., Kokashvili, T., Tediashvili, M., Colwell, R. R. & Huq, A. 2010. Detection of toxigenic *Vibrio cholerae* O1 in freshwater lakes of the former Soviet Republic of Georgia: a potential source of disease. *Environ. Microbiol. Rep.* 2 (1), 2–6.
71. Haley B. J., T. Kokashvili, A. Tskshvediani, N. Janelidze, N. Mitaishvili, Ch. J. Grim, G. Constantin\_de\_Magny, A. J. Chen, E. Taviani, T. Eliashvili, M. Tediashvili, Ch. Whitehouse, R. RColwell, A. Huq. 2014. ‘Molecular Diversity and Predictability of *Vibrio parahaemolyticus* along the Georgian coastal zone of the Black Sea’ *Frontiers in Microbiology*. [http://www.frontiersin.org/aquatic\\_microbiology/10.3389/fmicb.2014.00045/abstract](http://www.frontiersin.org/aquatic_microbiology/10.3389/fmicb.2014.00045/abstract)  
doi: 10.3389/fmicb.2014.00045 წაკითხვის თარიღი: ნოემბერი, 2013 წ.
72. Han H. J., Taki T., Kondo H., Hirono I., and T. Aoki. 2008. Pathogenic potential of a collagenase from *Aeromonas veronii*. *Can. J. Microbiol.* 54:1-10.
73. Havelaar A. H., During M, Versteegh J. F. M. 1987. Ampicillin-dextrin agar medium for the enumeration of *Aeromonas species* in water by membrane filtration. *Journal of Applied Bacteriology*, 62, pp. 279-287.
74. Hendrie M. S., Hodgkiss W., and Sheiwan J. M. 1971; Proposal that *Vibrio marinus* (Russell1891) Ford 1927 he amalgamated with *Vibrio fischeri* (Beijerinck 1889) Lehmann and Neumann 1896. *International Journal of Systematic Bacteriology*. pp. 217-221.
75. Heuzenroeder, M. W., Wong C. Y. F., and R. L. P. Flower. 1999. Distribution of two hemolytic toxin genes in clinical and environmental isolates of *Aeromonas spp.*: correlation with virulence in a suckling mouse model. *FEMS Microbiol. Lett.* 174:131-136.
76. Hlady WG, Klontz KC. 1996; the epidemiology of *Vibrio* infections in Florida, 1981-1993. *J Infect Dis.* 173:1176-1183.
77. Hogan C. M. 2010. Bacteria. *Encyclopedia of Earth*. eds. Sidney Draggan and C.J. Cleveland, National Council for Science and the Environment, Washington DC.
78. Holcombe DJ. 1991; *Vibrio vulnificus* peritonitis. A unique case. *J La State Med Soc.* 143:27-28.
79. Holmberg SD. *Vibrio*. In: Gorbach SL, Bartlett JG, Blacklow NR, eds. 1992: *Infectious Diseases*. Philadelphia: WB Saunders Company; 14931502.
80. Holt J.G., 1994. *Bergey’s manual of Determinative Bacteriology*, 9-th edition, Williams&Wilkins.
81. Howard-Jones, N (1984). "Robert Koch and the cholera vibrio: a centenary". *BMJ* 288 (6414):379–81. doi:10.1136/bmj.288.6414.379. PMC 1444283.PMID 6419937.
82. Huang, H.C., Yu W.L., Huan K.H., Cheng K.C., and Chuang Y.C. 2007. *Aeromonas sobria* prostatitis and septic shock in a healthy man with chronic alcoholic consumption. *Jpn. J. Infect. Dis.* 60:400-401.
83. Huq MI, Alam KMJ, Brenner DJ, et al. (1980). Isolation of *Vibrio*-like group, EF-6, from patients with diarrhea. *J Clin. Microbiol.* 11:621-624.
84. Huq, A., Grim, C., Colwell, R. R. & Nair, G. B. 2006. Detection, isolation and identification of *Vibrio cholerae* from the environment. *Curr. Protocol. Microbiol.* 2, 6A.5.1–6A.5.38.

