

სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი
ბიოლოგიის დეპარტამენტი



ანდრეი ტრეგუბოვი

შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ორსაგდულიანი
მოლუსკის - *Anadara inaequalis* (Bruguiere, 1789) ბიოეკოლოგია

(წარდგენილი ბიოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად)
სპეციალობა: ჰიდრობიოლოგია

ა ნ ო ტ ა ც ი ა

ბათუმი- 2021

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის“ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტზე, ბიოლოგიის დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

რევაზ ზოსიძე - ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ემერიტუსი

შემფასებლები:

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2021 წ. _____, __ სთ-ზე, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის დარგობრივი სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შესაძლებელია ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკასა და ამავე უნივერსიტეტის ვებ-გვერდზე.

რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი, ასოც პროფესორი

ნანა ზარნაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. სხვადასხვა დამაჭუჭყიანებლისაგან წყლის თვითგაწმენდის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ზღვის ორგანიზმებს. ისინი ზღვის წყლიდან იღებენ სხვადასხვა ელემენტს და აგროვებენ თავიანთ სხეულში. მოლუსკები განსაკუთრებულ როლს ასრულებენ წყლის თვითგაწმენდის სისტემაში. ორსადგულიანი მოლუსკები ფილტრატორებია, რომელთა მონაწილეობა წყალსატევების გაწმენდაში უკავშირდება მათი კვების თავისებურებებს. მოლუსკები იკვებებიან წყლის სისქეში შეწონილი დეტრიტით და მიკროპლანქტონით (ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები, ბაქტერიები და ძალზე წვრილი ცხოველები) ლაყუჩებისა და პირთან ახლოს განლაგებული რთული წამწამოვანი მექანიზმის წყალობით. ისინი გამოფილტრავენ წყლიდან მინერალურ შენაწონს და მათთვის მსხვილი საკვების ნაწილაკებს. მოლუსკი-ფილტრატორები შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ისეთ ღონისძიებებში, რომლებიც უკავშირდება წყლიანი გარემოს დაცვას გაჭუჭყიანებისაგან.

მოლუსკები ბილატერალურ-სიმეტრიული ცხოველებია, მათი სხეული არასეგმენტირებულია. ნიჟარის ფორმა სამკუთხა-ოვალურია. ნიჟარა, რომელიც შედგება ორი ნაწილისაგან, ცნობილია საგდულების სახელწოდებით. მოლუსკები, როგორც წესი, ეწევიან ნაკლებად მოძრავ, ხოლო ზოგიერთი - უძრავი ცხოვრების ნირს. მათი უმრავლესობის რბილი, ჩონჩხს მოკლებული სხეული მოთავსებულია ნიჟარაში. მოლუსკები გაყოფილსქესიანებია, ზოგი - ჰერმაფროდიტია. გამრავლება სქესობრივია. მოლუსკების უმრავლესობა კვერცხებით მრავლდება. ზოგიერთი სახეობა ცოცხალმშობია. მათი უმეტესობა ბინადრობს ოკეანეში, ზღვაში, მტკნარ წყალში, შედარებით ნაკლებად - ხმელეთზე. ზოგი ზღვაში შლის ხის ნაგებობებს, ხოლო ზოგიერთი მათგანი შინაური, გარეული ცხოველებისა და ადამიანების ზოგიერთი პარაზიტის შუალედური მასპინძელია. ზოგიერთი სახეობა მასობრივად სახლდება გემის წყალქვეშა ნაწილზე და ხელს უშლის გემის სვლას.

შავი ზღვის ინვაზიური სახეობა *A. inaequalis* ორსადგულიანი მოლუსკია, რომელიც მიეკუთვნება ფირფიტლაყუჩიანებს (*Lamelabranxiata*). ლიტერატურული მონაცემებით,

კვერცხიდან გაზაფხულზე გამოსული ღარვები პლანქტონში რჩებიან. სექტემბრის ბოლომდე პლანქტონური განვითარების პერიოდის დასრულებისას ეშვებიან ფსკერზე და ახალგაზრდა მოლუსკებად გარდაიქმნებიან. მათ მრავალი მტერი ჰყავს ზღვის თევზების, ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების სახით. ძალზე ზიანდება ზღვის კამბალებისა, ვირთევზებისაგან და ზუთხისნაირებისგან. ამ მოლუსკის ყველაზე უფრო საშიში მტერი უკანასკნელ წლებში გახდა მოლუსკირაპანა. მოლუსკების პოპულაციებს დიდ ზიანს აყენებენ პოლიქეტები და მბურღავი ღრუბელები.

ორსაგდულიანი მოლუსკი *A.inaequivalvis* შავი ზღვისათვის ახალი ოპორტუნისტული, თვითაკლიმატიზებული ფილტრატორია. ის ფართოდაა გავრცელებული შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში. მისი ფართოდ გავრცელების მიზეზებად მეცნიერთა მიერ მიჩნეულია ნიჟარის მასიურობა და მათი ჰერმეტიკულად დაკეტვის უნარი, ფსკერისპირა წყალში ჟანგბადის დეფიციტის შემთხვევაში ჰიპოქსიის გადატანის შესაძლებლობა, რასაც სხვა მოლუსკი მოკლებულია. თანამედროვე ეტაპზე, მეტად მნიშვნელოვანია გარემოს ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრა. ამ მხრივ, ასევე აქტუალურია წყალსატევების ეკოსისტემების ბიომრავალფეროვნების მდგრადობის შენარჩუნება, უარყოფითი, ბუნებრივი თუ ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების თავიდან აცილების გზით. დღევანდელ დღეს ყოველდღე ხდება ამა თუ იმ ორგანიზმის შესწავლა, რათა გამოიყენოს იგი, როგორც საკვების ალტერნატიული წყარო.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, სწორედ, **საკითხის აქტუალობა**. სანაპირო ზოლის ბენტალში მობინადრეჰიდრობიონტის - *A.inaequivalvis* ბიოეკოლოგია დღემდე შეუსწავლელია, რამაც გამოიწვია ჩვენი დაინტერესება. ვფიქრობთ, ამ ჰიდრობიონტის ბიოეკოლოგიის შესწავლა საფუძველს შექმნის მისი სამრეწველო კულტივირებისათვის, ხოლო მისი ბიოქიმიური შემადგენლობის კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, იგი დაიმკვიდრებს სათანადო ადგილს ადამიანის საკვები რაციონის მრავალფეროვნების ზრდაში, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ცილის დეფიციტის შევსებაში. საკვებ ცილებზე მოთხოვნის ზრდამ კაცობრიობა გაიყვანა მსოფლიო ოკეანის დონეზე. ზღვების და მათ შორის, შავი ზღვის მნიშვნელობას აღნიშნული ამოცანის გადაჭრაში უდიდესი ადგილი უჭირავს. ცილების მარაგს შეიცავს არა მარტო თევზები, არამედ მოლუსკებიც. ამ მხრივ,

აღსანიშნავია შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ბენტალში მცხოვრები ორსაგდულიანი მოლუსკი *A. Inaequivalvis*, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ეკოსისტემების ბიოპროდუქციის შექმნაში და ამასთანავე, ითვლება ბიოსედიმენტატორად და ბიოფილტრატორად.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, წინამდებარე საკვალიფიკაციო ნაშრომის მიზანი იყო, *A. Inaequivalvis* რაოდენობრივი შემადგენლობის (რიცხოვნებისა და ბიომასის დინამიკა) შესწავლა შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლში, მისი ეკოლოგია - როლისა და ადგილის შეფასება ეკოსისტემებსა და ბიოცენოზებში. განსაზღვრული იქნა შესაბამისი **ამოცანები**:

- ა) *A. inaequivalvis*-ის რიცხოვნებისა და ბიომასის სეზონური დინამიკა;
- ბ) *A. inaequivalvis* ზომა-წონითი მახასიათებლები;
- გ) ანადარას (*Anadara inaequivalvis*) ხორცის ბიოქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრა და კვებითი ღირებულების (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) დადგენა;
- დ) მძიმე მეტალების (As, Zn, Pb, Cu, Cd) შემცველობის განსაზღვრა.

რამდენადაც, ანადარები ბიოფილტრატორებს წარმოადგენენ, ჩვენს ამოცანას, ასევე, შეადგენდა ანალიზის ჩატარება ინსექტიციდებზე (ჰექსაქლორციკლოჰექსანი α , β , γ იზომერები) და პესტიციდებზე (დდტ და მისი მეტაბოლიტები).

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში მცხოვრები ორსაგდულიანი მოლუსკი *A. Inaequivalvis*, მიზნად დასახული კვლევისთვის ვსარგებლობდით **ჰიდრობიოლოგიური კვლევის თანამედროვე მეთოდებით**. შავი ზღვის საქართველოს შელფის ზონაში საკვლევი მასალა მოპოვებული იქნა წინასწარ დაგეგმილ სტაციონარულ სადგურებზე, კერძოდ, ანაკლიის, ფოთის, ქობულეთის, ჩაქვის, მწვანე კონცხის, ბათუმის და გონიოს მიდამოებში. კვლევა ტარდებოდა 2016 – 2018 წლებში.

მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა. მასალა დამუშავებული იქნა სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს მეთევზეობის, აკვაკულტურისა და წყლის ბიომრავალფეროვნების

დეპარტამენტის ლაბორატორიაში. ბიოქიმიური ანალიზი ჩატარდა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში. ანადარას ხორცში ზოგიერთი მნიშვნელოვანი მიკროელემენტი განსაზღვრული იქნა აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ლაბორატორიულ კვლევით ცენტრში

ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე. პირველად იქნა შესწავლილი შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში მცხოვრები ორსაგდულიანი მოლუსკი *A. Inaequalis* ბიოეკოლოგიური თავისებურებანი; განსაზღვრული იქნა მისი რაოდენობრივი შემადგენლობა (რიცხოვნებისა და ბიომასის სეზონური დინამიკა) შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლში, შეფასებული იქნა მისი ადგილი და როლი ეკოსისტემაში; შესწავლილი იქნა *A. inaequalis* ზომა-წონითი მახასიათებლები; ხორცის ბიოქიმიური შემადგენლობა და განსაზღვრული იქნა მისი კვებითი ღირებულება (ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების შემცველობა); ასევე, განსაზღვრული იქნა მძიმე მეტალები (As, Zn, Pb, Cu, Cd); ჩატარდა ანალიზი ინსექტიციდებზე (ჰექსაქლორციკლო-ჰექსანი α , β , γ იზომერები) და პესტიციდებზე (დდტ და მისი მეტაბოლიტები).

ნაშრომის თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ბენტალში მცხოვრები ორსაგდულიანი მოლუსკი - *A. Inaequalis* მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ეკოსისტემების ბიოპროდუქციის შექმნაში და ამასთანავე, ითვლება ბიოსედიმენტატორად და ბიოფილტრატორად. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აშკარაა ნაშრომის თეორიული მნიშვნელობა, პრაქტიკული ღირებულება კი იმაში მდგომარეობს, რომ ანადარას ბიოეკოლოგიის შესწავლა საფუძველს შექმნის მისი სამრეწველო კულტივირებისათვის, ხოლო მისი ბიოქიმიური შემადგენლობის კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, იგი დაიმკვიდრებს სათანადო ადგილს ადამიანის საკვები რაციონის მრავალფეროვნების ზრდაში, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ცილის დეფიციტის შევსებაში.

კვლევის შედეგების აპრობაცია და პუბლიკაცია. კვლევის შედეგებს მიემდვნა სამეცნიერო სტატიები და წარმოდგენილი იქნა საერთაშორისო კონფერენციაზე:

1. Vadachkoria P., Tregubov A., Makharadze G., Mikashavidze E. & Varshanidze M., **Distribution and Quantitative Characteristics of Four Invasive Alien Species off the Black Sea Coast of Georgia**; Acta Zool. Bulg. 72 (4), December 2020: 539-544
2. Tregubov A., Vadachkoria P., Mikeladze R., **Determination of Size-weight percentage of Invasive Bivalve Mollusk Anadara inaequalis (Bruguière, 1789 in the Black Sea**, Tregubov et. al., /IJES/ 10(1) 2021 15-18
3. Tregubov A., Kamadadze E., and Kalandia A. **Biochemical Analysis of the meat of Invasive Bivalve Mollusk Anadara in the Black Sea (Anadara inaequalis (Bruguière, 1789))** Tregubov et. al., /IJLS/ 10(1) 2021 28-30

ასევე, ნაშრომის აპრობაცია განხორციელდა ბსუ-ს საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტზე, ბიოლოგიის დეპარტამენტის სხდომაზე.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს ნაბეჭდ 123 გვერდს და შედეგება შესავლისაგან, ლიტერატურის მიმოხილვისაგან და ექსპერიმენტული ნაწილისაგან, რომელიც მოიცავს კვლევის მასლისა და მეთოდების დახასიათებას და კვლევის შედეგების ანალიზს, დასკვნები წარმოდგენილია 13 პუნქტითა და რეკომენდაციით. ლიტერატურის ჩამონათვალი წარმოდგენილია 114 წყაროთი. ტექსტში ჩართულია 31 ცხრილი, 29 დიაგრამა, 41 ფოტოსურათი.

დისერტაციის შინაარსი

ლიტერატურის მიმოხილვა

ნაშრომში გაანალიზებულია 115 ლიტერატურული წყარო, სადაც მიმოხილულია სადისერტაციო თემაზე არსებული ცოდნის მდგომარეობა, ძირითადი შედეგები და კონცეფციები კვლევის პრობლემასთან მიმართებაში.

ექსპერიმენტული ნაწილი

კვლევის ობიექტი და მეთოდიკა

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში მცხოვრები ორსაგდულიანი მოლუსკი *A. Inaequivalvis*.

შავი ზღვის ინვაზიური სახეობა *A. inaequivalvis* ორსაგდულიანი ფირფიტლაყუჩიანი (*Lamelabranxiata*) მოლუსკია. კვერცხიდან გაზაფხულზე გამოსული ლარვები პლანქტონში რჩებიან. სექტემბრის ბოლომდე პლანქტონური განვითარების პერიოდის დასრულებისას ეშვებიან ფსკერზე და ახალგაზრდა მოლუსკებად გარდაიქმნებიან. მათ მრავალი მტერი ჰყავს ზღვის თევზების, ფრინველებისა და ძუძუმწოვრების სახით. მისი პოპულაცია ზიანდება ზღვის კამბალების, ვირთევზებისა და ზუთხისნაირებისგან. ამ მოლუსკის ყველაზე უფრო საშიში მტერი უკანასკნელ წლებში გახდა მოლუსკი - რაპანა. მოლუსკების პოპულაციებს დიდ ზიანს აყენებენ პოლიქეტები და მზურღავი ღრუბელები.

ორსაგდულიანი მოლუსკი *A. inaequivalvis* შავი ზღვისათვის ახალი ოპორტუნისტული, თვითაკლიმატიზებული ფილტრატორია. ის ფართოდაა გავრცელებული შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში. მისი ფართოდ გავრცელების მიზეზად მეცნიერთა მიერ მიჩნეულია ნიჟარის მასიურობა და მათი ჰერმეტიულად დაკეტვის უნარი, ფსკერისპირა წყალში ჟანგბადის დეფიციტის შემთხვევაში ჰიპოქსიის გადატანის შესაძლებლობა, რასაც სხვა მოლუსკი მოკლებულია. არანაკლებ მნიშვნელოვანია მისი კვებითი ღირებულება სხვადასხვა სახის სასარგებლო ნივთიერების, მათ შორის ცილების შემცველობის გამო.

კვლევისთვის ვსარგებლობდით ჰიდრობიოლოგიური კვლევის თანამედროვე მეთოდებით (Todorova, V. and Konsulova, Ts. 2005; Жадин В.И.1960). შავი ზღვის საქართველოს შელფის ზონაში საკვლევი მასალა მოპოვებული იქნა წინასწარ დაგეგმილ სტაციონარულ სადგურებზე, კერძოდ ანაკლიას, სუფსას, ფოთის, ქობულეთის, ჩაქვის, მწვანე კონცხის, ბათუმის და გონიოს მიდამოებში. კვლევა ტარდებოდა 2016 – 2018 წლებში.

მასალა დამუშავებული იქნა მეთევზეობისა და შავი ზღვის მონიტორინგის დეპარტამენტის ლაბორატორიაში. ბიოქიმიური ანალიზი ჩატარდა ბათუმის შოთა

რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში. აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის ლაბორატორიული კვლევების ცენტრში ატომურ-აბსორციულ სპექტრომეტრის საშუალებით ანადარას ხორცში განსაზღვრული იქნა ზოგიერთი მნიშვნელოვანი მიკროელემენტი.

ბიოეკოლოგიური კვლევის ანალიზისას შეირჩა შემდეგი სტაციონარული სადგურები, კერძოდ ანაკლიას, ბათუმის, სუფსასა და ფოთის შავი ზღვის საქართველოს შეღვის აკვატორიები.

მოპოვებული სინჯების ლაბორატორიული დამუშავება ხდებოდა შემდეგნაირად: გემიდან აღებული სინჯები ინახებოდა და ხელმეორედ ირეცხებოდა გამდინარე წყლით გაზის ქსოვილიდან დამზადებულ ტომარაში ფორმალინის სუნის გაქრობამდე. დარჩენილი მასა თავსდებოდა პეტრის ჯამზე, რომელსაც უკეთდებოდა შესაბამისი ეტიკეტი. ბინოკულარის დახმარებით, ბოგოროვის საკნის გამოყენებით მცირე ულუფებიდან ხდებოდა ორგანიზმების ამოკრეფა და მათი ტიპობრივი დაჯგუფება. შემდგომ საფეხურზე მიმდინარეობდა ბენტოფაუნის სახეობრივი კვლევა. ამ დროს დამატებით იქნა გამოყენებული მიკროსკოპული ანალიზი და სარკვევები (Определитель фауны Черного и Азовского морей, I, II, III), რის შემდეგაც ხდებოდა სახეობის ინდივიდების რაოდენობის დათვლა და მათი ბიომასის დადგენა 0,001 სიზუსტის ელექტრონული სასწორით. ვახდენდით სინჯშიდადგენილი რაოდენობისა და ბიომასისგადაანგარიშებას 1მ² ფართზე. ამისათვის სინჯში ფიქსირებული რიცხოვნობა და ბიომასა მრავლდებოდა ფსკერსახაპის ფართობთან დაკავშირებულ კოეფიციენტზე. მიღებული მონაცემების განზოგადების საფუძველზე შედგენილი იქნა ბენტოფაუნის სახეობრივი შემადგენლობის ამსახველი (მრავალფეროვნების საერთო სია და ცხრილი), აგრეთვე სახეობა-რაოდენობის (ინდ/მ²) და მათი ბიომასის (გ/მ²) ცხრილები და გრაფიკები.