85. Imamura T., Nitta H., Wada Y., Kobayashi H., and K. Okamoto. 2008. Impaired plasma clottability induction through fibrinogen degradation by ASP, a serine protease released from *Aeromonas sobria*. *FEMS Microbiol. Lett.* 284:35-42.
86. Isenberg HD, editor. 2004. *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. American Society for Microbiology; p. 3.3.2-3.3.2.13.
87. Isonhood, J. H., and M. Drake. 2002. *Aeromonas* species in foods. *J. Food Prot.* 65:575-582.
88. Ivanov I. T. 2007. Allometric dependence of the life span of mammal erythrocytes on thermal stability and sphingomyelin content of plasma membranes. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 147:876–884.
89. Jacobs, J. M., Rhodes, M., Brown, C. W., Hood, R. R., Leigh, A., Long, W., et al. (2010). “Predicting the distribution of *Vibrio vulnificus* in Chesapeake Bay,” in NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 112. NOAA National Centers for Coastal Ocean Science, Center for Coastal Environmental Health and Biomolecular Research, Cooperative Oxford Laboratory (Oxford, MD).
90. Jaiani E., Kokashvili T., Mitaishvili N., Elbakidze T., Janelidze N., Lashkhi N., Kalandadze R., Mikashavidze, E., Natroshvili G., Whitehouse C.A., Huq A., Tediashvili M. (2013). ‘Microbial water quality of recreational lakes near Tbilisi, Georgia’. *Journal of Water and Health*, 11.2. pp. 333-345.
91. Jaiani, E. 2004. Some Aspects of Freshwater Microbial Ecology: Interactions between Protozoa and Prokaryotic Organisms. PhD Thesis, Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology, Tbilisi, Georgia.
92. James, William D.; Berger, Timothy G. (2006). *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology*. Saunders Elsevier. ISBN 0-7216-2921-0.
93. Janda M., and Abbott S.L. 2010. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. *Clin. Microbiol. Rev.* vol. 23 no. 1 35-73.
94. Janda, J. M. 2001. Chapter 59. *Aeromonas* and *Plesiomonas*, p. 1237-1270. In M. Sussman (ed.), London, United Kingdom. *Molecular medical microbiology*, vol. 2. Academic Press.
95. Janda, J. M., and P. D. Duffey. 1988. Mesophilic aeromonads in human disease; current taxonomy, laboratory identification, and infectious disease spectrum. *Rev. Infect. Dis.* 10:980-997.
96. Janda, J.M. 1985. Biochemical and exoenzymatic properties of *Aeromonas* species. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 3:223-232.
97. Janelidze N., Jaiani E., Lashkhi N., Tskhvediani A., Kokashvili T., Gvarishvili T., Jgenti D., Mikashavidze E., Diasamidze R., Narodny S., Obiso R., Whitehouse C.A., Huq A., Tediashvili M. 2010. Microbial water quality of the Georgian coastal zone of the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*. <http://www.journals.elsevier.com/marine-pollution-bulletin>  
 წყაროს თარღი: ნოემბერი, 2013 წ.
98. Janelidze, N. 2008. Selection of Perspective Phages for Tracing in Waterbodies and Elaboration of Technology for their Production. PhD Thesis, Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology, Tbilisi, Georgia.
99. Jangid, K., Kong R., Patole M. S., and Y. S. Shouche. 2007. luxRI homologs are universally present in the genus *Aeromonas*. *BMC Microbiol.*7:93.



100. Jean-Jacques, W., K. R. Rajashekaraiyah, J. J. Farmer III, F. W. Hickman, J. G. Morris, and C. A. Kallick. 1981. *Vibrio metschnikovii* bacteremia in a patient with cholecystitis. *J. Clin. Microbiol.* 14:711-712.
101. Jensen S., Samuelson O., Anderson K., Torkildsen L., Lambert C., Choquet C., Paillard C., Bergh O. 2003. "Characterization of strains of *Vibrio splendidus* and *V. tapetis* isolated from corkwing wrasse *Symphodus melops* suffering vibriosis" *Diseases of Aquatic Organisms.* 53: 25–31.
102. Joseph S, Colwell R, Kaper J (1982). "Vibrio parahaemolyticus and related halophilic Vibrios". *Crit Rev Microbiol* 10 (1): 77–124. doi:10.3109/10408418209113506. PMID
103. Kalandadze, R., Mikashavidze, E., Mgeladze, M., Jaiani, E., Janelidze, N., Whitehouse, C., Huq, A. & Tediashvili, M. 2009. Phyto- and zooplankton dynamics and species composition in the Tbilisi Sea, Kumisi and Lisi Lakes in vicinity of Tbilisi, Georgia. *Proc. Geor. Acad. Sci. Biol. Ser. B* 7, 24–34.
104. Kaneko, T., and Colwell, R. (1974). Distribution of *Vibrio parahaemolyticus* and related organisms in the atlantic ocean off South Carolina and Georgia. *Appl. Environ. Microbiol.* 28 1009–1017.
105. Katz BZ. 1988; *Vibrio vulnificus* meningitis in a boy with thalassemia after eating raw oysters. *Pediatrics.* 82:784-786.
106. Kelly MT, Avery DM. 1980; Lactose-positive *Vibrio* in seawater: a cause of pneumonia and septicemia in a drowning victim. *J Clin Microbiol.* 11:270-280.
107. Kelly, K. A., J. M. Koehler, and L. R. Ashdown. 1993. Spectrum of extraintestinal disease due to *Aeromonas* species in tropical Queensland, Australia. *Clin. Infect. Dis.* 16:574-579.
108. Khardori, N., and V. Fainstein. 1988. *Aeromonas* and *Plesiomonas* as etiological agents. *Annu. Rev. Microbiol.* 42:395-419.
109. Kim H. R., Kim J. W., Lee M. K., Kim J. G. 2009. Septicemia progressing to fatal hepatic dysfunction in a cirrhotic patient after oral ingestion of *Photobacterium damsela*: a case report. *Infection* 37:555–556.
110. King, G.E., Werner S.B., and K.W. Kizer. 1992. Epidemiology of *Aeromonas* infections in California. *Clin. Infect. Dis.* 15:449-452.
111. Kirov S. M. 1993. The public health significance of *Aeromonas* spp. in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 20:179-198.
112. Kirov S. M., M. Castrisios, and J. G. Shaw. 2004. *Aeromonas* flagella (polar and lateral) are enterocyte adhesins that contribute to biofilm formation on surfaces. *Infect. Immun.* 72:1939-1945.
113. Kirov S. M., Tassell B. C., Semmler A. B. T., O'Donovan L. A., Rabaan A. A., and J. G. Shaw. 2002. Lateral flagella and swarming motility in *Aeromonas* species. *J. Bacteriol.* 184:547-555.
114. Kumazawa NH, Kato E, Takaba T, Yokota T. (August) 1988. Survival of *Vibrio parahaemolyticus* in two gastropod molluscs, *Clithon retropictus* and *Nerita albicilla*. *Nippon Juigaku Zasshi.* 50(4): 918-24.
115. Kunimoto D., R. Rennie, D. M. Citron, and E. J. C. Goldstein. 2004. Bacteriology of a bear bite wound to a human: case report. *J. Clin. Microbiol.* 42:3374-3376.



116. La Rosa, T. S., Mirto, A., Marino, V., Alonzo, T. L., Maugeri, T. L. & Mazzola, A. Heterotrophic bacteria community and pollution indicators of mussel-farm impact in the Gulf of Gaeta (Tyrrhenian Sea). *Mar. Environ. Res.* 52, 301–321.
117. Lai C. C., Shiao C.C., Lu G.D., and Ding L.W. 2007. *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* bacteremia: rare pathogens of infection in a burn patient. *Burns* 33:255-257.
118. Lamy, B., A. Kodjo, the colBVH Study Group, and F. Laurent. 2009. Prospective nationwide study of *Aeromonas* infections in France. *J. Clin. Microbiol.* 47:1234-1237.
119. Le Roux F, Labreuche Y, Davis BM, Iqbal N, Mangenot S, Goarant C, Mazel D, Waldor MK. 2011; Virulence of an emerging pathogenic lineage of *Vibrio nigripulchritudo* is dependent on two plasmids. *Environ Microbiol.* 13(2):296-306. doi: 10.1111/j.1462-2920.2010.02329.x. Epub 2010 Sep 6.