ცხოველის ზომა-წონის განსაზღვრა განხორციელდა შესაბამისი მეთოდიკით (В.И. Жадин – М.:1960; В.Н. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015.), 0,001 გ ანალიზური სიზუსტის ელექტრონული სასწორის (ტოტალური მასა) გამოყენებით. ყველა შემდგომი გამოთვლისთვის ვიყენებდით სიგრძისა და წონის საშუალო მაჩვენებელს. მოლუსკებს ვაჯგუფებდით ზომითი კლასების მიხედვით. განსაზღვრული იქნა შემდეგი

კომპონენტები: ა) ტოტალური წონა; ბ) ნიჟარის წონა; გ) ხორცის ნედლი და მშრალი წონა. ხორცის ნედლ და მშრალ მასალას ვათავსებდით საშრობ კარადაში 50°C-ზე. გაშრობას ვახდენდით მუდმივ წონამდე. მიღებულ მონაცემებს ვამუშავებდით სტატისტიკურად.

A. inaequalis-ის ბიოქიმიური კვლევისას ვიყენებდით კელდალის მეთოდს.

საკვლევი მასალა შეგროვებული იქნა საქართველოს შელფის შვიდ სადგურზე, კერძოდ: ანაკლია, ბათუმი, გონიო, ფოთი, ჩაკვი, ქობულეთი და მწვანე კონცხი. ზოობენტოსის სინჯების ასაღებად გამოყენებული იქნა ფსკერსახაპი. წყლის ვიზუალურად ხელსაყრელი გამჭვირვალობის დროს ვახდენდით წყალქვეშ ჩაყვინთვას. შეგროვილი მასალა დავამუშავეთ, ავწონეთ და დავადგინეთ რიცხოვნობის დინამიკა (B.И. Жадин – М.: 1960; В.Н. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015.). შედგენილი იქნა უახლესი ინფორმაციის შესაბამისი გრაფიკები.

1. ეგზემპლიარების რაოდენობა განსაზღვრული იქნა კვადრატულ მეტრზე სხვადასხვა სადგურიდან აღებული სინჯებიდან. გამოთვლილი იქნა რიცხოვნობის საშუალო სიდიდე ფორმულით:
$$X = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$$
, სადაც X საშუალო არითმეტიკულია, X¹, X² და ა.შ.- როდენობათა მნიშვნელობა, n - ნიშნულთა რაოდენობა.

2. წყლის შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა ნიმუშის გამოშრობით პლუს 50-60°C ტემპერატურაზე (საარბიტრაჟო მეთოდი). აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება თევზის, ზღვის ძუძუმწოვრების, უხერხემლოების, წყალმცენარეების, აგრეთვე მათში წარმოებული წყლის შემცველობის დასადგენად ГОСТ 7636-85

(<https://docs.cntd.ru/document/1200022224?marker=7D20K3>).

3. დანაცვრა მოვახდინეთ მშრალი მეთოდით - 550-600°C t-ზე მუფელის ღუმელში. განისაზღვრა ნაცრის პროცენტული შემცველობა წონითი მეთოდით.

4. ცხიმი განვსაზღვრეთ სოქსლეტის მეთოდით. გამხსნელად გამოვიყენეთ ქლორო-ფორმი, ექსტრაქციის ხანგრძლივობა იყო 24 საათი. ცხიმის რაოდენობა განისაზღვრა წონითი მეთოდით (J. Chem. Educ. 2007. Vol. 84, no. 12. P. 1913 - 1914).

5. ცილა განვსაზღვრეთ კელდალის მეთოდით. რაოდენობა განისაზღვრა ტიტრული მეთოდით (Ю. А. Золотова. 2004. Т. 2. 503 с.).

6. ნახშირწყლებიდან განვსაზღვრეთ საერთო შაქრების შემცველობა კალიფერი-ციანიდის მეთოდით, რომლითაც ხორცში ისაზღვრება თავისუფალი ნახშირწყლები.

7. ტყვია განსაზღვრული იქნა ელექტრომეტრული ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრით, შესაბამისი მეთოდიკის გამოყენებით (MYK 4.1.986-00) Pb 0,10 მგ/კგ \pm 0,03მგ/კგზ.დ.ნ. არაუმეტეს 0.3მგ/კგ.

8. დარიშხანი განსაზღვრული იქნა ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის გრაფიკული კიუვეტით (არგონი-გაზი) ГОСТ P 51766 - 2001 მეთოდიკის გამოყენებით As 0.2705 მგ/კგზ.დ.ნ. X = 5,0 მგ/კგ.

9. კადმიუმი განსაზღვრული იქნა ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის MYK 4.1.986-00 მეთოდიკის გამოყენებით Cd 0,5779 მგ/კგზ.დ.ნ. X = 1,0 მგ/კგ.

10. სპილენძის შემცველობა შესწავლილი იქნა ლაბორატორიაში ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრით MYK 4.1.991-00, Cu 1,1685 მგ/კგზ.დ.ნ. X = 10,0 მგ/კგ.

11. ჰექსაქლორციკლოჰექსანი - Thermo Fisher scientific method 63899 მეთოდიკის მიხედვით < 0,002მგ/კგ, ზ.დ.კ < 0,002მგ/კგ.

12. დდტ და მისი მეტაბოლიტები - Thermo Fisher scientific method 63899 - < 0,007 მგ/კგ, სადაც მაჩვენებელი < 0,002მგ/კგ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას წარმოადგენს და < მაჩვენებელი დაშვებულზე ნაკლებს ნიშნავს.

კვლევის შედეგების ანალიზი

ანადარას რაოდენობრივი შემადგენლობისა და ბიომასის
კვლევის შედეგები შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის
აკვატორიაში (ბათუმი-ანაკლია)

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ წყალსატევების სარეწაო ჰიდრობიონტების მარაგის შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია მისი რიცხოვნობისა და ბიომასის განსაზღვრა კვადრატული მეტრის ფართობზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის პროცესში ერთ-ერთ მიზნად დავისახეთ შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის აკვატორიაში (ბათუმი-ანაკლია) გავრცელებული მოლუსკის - ანადარას რიცხოვნობისა და ბიომასის განსაზღვრა.

სათანადო მასალების აღება-მოპოვებას ვახდენდით წინასწარ შერჩეულ სტაციონარულ უბნებში: გონიოს, ბათუმის, ჩაქვის, მწვანე კონცხის, ქობულეთის, ფოთის, ანაკლიის მიდამოების ზღვის სანაპიროს სხვადასხვა სიღრმესა და სეზონის მიხედვით.

ჩატარებული კვლევის შედეგები დეტალურად არის წარმოდგენილი ცალკეული უბნის მიხედვით შესაბამის ცხრილებსა და გრაფიკებში (ცხრ. 1-8), სადაც ნათლად ჩანს, რომ ანადარას რიცხოვნობისა (ცალი/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) მაჩვენებლები ცალკეული უბნისა და შესაბამისი სიღრმეების მიხედვით, რამდენადმე განსხვავებულია. განსხვავება აღინიშნება, აგრეთვე, სხვადასხვა დროს - 2016, 2017, 2018 წლებში მოპოვებული მასალებისა და სეზონის მიხედვით.

ასე მაგალითად, ანაკლიის რაიონში (ცხრ.1) 2016 წლის მაისის თვეში აღებულ სინჯებში, 20-30 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა ანადარას რაოდენობა 15 ცალი/მ²-ზე, ბიომასამ შეადგინა - 1,85 გ/მ²; 30-40 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 15-22-104 ცალი/მ²-ზე, ბიომასამ შეადგინა 8.1-17.4-137 ცალი/მ²; 40-50 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 7-59 ცალი/მ², ბიომასამ შეადგინა 0.7-16,5 გ/მ². 2017 წლის თებერვლის მასალებში 10 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 11 ცალი/მ²-ზე, ბიომასა იყო 2,5 გ/მ²; აპრილის თვეში 7 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 31 ცალი/მ²-ზე, ბიომასა შეადგენდა 1,95 გ/მ²-ს; 2018 წლის მაისის თვეში 20 მეტრის სიღრმეზე აღირიცხა 24-39 ცალი/მ², ბიომასამ შეადგინა 3,25-38,7 გ/მ²-ზე.