120. Le Roux F., Binesse J., Saulnier D., Mazel D. 2007. "Construction of a *Vibrio splendidus* mutant lacking the metalloprotease gene *vsm* by use of a novel counter selectable suicide vector." *Applied Environmental Microbiology*". 73(3):777-84.
121. Lee, J. V., T. J. Donovan, and A. L. Furniss. 1978. Characterization, taxonomy, and emended description of *Vibrio metschnikovii*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 28:99-111.
122. Lee J. V., P. Shread, A. L. Furniss & T. N. Bryant (1981). "Taxonomy and description of *Vibrio fluvialis* sp. nov. (synonym group F vibrios, group EF6)". *Journal of Applied Microbiology* 50 (1): 73–94. doi:10.1111/j.1365-2672.1981.tb00873.x. PMID 6971864
123. Lehmann, K. B., and R. O. Neumann. 1896. *Atlas und Grundriss der Bakteriologie und Lehrbuch der speciellen bakteriologischen Diagnostik. Teil II.* Verlag von J. F. Lehmann, Munich.
124. Liebman, H. 1962. *Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie.* I.2 edn., Oldenbourg, Munich, Germany.
125. Llopis, F., I. Grau, F. Tubau, M. Císnal, and R. Pallares. 2004. Epidemiological and clinical characteristics of bacteraemia caused by *Aeromonas* spp. as compared with *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Scand. J. Infect. Dis.* 36:335-341.
126. Love M., et al. 1981. *Vibrio damsela*, a marine bacterium, causes skin ulcers on the damselfish *Chromis punctipinnis*. *Science* 214:1139–1140.
127. Lynch, M. J., Swift S., Kirke D. F., Keevil C.W., Dodd C.E.R., and P. Williams. 2002. The regulation of biofilm development by quorum sensing *Aeromonas hydrophila*. *Environ. Microbiol.* 4:18-28.
128. MacFaddin JF, editor. 2000. *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; p. 363-7.
129. Madigan M., Martinko J (editors) (2005). *Brock Biology of Microorganisms* (11th ed. ed.). Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1.
130. Martin-Carnahan A., and S. W. Joseph. 2005. Genus I. *Aeromonas* Stanier 1943, 213AL, p. 557-578. In D. J. Brenner, N. R. Krieg, J. T. Staley, and G. M. Garrity (ed.), *Bergey's manual of systematic bacteriology*, 2nd ed., vol. 2, part B. Springer, New York, NY.
131. Martinez-Murcia A. J., S. Benlloch, and M. D. Collins. 1992. Phylogenetic interrelationships of members of the genera *Aeromonas* and *Plesiomonas* as determined by 16S ribosomal DNA sequencing: lack of congruence with results of DNA-DNA hybridizations. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 42:412-421.

132. Martins L. M., Catani C. F., Falcón R. M., Carbonell G. V., Azzoni A. A., and T. Yano. 2007. Induction of apoptosis in Vero cells by *Aeromonas veronii* biovar *sobria* vacuolating cytotoxic factor. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 49:197-204.
133. Matte M.H., Baldassi L., Barbosa M. L., Malucelli M. I.C., Nitrini S.M.O.O., and Matte G.R. 2007. Virulence factors of *Vibrio metschnikovii* strains isolated from fish in Brazil. *ScienceDirect. Food Control* 18. 747-751.
134. Matz, C., Nouri, B., McCarter, L., and Martinez-Urtaza, J. (2011). Acquired type III secretion system determines environmental fitness of epidemic *Vibrio parahaemolyticus* in the interaction with bacterivorous protists. *PLoS ONE*6:e20275. doi: 10.1371/journal.pone.0020275.
135. McMahon, M. A. S., and I. G. Wilson. 2001. The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* species in organic vegetables. *Int. J. Food Microbiol.* 70:155-162.
136. Mealson K.H., Wimpee C, Wimpee B. 1993. "Identification of *Vibrio splendidus* as a Member of the Planktonic Luminous Bacteria from the Persian Gulf and Kuwait Region with lux<sub>4</sub> Probes" *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY.* 59:2684-2689.