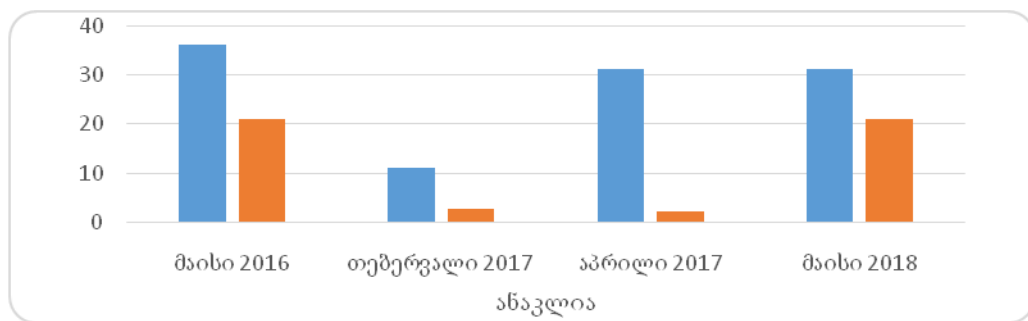
გამოყენებული ფსკერსახაპის *Vanveen* მოდელიდან გამომდენარე, ხაპვის ფართი $0,135 \text{ ს}^2$ -ია და შესაბამისად $K=7,4$. გამოთვლის კოეფიციენტიც შესაბამისადაა ნაჩვენები ცხრილსა (1) და გრაფიკზე (1).

A.inaquelvalvis რიცხოვნობისა (ინდ/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) თანაფარდობა ანაკლიის რაიონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე.

ცხრილი 1

A.inaquelvalvis რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ანაკლიის რაიონში

სინჯის N	მაისი, 2016				
	სიღრმე,მ	ეგზ, ცალი	გ	ეგზ/მ ²	გ/მ ²
I	20-30	2	0.025	15	1.85
II		2	0.03	15	0.22
I	30-40	14	18.5	104	137
II		2	1.1	15	8.1
III		3	2.3	22	17.4
I	40-50	1	0.005	7	0.37
	სიღრმე,მ	ეგზ, ცალი	გრ	ეგზ/მ ²	გრ/მ ²
I	20-30	2	0.025	15	1.85
II		2	0.03	15	0.22
I	30-40	14	18.5	104	137
II		2	1.1	15	8.1
III		3	2.3	22	17.4
I	40-50	1	0.005	7	0.37
II		8	2.2	59	16.5
III		6	0.5	44	3.61
IV		6	0.3	44	2.14
	თებერვალი 2017				
I	10	1	0.2	11	2.5
	აპრილი 2017				
I	7	2	0.12	31	1.95
	მაისი 2018				
I	20	5	0.41	24	3.25
II	20	5	4.9	39	38.7



დიაგრამა1.A. inaquelvalvis რაკდენობის (ცალი/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) თანაკვარდობა ანაკლის რაკონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე

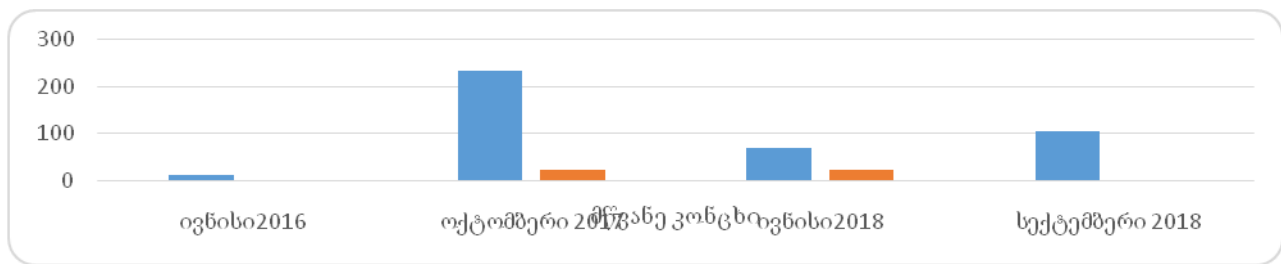
შედარებით მაღალი მაჩვენებლები აღინიშნა მწვანე კონცხის რაიონში (ცხრ. 2). განსაკუთრებით მაღალია რაოდენობრივი მაჩვენებელი 2017 წლის ოქტომბრის თვის მასალებში 3-5 მეტრის სიღრმისთვის, სადაც ანადარას დასახლების სიმჭიდროვემ შეადგინა 100-600 ცალი/მ², ბიომასამ კი - 0.04-84 გ/მ². ანალოგიური მდგომარეობა იყო 2018 წლის ივნისისა და სექტემბრის მასალებში 2-3 მეტრის სიღრმეზე, კერძოდ, ანადარას დასახლება შეადგენდა 104-346 ცალი/მ²-ზე, ბიომასა კი - 0,24-34 გ/მ²-ს.

ცხრილი 2

A. inaequalvalvis რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) მწვანე კონცხის რაიონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე

სინჯის N	ივნისი, 2016				
	სიღრმე, მ	ინდ, ცალი	გ	ინდ/მ ²	გ/მ ²
I	5	1	0.02	11	2.5
ოქტომბერი 2017					
I	5	3	0.0001	120	0.04
II	3	1	0.145	100	14.5
III	5	6	0.841	600	84
IV	5	4	0.001	120	0.04
ივნისი 2018					
I	2-3	10	0.99	34.6	34
II	2-3	3	0.4	104	13.6
სექტემბერი 2018					
I	2-3	3	0.007	104	0.24

მე-2 გრაფიკზე ნაჩვენებია A. inaequalvalvis რაოდენობისა (ცალი/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) თანაფარდობა მწვანე კონცხის რაიონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე.



დიაგრამა 2. *A. inaequalvalvis* რაოდენობისა (ცალი/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) თანაფარდობა მწვანე კონცხის რაიონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე.

საშუალო რიცხოვრივი მაჩვენებლები დაფიქსირდა ჩაქვის მიდამოებში სხვადასხვა სიღრმეზე (ცხრ. 3). 10 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 24 ცალი/მ²-ზე, ბიომასამ კი შეადგინა 3,25 გ/მ²; 20 მეტრის სიღრმეზე აღირიცხა 31 ცალი/მ²-ზე, ბიომასამ შეადგინა 7,3 გ/მ²; 40 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 8-31 ცალი/მ², ბიომასამ 1,9-7,7 გ/მ² შეადგინა, 55 მეტრის სიღრმეზე კი აღირიცხა 16-39 ცალი/მ², ბიომასამ 25,7 – 56,5 გ/მ² შეადგინა.

ცხრილი 3

A. inaequalvalvis რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ჩაქვის რაიონში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე

სიღრმე, მ	მაისი 2018			
	ინდ, ცალი	გ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
10	3	0.41	24	3.25
20	4	0.9	31	7.3
40	1	0.23	8	1.9
40	4	0.97	31	7.7
55	5	7.17	39	56.5
55	2	3.3	16	25.7

მე-4, მე-6, მე-7 და მე-8 ცხრილებში წარმოდგენილია *A. inaequalvalvis* რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ქობულეთის, გონიოს, ბათუმისა და სუფსის მონაკვეთებში სხვადასხვა სეზონსა და სიღრმეზე.

A. *inaquelvalvis* რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ქობულეთის რაიონში

აპრილი, 2016				
სიღრმე, მ	ინდ, ცალი	გ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
20	3	0.25	3	2.5
მაისი 2018				<i>k=7,87</i>
10	1	34.9	8	274.5
20	4	0.09	40	0.5
40	51	0.3	401	2.3
40	34	0.1	268	1

A. *inaquelvalvis* რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) გონიოს

აპრილი, 2016				
სიღრმე, მ	ინდ, ცალი	გ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
20	7	0.49	55	3.9
ოქტომბერი 2017				
20	1	0.148	10	1.48
მაისი 2018				
10	8	1.34	63	10.5
40	17	15.8	134	124.2
40	19	0.29	150	2.26
60	1	1.5	8	11.9
სექტემბერი 2018				
7-8	10	0.1	346	66.6

A. *inaquelvalvis* რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ბათუმის

თებერვალი, 2016				
სიღრმე, მ	ინდ, ცალი	გ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
20	2	0.004	20	0.04
აპრილი, 2016				<i>k=20</i>
6-7	1	0.013	20	0.25
მაისი, 2018				<i>k=7.87</i>
10	3	2.32	24	18.3
44	1	2.48	8	19.5
20	1	1.9	8	15
10	4	3.1	31	24.5

ცხრილი 7

A. inaquelvalvis რიცხოვნობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) სუფსის რაიონში

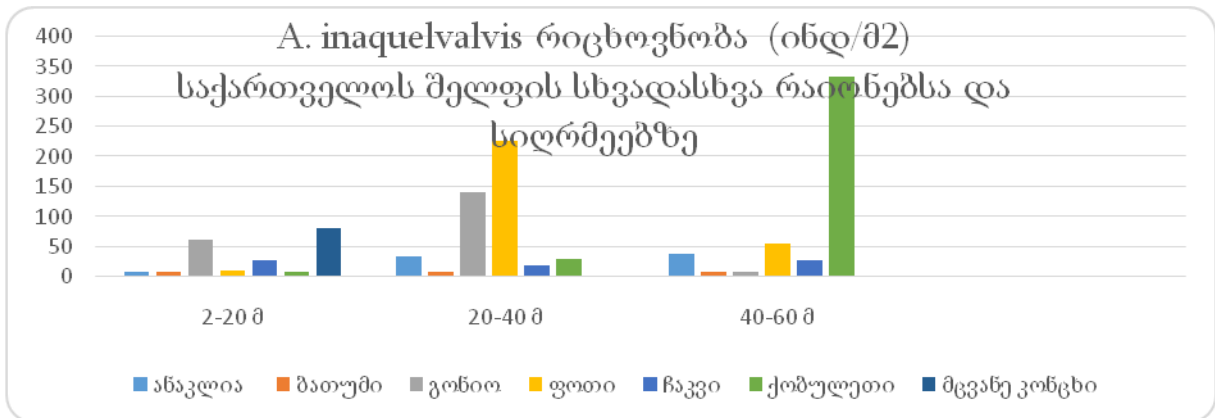
აპრილი, 2016				
სიღრმე, მ	ინდ, ცალი	გ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
	3	0.207	24	1.6
	2	0.0001	200	0.01

ცხრილი 8

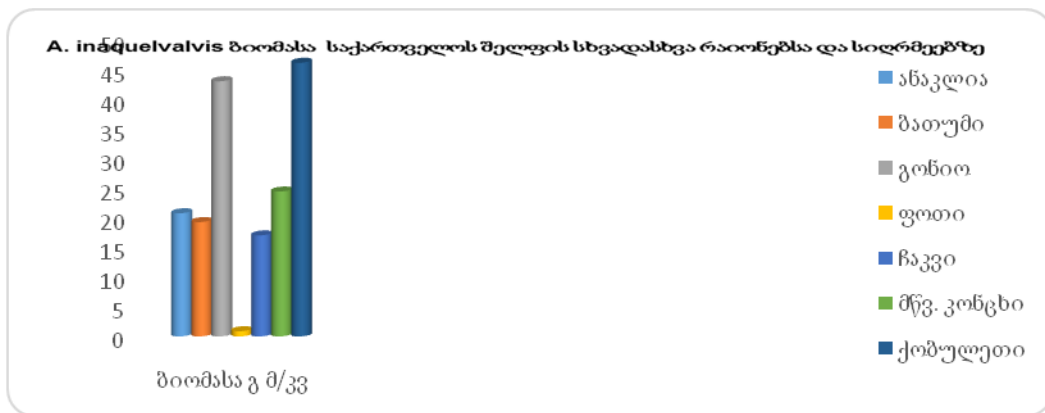
A. inaquelvalvis რიცხოვნობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ფოთის რაიონში

თებერვალი, 2016				
სიღრმე, მ	ინდ.ცალი	გრ	ცალი/მ ²	გ/მ ²
20	1	1.5	10	14.9
მაისი, 2018				
40	1	0.02	8	0.16
40	84	0.3	661	2.17
60	7	0.15	55	1.19

მე-3 გრაფიკზე ასახულია *A. inaequalvalvis* რიცხოვნობა (ინდ/მ²) საქართველოს შელფის სხვადასხვა რაიონსა და სიღრმეზე.



დიაგრამა 3. *A. inaequalvalvis* რაოდენობისა (ცალი/მ²) საქართველოს შელფის სხვადასხვა რაიონსა და სიღრმეზე.



დიაგრამა 4. *A. inaequalvalvis* ბიომასა (გ/მ²) საქართველოს შელფის სხვადასხვა რაიონსა და სიღრმეზე.

წარმოდგენილი კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე უნდა აღინიშნოს, რომ მოლუსკ ანადარას რაოდენობრივი შემადგენლობის შედარებით მაღალი მაჩვენებლები დაფიქსირდა მწვანე კონცხის, გონიოს, ქობულეთის და ფოთის შელფის აკვატორიების ღრმა წყლებში (ცხრილები 2, 4, 5, 8). კერძოდ, მწვანე კონცხის აკვატორიაში 3-5 მეტრის სიღრმეზე აღირიცხა 100-600 ცალი/მ²; ქობულეთის აკვატორიაში 20 -40 მეტრის სიღრმეზე

- 31-401 ცალი/მ²; გონიოს რაიონში 7-8-40 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 134-346 ცალი/მ²; ფოთის აკვატორიაში 40 მეტრის სიღრმეზე - 661 ცალი/მ².

მიღებული შედეგები უნდა აიხსნას იმით, რომ ამ უბნებში ზღვის წყლის მარილიანობა შედარებით სტაბილურია და იგი შეადგენს 14-18 პრომილეს.

აღნიშნა დინამიკა სიღრმისა და მარილიანობის მიხედვით. შეიძლება გამოვკვეთოთ ანადარას გავრცელების დონეები შელფისა და რეგიონის მიხედვით. არსებული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, დავადგინეთ, რომ ანადარას გავრცელება შავ ზღვაში, პირველ რიგში, დამოკიდებულია წყლის მარილიანობაზე. კერძოდ, სადაც ნაკლებია მდინარეების გავლენა, იქ ანადარას მეტი ეგზემპლარი აღმოჩნდა.

შედარებით დაბალი მაჩვენებლები დაფიქსირდა ანაკლიის, ბათუმისა და ჩაქვის უბნებში (ცხრილები 1, 3, 6). აღნიშნული შედეგი განპირობებული უნდა იყოს ზღვის წყლის მარილიანობის შემცირებით, რაც გამოწვეულია მდინარე ჭოროხის, ჩაქვისწყლის და ენგურის ჩამონადენი მტკნარი წყლის გავლენით.

ცნობილია, რომ მოლუსკი ანადარა მეტად მგრძობიარეა ზღვის წყლის მარილიანობის ცვალებადობის მიმართ და საკმაოდ მდგრადია წყალში ჟანგბადის შემცველობის ცვალებადობის მიმართ. ანადარა, როგორც ფილტრატორი, მდგრადია წყლის ორგანული ნივთიერებებით დაჭუჭყიანების მიმართაც. ამდენად, იგი შეიძლება მიჩნეულ იქნას გარკვეულ ინდიკატორად წყლის ხარისხის დადგენისათვის, ასევე, უნდა აღინიშნოს, რომ იგი გარკვეულწილად, მონაწილეობს წყლის დაჭუჭყიანების ბუნებრივ თვითგაწმენდის პროცესში.

ამდენად, ანადარას რაოდენობრივი შემადგენლობის მოცემულ მაჩვენებლებზე დაყრდნობით, მიუხედავად განსხვავებული მდგომარეობისა ცალკეულ უბანში, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ანადარა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის აკვატორიის ფარგლებში რამდენამდე სტაბილურობით ხასიათდება და მისი საკმაო ოდენობის მარაგი იძლევა იმის შესაძლებლობას, რომ ვიფიქროთ მის წარმოება-აკვაკულტურის დანერგვაზე

ანადარას ბიომეტრიული ანალიზი

დღევანდელ დღეს კაცობრიობა ყოველდღე სწავლობს ამა თუ იმ ორგანიზმს, რათა გამოიყენოს იგი, როგორც საკვების ალტერნატიული წყარო. საქართველოს სანაპირო ზოლის ბენტალში მობინადრე ჰიდრობიონტ ანადარას (*A. Inaquelvalvis*) ზომა - წონის კოეფიციენტი დღემდე შეუსწავლელია, რამაც გამოიწვია ჩვენი დაინტერესება. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მიზნად დავისახეთ ანადარასსხეულის ბიომეტრიული ანალიზი, რათა დაგვედგინა მისი წონითი ღირებულება. ვფიქრობთ, ამ თვალსაზრისით, იგი მოგვცემს სასარგებლო ინფორმაციას და ადამიანის საკვები ბაზის მრავალფეროვნების ზრდაში ანადარა საქართველოში დაიმკვიდრებს თავის ადგილს კვების რაციონში, როგორც დელიკატესი.

მასიური რაოდენობით მასალის შეგროვება მოხერხდა ბათუმის სანაპიროზე 2018 წლის ნოემბრის თვეში ზღვის 4-5 ბალიანი ღელვის დროს. ამ დროს გამოირიყა და შეგროვდა დაახლოებით 10 კილოგრამი სხვადასხვა ზომის მასალა, რამაც ხელი შეგვიწყო მნიშვნელოვანი კვლევის ჩასატარებლად.

ცხოველის ზომა-წონის განსაზღვრა განხორციელდა შესაბამისი მეთოდით (*B.I. Жадин – М.: 1960*) 0,001გ ანალიზური სიზუსტის ელექტრონული სასწორის (ტოტალური მასა) გამოყენებით. ყველა შემდგომი გამოთვლისთვის გამოვიყენეთ სიგრძისა და წონის საშუალო მაჩვენებელი. მოლუსკებს ვაჯგუფებდით ზომითი კლასების მიხედვით. განსაზღვრული იქნა შემდეგი კომპონენტები: ა) ტოტალური წონა; ბ) ნიჟარის წონა.