137. Mitaishvili N., Tskhvediani A., Elbakidze T., Kokashvili T., Natroshvili G., Kajaia G., M. Tediashvili."The Abundance and Diversity of *Vibrio* spp. Not pathogenic to Humans in Georgian Aquatic Environment". *Proceedings of the Georgian Academy of Sciences*, 2011, v. 9, N1-4. pp 43-39.
138. Morris JG Jr, Miller HG, Wilson R, Tacket CO, Hollis DG, Hickman FW, Weaver RE, Blake PA. 1982. Illness caused by *Vibrio damsela* and *Vibrio hollisae*. *Lancet.* 1(8284):1294-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6123029#> <sup>წაკითხვის თარიღი: ნოემბერი, 2013 წ.</sup>
139. Neyts, K., G. Huys, M. Uyttendaele, J. Swings, and J. Debevere. 2000. Incidence and identification of mesophilic *Aeromonas* spp. from retail foods. *Lett. Appl. Microbiol.* 31:359-363.
140. Nijvipakul, Sarayut; ChaiyenSuadee, Barrie Entsch, David P. Ballou and Pimchai Janewit Wongratana, Chutintorn (2008). "LuxG Is a Functioning Flavin Reductase for Bacterial Luminescence". *Journal of Bacteriology* 190 (5): 1531–1538.
141. Noguchi, T; Hwang, D F; Arakawa, O; Sugita, H; Deguchi, Y; Shida, Y; Hashimoto, K (1987). "*Vibrio alginolyticus*, a tetrodotoxin-producing bacterium, in the intestines of the fish *Fugu vermicularis vermicularis*". *Marine Biology* 94 (4): 625–630.
142. Norris H T. Cholera. In: Barua D, Burrows W, editors. (1974). *The pathology of cholera.* Philadelphia, Pa: The W. B. Saunders Co.; pp. 160–188.
143. Oliver JD (2005). "Wound infections caused by *Vibrio vulnificus* and other marine bacteria". *Epidemiol Infect* 133 (3): 383–91. doi:10.1017/S0950268805003894. PMC 2870261. PMID 15962544
144. Oliver JD, Kaper J (2001). *Vibrio* species. pp. 263-300 In: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers.* (Doyle MP et al., editors) (2nd ed.). ASM Press. ISBN 1-55581-117-5.
145. Oliver JD, Kaper J (2005). *Vibrio vulnificus*. In: *Oceans and Health: Pathogens in the Marine Environment.* (Belken SS, Colwell RR, editors) (2nd ed.). Springer Science. ISBN 0-387-23708-9.
146. Orata, Fabini; Cynthia Hedreyda (2011. Retrieved October 27, 2012). "Isolation and sequence analysis of the full-length *toxR* gene of type strain *Vibrio campbellii* and use of the

- toxR gene sequence to evaluate variation and relatedness with other *Vibrio* species". National Institute of Molecular Biology and Biotechnology 4: 70–80.
147. Owens, Leigh; Busico-Salcedo, Nancy (2006). "Vibrio harveyi: Pretty Problems in Paradise (Chapter 19)". In Thompson, Fabiano; Austin, Brian; Swings, Jean. *The Biology of Vibrios*. ASM Press.
  148. "Oxidase Test and Modified Oxidase Test". Retrieved 2008-11-07.
  149. Palumbo, S. A., F. Maxino, A. C. Williams, R. L. Buchanan, and D. T. W. Thayer. 1985. Starch-ampicillin agar for the quantitative detection of *Aeromonas hydrophila*. *Appl. Environ. Microbiol.* 50:1027-1030.
  150. Payne WJ, Eagon RG, Williams AK (1961). "Some observations on the physiology of *Pseudomonas natriegens* nov. spec.". *Antonie Van Leeuwenhoek* 27 (1): 121–8. PMC 216004. PMID 13733692.
  151. Popoff M., and M. Véron. 1976. A taxonomic study of the *Aeromonas hydrophila*-*Aeromonas punctata* group. *J. Gen. Microbiol.* 94:11-25.
  152. Pruzzo C., Huq, A., Colwell, R. R. & Donelli, G. 2005. Pathogenic *Vibrio* species in the marine and estuarine environments. In: *Oceans and Health* (A. Belkin & R. R. Colwell, eds). Springer, New York, pp. 217–252.
  153. Rabbani G H, Greenough W B. Cholera. (1990). In: Lebenthal E, Duffy M, editors. *Textbook of secretory diarrhea*. New York, N.Y: Raven Press; pp. 233–253.
  154. Ramamurthy T., Albert M J., Huq A., Colwell R R., Takeda Y., Takeda T., Shimada T., Mandal B K., Nair G B. (1994). *Vibrio mimicus* with multiple toxin types isolated from human and environmental sources. *J Med Microbiol.* 40:194–196.
  155. Rank EL, Smith IB, Langer M. 1988; Bacteremia caused by *Vibrio hollisae*. *J Clin Microbiol.* 26:375-376.
  156. Reilly G D; Reilly, C A; Smith, E G; Baker-Austin, C (2011). "Vibrio alginolyticus-associated wound infection acquired in British waters, Guernsey, July 2011". *Euro Surveill* 18 (42).
  157. Review the human pathogenic vibrios - a public health update with environmental perspectives. (1989). *West PA Epidemiol Infect.*; 103(1):1-34.
  158. Ruimy, R., V. Breittmayer, P. Elbaze, B. Lafay, O. Boussemart, M. Gauthier, and R. Christen. 1994. Phylogenetic analysis and assessment of the genera *Vibrio*, *Photobacterium*, *Aeromonas*, and *Plesiomonas* deduced from small-subunit rRNA sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44:416-426.
  159. Rusin P. A., Rose J. B., Haas C. N., and C. P. Gerba. 1997. Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 152:57-83.
  160. Ryan KJ; Ray CG (editors) (2004). *Sherris Medical Microbiology* (4th ed.). McGraw Hill. ISBN 0-8385-8529-9.
  161. Schauder S., Shokat K., Surette MG., Bassler BL. (2001). "The LuxS family of bacterial autoinducers: biosynthesis of a novel quorum-sensing signal molecule". *Molecular Microbiology* 41 (2): 463–476. doi:10.1046/j.1365-2958.2001.02532.x. PMID 11489131.
  162. Sha J., Kozlova E. V., and A. K. Chopra. 2002. Role of various enterotoxins in *Aeromonas hydrophila*-induced gastroenteritis: generation of enterotoxin gene-deficient mutants and evaluation of their enterotoxic activity. *Infect. Immun.* 70:1924-1935.

163. Sha J., Pillai L., Fadl A. A., Galindo C. L., Erova T. E., and A. K. Chopra. 2005. The type III secretion system and cytotoxic enterotoxin alter the virulence of *Aeromonas hydrophila*. *Infect. Immun.* 73:6446-6457.
164. Shandera WX., Johnston JM., Davis BR., Blake PA. 1983; Disease from infection with *Vibrio mimicus*, a newly recognized *Vibrio* species. *Ann Intern Med.* 99:169-171.
165. Shapiro RL, Altekruze S, Hutwagner L, et al. 1998; The role of Gulf coast oysters harvested in warmer months in *Vibrio vulnificus* infections in the United States, 1988-1996. *J Infect Dis.* 178:752-759.
166. Siddique, A.K.; Baqui, A.H.; Eusof, A.; Haider, K.; Hossain, M.A.; Bashir, I.; Zaman, K. (1991). "Survival of classic cholera in Bangladesh". *The Lancet* 337 (8750): 1125–1127. doi:10.1016/0140-6736(91)92789-5.
167. Surette MG., Miller MB., Bassler BL. (1999). "Quorum sensing in *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, and *Vibrio harveyi*: a new family of genes responsible for autoinducer production". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (4): 1639–44. doi:10.1073/pnas.96.4.1639. PMC 15544. PMID 9990077.
168. Tediashvili M., Jaiani, E., Janelidze, N. & Lasareishvili, B. 2002. Monitoring of water microbial pollution of the freshwater lakes in Tbilisi surroundings. *Soros Int. J.* 3, 12–21.