ქვემოთ წარმოდგენილ გრაფიკებსა და ცხრილებში განხილულია ნედლი წონის (მოლუსკის წონა ნიჟარასთან ერთად) დამოკიდებულება სხეულის სიგრძესთან მიმართებაში. კერძოდ, დადგენილი იქნა მათ შორის პროცენტული თანაფარდობა. (*B.H. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015; Todorova, V. and Konsulova, Ts. 2005.*) შესაბამისი მეთოდების მიხედვით ავიღეთ დაახლოებით ერთნაირი ზომის 10 ეგზემპლარი, რომელთა საშუალო სიგრძე 52-75 მმ-ს შეადგენდა, რამაც საშუალოდ, 48.4 მმ შეადგინა ეგზემპლარზე. თითოეული ეგზემპლარის სიგრძეს ვზომავდით შტანგენფარგლის საშუალებით და ვწონიდით ელექტრონულ სასწორზე (რომელიც 500 გრამამდე წონის).

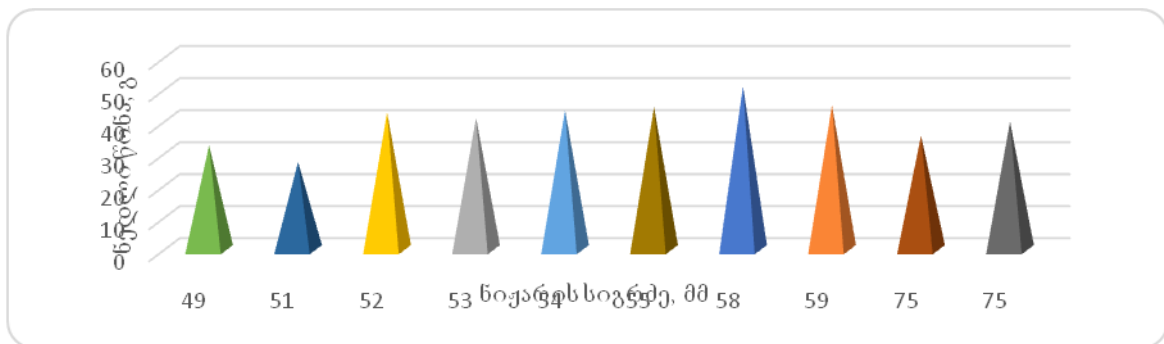
ასევე, შესწავლილი იქნა ხორცის წონის (უნიჟარო მოლუსკის) დამოკიდებულება ნიჟარის სიგრძესთან მიმართებაში. თითოეული ეგზემპლარის ხორცი ამოღებული იქნა

ნიჟარიდან და აწონილი იქნა ცალ-ცალკე, რის საფუძველზეც შედგენილი იქნა დამოკიდებულების მაჩვენებელი ცხრილი და გრაფიკები, რომლებზედაც მოცემულია ანადარას (*Anadara inaequalis*) ზომა-წონითი დამოკიდებულება (ცხრ.9; დიაგრ.5,6).

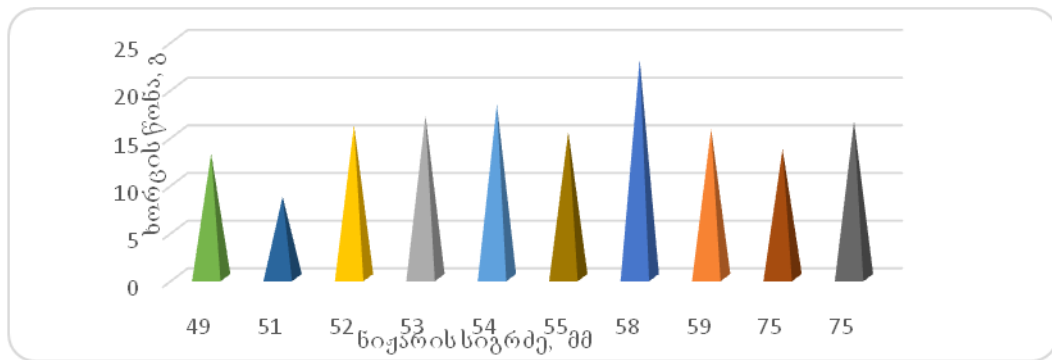
ცხრილი 9

A. inaequalis სხეულის სიგრძის დამოკიდებულება სხეულის ნედლ წონასთან და ხორცის წონასთან

სიგრძე, მმ	ნედლი წონა, გ	ხორცის წონა,გ
54	43.6	18.2
59	45.2	15.6
53	41.2	17
52	43	16
58	51.1	22.9
49	32.6	13
51	27.4	8.5
75	35.7	13.5
75	40	16.4
55	44.6	15.3



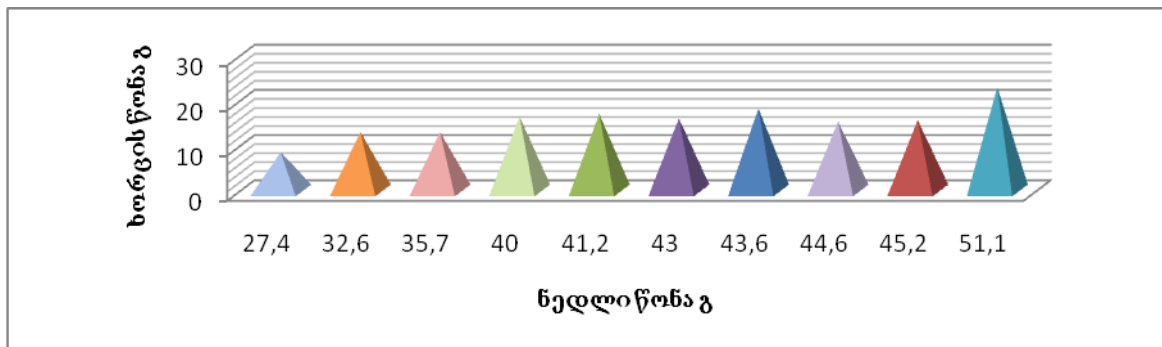
დიაგრამა 5. *A. inaequalis* ნედლი წონის თანაფარდობა ნიჟარის სიგრძესთან



დიაგრამა 6.A. inaequalvis ხორცის წონის თანაფარდობა ნიჟარის სიგრძესთან

აშკარად გამოიკვეთა გარკვეული თავისებურება, კერძოდ, ის, რომ ხორცის წონა დაახლოებით სამჯერ ნაკლებია სხეულის ზომაზე (ცხრ.1; დიაგრ.5,6). მაგალითად 54 მმ ზომის ინდივიდის ნიჟარაზე ტოტალური (ნედლი, მთლიანი) წონა შეადგინა 43,6 გ, ხოლო ხორცის (კუნთოვანი უნიჟარო) წონა 18,2 გ .

ჩვენს ხელთ არსებულ ეგზემპლიარებზე შესწავლილი იქნა კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრი - დამოკიდებულება ნედლ წონასა და ხორცის წონას შორის (ცხრ.9, დიაგრ. 7).



დიაგრამა 7. A. inaequalvis სხეულის ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობა

როგორც მიღებული შედეგების ანალიზით ირკვევა, საშუალოდ, 40,14 გ ნედლი წონის მოლუსკზე 15,6 გ მოდის ხორცის წონაზე, დანარჩენი კი ნიჟარაა. აღებული სინჯების ანალიზით იკვეთება, რომ სუფთა ხორცის წონამ მთლიანი სხეულის მასის

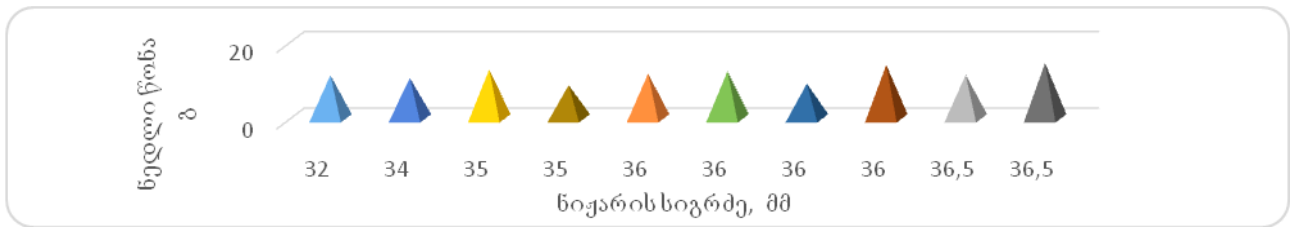
საშუალოდ 39% შეადგინა, რაც ძალიან მნიშვნელოვანი სიდიდეა ამ ზრდასრული ზომის კატეგორიისათვის.

ჩვენი კვლევის შედეგების დადასტურების მიზნით, იგივე პარამეტრების შესწავლა განვახორციელეთ კიდევ ერთ კატეგორიაზე - მცირე ზომის ეგზემპლიარებზე. ამ შემთხვევაში მოლუსკების საშუალო ზომა იყო 35,3 მმ, ნიჟარიანი სხეულის წონა შეადგენდა 11,64 გ -ს, ხოლო ხორცის წონა - 4,62 გ -ს. ამ ზომა-წონითი დამოკიდებულების ანალიზისას გამოვლინდა, რომ შესწავლილ ეგზემპლიარებს ახასიათებს უფრო პატარა ზომა და შედარებით თხელი ნიჟარა. შედეგიც განსხვავებული აღმოჩნდა. თუ დიდი ზომების მაგალითზე ზომა/წონის თანაფარდობა იყო 5/4, ამ შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი შეადგენდა 3/1, ანუ პირველ შემთხვევაში იყო 83%, მეორეში კი - 32,3% (ცხრ.10; დიაგრ. 8,9).