169. Thompson FL, Gevers D, Thompson CC, Dawyndt P, Naser S, Hoste B, Munn CD, Swings J (2005). "Phylogeny and Molecular Identification of *Vibriosis* on the Basis of Multilocus Sequence Analysis". *Applied and Environmental Microbiology* 71 (9): 5107-5115. doi:10.1128/AEM.71.9.5107-5115.2005. PMC 1214639. PMID 16151093.
170. Thompson FL; Hoste, B; Vandemeulebroecke, K; Swings, J (2003). "Reclassification of *Vibrio hollisae* as *Grimontia hollisae* gen. nov., comb. Nov". *International journal of systematic and evolutionary microbiology* 53 (Pt 5): 1615–7. PMID 13130058.
171. Tsai M.S., C.Y. Kuo, M.C. Wang, H.C. Wu, C.C. Chien, and J.W. Liu. 2006. Clinical features and risk factors for mortality in *Aeromonas* bacteremic adults with hematologic malignancies. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 39:150-154.
172. U.S. Environmental Protection Agency Office of Ground Water and Drinking Water. Water: Unregulated Contaminant Monitoring Program. [http://www.epa.gov/safewater/ucmr/data\\_aeromonas.html](http://www.epa.gov/safewater/ucmr/data_aeromonas.html) წაკითხვის თარიღი: ნოემბერი, 2013 წ.
173. Varghese MR, Farr RW, Wax MK, et al. 1996; *Vibrio fluvialis* wound infection associated with medicinal leech therapy. *Clin Infect Dis.* 22:709710.
174. Vartian CV, Septimus EJ. 1990; Osteomyelitis caused by *Vibrio vulnificus*. *J Infect Dis.* 161:363.
175. Voss, L. M., K. H. Rhodes, and K. A. Johnson. 1992. Musculoskeletal and soft tissue *Aeromonas* infection: an environmental disease. *Mayo Clin. Proc.* 67:422-427.
176. Walling E., Vourey E., Ansquer D., Beliaeff B., and Goarant C. 2010; *Vibrio nigripulchritudo* monitoring and strain dynamics in shrimp pond sediments. *Journal of Applied Microbiology.* Volume 108 Issue 6, Pages 2003 - 2011 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04601.x>
177. Wang, G., Clark C. G., Liu C., Pucknell C., Munro C. K., Kruk T. M. A. C., Caldeira R., Woodward D. L., and F. G. Rodgers. 2003. Detection and characterization of the hemolysin

- genes in *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* by multiplex PCR. *J. Clin. Microbiol.*41:1048-1054.
178. WHO Guidelines for drinking-water quality  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/guidelines/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/index.html) წაკითხვის  
 თარიღი: ნოემბერი, 2013 წ.
179. WHO Scientific Working Group. (1980). Cholera and other *Vibrio*-associated diarrhoeas. *Bull W H O.*; 58:353–374.
180. Wu C.J., Lee H.C., Chang T.T., Chen C.Y., Lee N.Y., Chang C.M., Sheu B.S., Cheng P.N., Shih H.I., and Ko W.C. 2009. *Aeromonas* spontaneous bacterial peritonitis: a highly fatal infectious disease in patients with advanced liver cirrhosis. *J. Formos. Med. Assoc.*108:293-300.
181. Yamane K., et al. 2004. Two cases of fatal necrotizing fasciitis caused by *Photobacterium damsela* in Japan. *J. Clin. Microbiol.* 42:1370–1372.
182. Yáñez, M. A., V. Catalán, D. Apráiz, M. J. Figueras, and Martínez-Murcia A. J. 2003. Phylogenetic analysis of members of the genus *Aeromonas* based on *gyrB* gene sequences. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*53:875-883.
183. Zen-Yoji H., Le Clair RA., Ota K., Montague TS. 1973; Comparison of *Vibrio parahaemolyticus* cultures isolated in the United States with those isolated in Japan. *J Infect Dis.* 127(3):237-241.

### სტატიების ჩამონათვალი:

1. Haley B. J., T. Kokashvili, A. Tskshvediani, N. Janelidze, **N. Mitaishvili**, Ch. J. Grim, G. Constantin\_de\_Magny, A. J. Chen, E. Taviani, T. Eliashvili, M. Tediashvili, Ch. Whitehouse, R. RColwell, A. Huq. 'Molecular Diversity and Predictability of *Vibrio parahaemolyticus* along the Georgian coastal zone of the Black Sea' *Frontiers in Microbiology*, 2014, [http://www.frontiersin.org/aquatic\\_microbiology/10.3389/fmicb.2014.00045/abstract](http://www.frontiersin.org/aquatic_microbiology/10.3389/fmicb.2014.00045/abstract) doi: 10.3389/fmicb.2014.00045
2. Jaiani E., Kokashvili T., **Mitaishvili N.**, Elbakidze T., Janelidze N., Lashkhi N., Kalandadze R., Mikashavidze, E., Natroshvili G., Whitehouse C.A., Huq A., Tediashvili M. 'Microbial water quality of recreational lakes near Tbilisi, Georgia'. *Journal of Water and Health*, 11.2. pp. 333-345 (2013).
3. **Mitaishvili N.**, A.Tskhvediani, T.Elbakidze, T.Kokashvili, G.Natroshvili, G. Kajaia, M. Tediahveli. Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology, Laboratory of Microbial Ecology, Tbilisi, Georgia, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia.-'The Abundance and Diversity of *Vibrio spp.* Not Pathogenitic to Humans in Georgian Aquatic Enviroment'. **2011**, Proceedings of the Georgian Academy of Sciences, v.9, №1-4, pp.43-49.
4. Elbakidze T, Janelidze N, Jaiani E, Qoqashvili T, **Mitaishvili N**, Koberidze T, Porchkhidze K, Tediashvili M, "Occurrence of epidemic strains of *Vibrio cholerae* in recreational and drinking water reservoirs in Georgia", **2010**, Georgia Chemical Journal N4, pp. 120.

### აბსტრაქტების ჩამონათვალი:

1. **N. Mitaishvili**, E. Didebulidze, G. Natroshvili, N. Toklikishvili1, and M. Tediashvili. The abundance of *Vibrio spp.* and *Aeromonas spp.* in Georgian freshwater and marine environment. V International Conferece on Environmental, Industrial and Applied Microbiology. Abstract book. Madrid, Spain, 2-4 October, 2013.
2. **N. Mitaishvili**, N. Toklikishvili, N. Beriashvili, E. Didebulidze, G. Natroshvili, G. Tsertsvadze, T. Eliashvili, T. Kokashvili, N. Janelidze, and M. Tediashvili. "Abundance of *Aeromonas spp.* bacteria and their bacteriophages in Georgian aquatic environment." Abstract Book, A33, Conference: "Bacteriophages and probiotics - alternatives to antibiotics", July 1-4, 2012, Tbilisi, Georgia.
3. **N. Mitaishvili**, G. Kajaia, G. Natroshvili, M. Tediashvili. Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology, Laboratory of Microbial Ecology, Tbilisi, Georgia, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia.-'The Isolation and the Study of Fish Disease-Causing *Vibrio spp.* and *Aeromonas spp.* and Their Specific Bacteriophages from Georgian Aquatic Environment'. V International Conference 'Aquaculture & Fishery'. June 1-3, 2011. Belgrade, Serbia. pp 336.
4. **N. Mitaishvili**, G. Natroshvili, M. Tediashvili. Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology, Laboratory of Microbial Ecology, Tbilisi, Georgia.-'Isolation and Study of Ecology of *Aeromonas spp.* and *Vibrio spp.* from Georgian Aquatic Environment'. VII International Scientific Conference 'Youth and Progress of Biology'. April 5-8, 2011, Lvov, Ukrain, pp 190-191.
5. **N. Mitaishvili**, G. Natroshvili, M. Tediashvili. Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology ad Virology, Laboratory of Microbial Ecology, Tbilisi, Georgia.-'Isolation and Study of *Aeromonas spp.* and Their Specific Bacteriophages From Georgian Aquatic Environment". The 6<sup>th</sup> International Conference 'Bioresources and Viruses', September 13-17. 2010. Kiev, Ukrain.