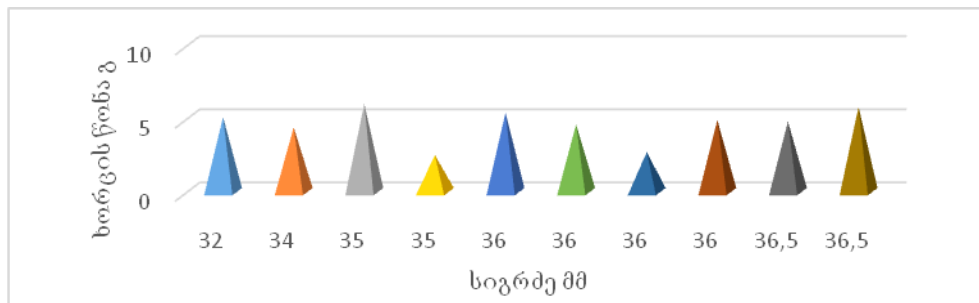
ცხრილი 10.

A. inaequalvis სხეულის სიგრძის დამოკიდებულება ნედლ (მთლიანი) წონასა და ხორცის წონასთან (მცირე ზომის ეგზემპლიარებში)

სიგრძე, მმ	ნედლი წონა, გ	ხორცის წონა, გ
32	11.3	5,1
34	10.6	4.4
35	12.8	6
35	8.7	2.5
36	11.7	5.4
36	12.3	4.6
36	9.1	2.7
36	14	4.9
36.5	11.4	5,1
36.5	14.5	4.4



დიაგრამა 8. A.inaequalvis სხეულის სიგრძისა და ნედლი წონის თანაფარდობა (მცირე ზომის ეგზემპლარებში)

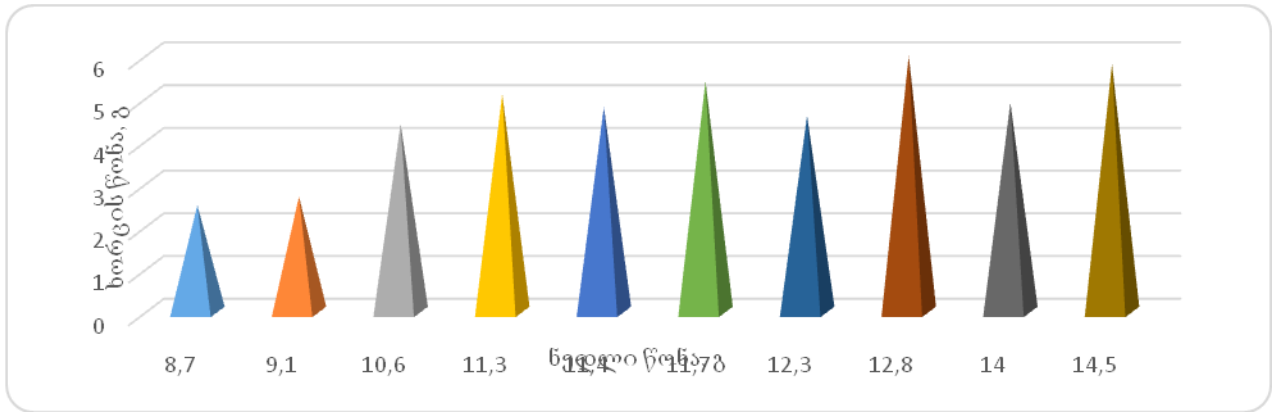


დიაგრამა 9. A.inaequalvis სხეულის სიგრძისა და ხორცის წონის თანაფარდობა (მცირე ზომის ეგზემპლარებში)

გამოიკვეთა გარკვეული თავისებურება. კერძოდ, მოცემულ შემთხვევაში ხორცის წონა ზომაზეა დამოკიდებული. თუკი 54 მმ ზომის ეგზემპლარებზე მოდის დაახლოებით 18 გრ ხორცი, 30-35 მმ-ზე წონა მხოლოდ 5 გრამის ფარგლებშია.

მცირე ზომის ეგზემპლარებშიც გაანალიზებული იქნა A.inaequalvis ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობა, რაც ასახულია ცხრილსა და გრაფიკზე (ცხრ.12; გრაფ 10).

მიღებული შედეგების ანალიზით ირკვევა, რომ 11,6 გრ საშუალო ნედლი წონის მოლუსკზე 4,6 გრ მოდის ხორცის წონაზე, რაც ნიშნავს, რომ ნედლი წონის 39% მოდის ხორცის მასაზე.



დიაგრამა 10. *A. inaequalvis* ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობა მცირე ზომის ეგზემპლარებში

შავი ზღვის ანადარას კვებითი ღირებულების შეფასების მიზნით ჩატარებული ზომა-წონითი კვლევის შედეგების ანალიზით დადგინდა *Anadara inaequalvis*-ს სხეულის სიგრძისა და მთლიანი (ნედლი) წონის, ხორცის წონის, ასევე, სხეულის ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობა. კვლევის შედეგად მიღებული ინფორმაციიდან გამომდინარე, ჭერილის მთლიანი მასიდან განსაზღვრული იქნა სასარგებლო პროცენტული კოეფიციენტი. დადგინდა, რომ საშუალოდ სხეულის მასის 39% ხორცზე მოდის, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

ანადარას ბიოეკოლოგიური კვლევის შედეგები

შავი ზღვის საქართველოს შელფის ნაწილი საკმაოდ მდიდარი და მრავალფეროვანი ბენტოსური ორგანიზმებითაა დასახლებული, რომელთა შემადგენელი სახეობები სხვადასხვა დამოკიდებულების არიან გარემოს ეკოლოგიური პირობებისადმი. ამ მხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი დამოკიდებულება კონკრეტული საბინადრო ადგილის, ფსკერის სხვადასხვა გრუნტის სტრუქტურის მიმართ და ქმნიან რამდენიმე განსხვავებულ ეკოლოგიურ დაჯგუფებას. რომელთა შემადგენელი ჰიდრობიონტების სახეობები ბიოლოგიურად მრავალმხრივ კავშირში არიან ერთმანეთთან და ქმნიან ერთ მთლიანობას, ეგრეთწოდებულ წყალსატევის ბენტოალის ანუ ბენტოფაუნის ბიოცენოზს.

წყალსატევების ჰიდრობიონტთა ყველა ეკოლოგიური ჯგუფის სახეობები მეტ-ნაკლები რაოდენობით მონაწილეობას ღებულობენ ბიოცენოზების სტრუქტურის შექმნაში და გარკვეულ როლს ასრულებენ მასში მიმდინარე ბიოპროცესებში.

აღნიშნული ბიოცენოზის ერთ-ერთი ბიოკომპონენტია ორსაგდულიანი მოლუსკი ანადარა. სწორედ, ამიტომაც მიზნად დავისახეთ, გაგვერკვია, თუ რა ადგილი უჭირავს და რა როლს ასრულებს იგი აღნიშნული ბიოცენოზების სტრუქტურის შექმნაში. აღმოჩნდა, რომ მოლუსკი ანადარა საკმაოდ ფართოდ არის გავრცელებული საქართველოს შავი ზღვის შელფის აკვატორიაში (ცხრ.11). მოპოვებული მასალის განზოგადოების საფუძველზე შედგენილი იქნა ბენტოფაუნის სახეობრივი შემადგენლობისა (მრავალფეროვნების საერთო სია) და აგრეთვე სახეობათა რაოდენობისა (ცალი/მ²) და მათი ბიომასის (გ/მ²) ცხრილები.

ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალების მიხედვით საკვლევი რაიონების: ბათუმი, სუფსა, ფოთი და ანაკლიის მიდამოებში შელფის სხვადასხვა სიღრმეში (5–50მ) მოლუსკი ანადარა, სხვა ჰიდრობიონტებისაგან განსხვავებით, ყველგან არის გავრცელებული. მას მისი ჯგუფის წარმომადგენლებთან ხშირად დომინანტური მდგომარეობა უჭირავს. ანადარა განსაკუთრებით ფართოდ არის გავრცელებული სხვა ჰიდრობიონტებთან ერთად ანაკლიის მიდამოებში ზღვის ბენტალის სხვადასხვა სიღრმეში (10–50მ) (ცხრ. 12). აღნიშნულ უბანში მისი ფართო გავრცელება უნდა აიხსნას იმით, რომ ანაკლიის გრუნტის სტრუქტურა სხვა უბნებთან შედარებით მეტად თავისებურია. იგი მდგრადი სილნარ-ქვიშნარი და შლამიანი გრუნტით არის წარმოდგენილი, რაც საუკეთესო საცხოვრებელი გარემოა ანადარასთვის, სადაც იგი ბინადრობს ნაწილობრივ ჩაფლულ მდგომარეობაში. სწორედ, აღნიშნული გრუნტისადმი (ჰაბიტატის) დამოკიდებულებით სხვა ჰიდრობიონტებთან ერთად ქმნიან სპეციფიკურ ეკოლოგიურ დაჯგუფებებს - ფსალმოფილურ ან პელოფილურ ზოოცენოზებს, რითაც განსაკუთრებულ ადგილს იკავებენ ბენტალის ბიოცენოზის სტრუქტურის შექმნაში. ასევე, აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ანადარა, როგორც ფილტრატორი და სედიმენტატორი, იკვებება იმ ბიოგენური ნივთიერებებით, რაც უხვად არის მდინარეებით ჩამონატანის შემადგენლობაში და სხვა ფილტრატორებთან ერთად მონაწილეობს წყალსატევის დაჭუჭყიანებული წყლის ბიოლოგიური თვითგაწმენდის

პროცესში. ამდენად, ანადარა ამ თვალსაზრისითაც გარკვეულ როლს ასრულებს წყალსატევის ბიოცენოზის სტრუქტურის მდგომარეობის შენარჩუნებაში.

აღნიშნული ბიოცენოზის საერთო ბიოპროდუქციის შექმნაში ანადარას წილის და როლის განსაზღვრისათვის ჩატარებული იქნა რიგი კვლევები შელფის სხვადასხვა უბნის, შესაბამისი სიღრმეების, ასევე, სხვადასხვა გრუნტის პირობებში. განსაზღვრული იქნა სხვადასხვა ჰიდრობიონტთან ერთად მათი რაოდენობრივი შემადგენლობა - დასახლება, სიმჭიდროვე (ცალი/მ²) და ბიომასა (გრ/მ²). შედეგები წარმოდგენილია შესაბამის ცხრილებში, სადაც ნათლად ჩანს სხვა ჰიდრობიონტებთან ანადარას წილი საერთო და ცალკეული ბიოცენოზის შემთხვევაში. დადგინდა, რომ მათი წილი საკმაოდ თვალსაჩინოა. რიგი ცენოზების შემთხვევაში მას წამყვანი - დომინანტური მდგომარეობა უკავია რაოდენობრივი და ბიომასის მაღალი მაჩვენებლით. ამდენად, ანადარას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ზღვის ბიოცენოზში და არსებით როლს ასრულებს საერთო ბიოპროდუქციის შექმნაში. იგი მონაწილეობს აგრეთვე დაჭუჭყიანებულ წყალსატევეებში წყლის ბუნებრივი თვითგაწმენდის პროცესში. ამასთან, ანადარა წარმოადგენს საკვებს სხვადასხვა ცხოველისთვის. გარდა აღნიშნულისა, მრავალფეროვანი სასარგებლო ნივთიერებების შემცველობის გამო ანადარა შეიძლება გამოყენებული იქნეს ადამიანის საკვებადაც.

შავი ზღვის საქართველოს შელფის ზოლის აკვატორიაში გავრცელებული მოლუსკის - ანადარას ბიოეკოლოგიური მდგომარეობის ზოგადი შეფასების წარმოსაჩენად განვიხილოთ კვლევის შედეგები, რაც ასახულია ცხრილებში, რომლებშიც წარმოდგენილია ჰიდრობიონტთა რაოდენობრივი მაჩვენებლები სხვადასხვა სიღრმისა და გრუნტის პირობებში.

ცხრილი 11

ბენტოფაუნის სახეობრივი შემადგენლობა საკვლევ რაიონებში

სახეობა	საკვლევი რაიონები			
	ბათუმი 10-20მ	სუფსა 17-22მ	ფოთი 5-16მ	ანაკლია 10-50მ

NEMERTINI

1. Cephalothrix sp	0	0	0	+
--------------------	---	---	---	---

ANNELIDAE

Polyhaeta				
1. Aricidae cerrutii Laubier, 1965	0	0	0	+
2. Anicistrosyllis tentaculata Treadwell, 1941	+	+	0	+
3. Amphitritegracilis (Grube 1860)	0	0	0	+
4. Exzogene gemmifera Pegenstecheri, 1884	0	+	0	+
7. Harmothoe reticulata Claparede, 1870	0	0	+	0
8. Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	+	+	0	+
9. Micronephtys staumeri Augener, 1932	0	+	0	+
10. Mysitides limbata (Saint-losiph, 1888)	0	0	0	+
11. Mellenna parmata Grube, 1869	+	0	0	+
12. Magelona pailicornis O. F.Muller, 1858	0	0	0	+
13. Magelona minuta Eliason, 1962	0	0	0	+
14. Nereis zonata Malmgren, 1867	0	0	0	+
15. Nereis succinea Leuckart, 1847	0	0	0	+
16. Notomastus lineatus Claparede, 1863	0	0	0	+
17. Nephtys cirrosa Ehlers, 1868	+	0	+	+
18. Nephtys hombergii Audouin et M.-Edwards, 1834	+	+	+	+
23. Paraonis gracilis Tauber, 1909	0	0	0	+
24. Paranois fuigens Lebinsen,1883	0	0	+	+
25.Polydora ciliata Iohnston, 1838	+	0	0	+
26. Prionospio cirrifera Wiren, 1883	+	0	0	+
27. Olygoeta sp.	0	0	0	+

TENTACULATA

Bryozoa				
1. Membranipora denticulata Busk, 1884	0	0	0	+
Phoronidae				
1. Phoronis euxinicola S-long, 1907	+	0	0	+

ARTHROPODA

Crustacea				
------------------	--	--	--	--

1. Ampelisca diadema A. Costa, 1853	0	0	0	+
2. Athanas nitescens Leach, 1814	0	0	0	+
3. Balanus improvisus Darwin, 1854	0	+	+	+
4. Brachinotus sexdentatus Risso, 1827	+	0	0	0
5. Callianassa pestai De-Mann	0	+	0	0
6. Callianassa truncata Giard et Bonnier	0	+	0	0
7. Cumella pugmae euxinica Bacescu, 1950	0	0	+	+
8. Clibanarius erythropus Latzeilla, 1818	0	0	0	+
9. Diogenes pugilator Roux, 1828	+	0	+	+
10. Gammaridae sp.	0	0	0	+
11. Upogebia pusilla Petagna, 1792	0	0	0	+

MOLLUSCA

Gastropoda				
1. Cylichina variabilis Milachevitch, 1909	0	0	0	+
2. Cylichina strigella Loven, 1846	+	0	+	+
3. Cylichina robogiana Fischer, 1867	0	0	0	+
4. Citharella costata Pennant, 1767	0	0	0	+
5. Ciclope donovani Risso, 1826	+	+	+	+
6. Odostomia pallida Montagu	0	0	0	+
7. Parthenina intarstincta Montagu, 1803	+	0	0	+
8. Proneritula westerlundi Brusina, 1900	0	0	0	+
9. Retusa truncatella Locard, 1892	+	0	+	+
10. Tritia reticulata Linne, 1758	0	0	0	+
Lamellibranchiata, S.Bivalvia				
1. Arca tetragona Poli, 1795	+	0	+	+
2. Cerastodermaglaucum Poiret, 1789	0	0	0	+
3. Anadara inaequalis	+	+	+	+
4. Chamelea gallina Linne, 1758	+	+	+	+
5. Lentidium mediterraneum Costa, 1829	+	+	+	+
6. Lucinella divaricata Linne, 1758	+	+	0	+
7. Mactra corallina Linné, 1758	0	0	0	+
8. Metilaster lineatus Gmelin, 1790	0	0	0	+
9. Metilus galloprovincialis Lamark, 1819	0	0	0	+
10. Pitar rudis Poli, 1791	+	+	+	+

11. <i>Spisula triangula</i> Reniari, 1804	+	+	+	+
12. <i>Thracia papyracea</i> Poli, 1791	+	0	0	0

მე-11 ცხრილში მოცემულია ბენტოფაუნის სახეობრივი შემადგენლობის საერთო სია, რაც საკმაო მრავალფეროვნებით არის წარმოდგენილი. სულ რეგისტრირებული იქნა 58-მდე სახეობა. მათ შორის მრავალფეროვნებით გამოირჩევა მრავალჯაგრიანი რგოლოვანი ჭიები (Polichaeta) – 23 სახეობა, ასევე, მოლუსკები (Molusca - 22 სახეობა, შემდეგ მოდის კიბოსნაირები (Crustacea) – 11 სახეობით. როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღნიშნული ჰიდრობიონტების სახეობები მეტ-ნაკლებად არიან გავრცელებული ბათუმის, სუფსის და ფოთის მიდამოებში. ანაკლიის (10-50 მ სიღრმეზე) შემთხვევაში კი ბენტალის თითქმის ყველა სახეობაა რეგისტრირებული. რაც შეეხება მოლუსკ ანადარას, იგი ყველგან არის გავრცელებული - ბათუმის, სუფსის, ფოთის და ანაკლიის უბნების მითითებულ ყველა სიღრმეში.

ანაკლიის საკვლევ სადგურზე სხვადასხვა სიღრმეებიდან აღებული იქნა 5 სინჯი; შლამის, შლამიანი სილისა და ნიჟაროვნების სუბსტრატიდან. მასალის დამუშავების შემდეგ სინჯის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა (ცხრ. 12) 16255 ინდ/მ² და 2911,127გ/მ².

ცხრილი 12

A.inaquelvalvis რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ანაკლიას რაიონში 2016-17-18 წწ

სიღრმე	სუბსტრატი	მაკრობენტოსი		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²
14 მ	შლამიანი სილა	220	63,115	120	60,345	10	0,005
17 მ	შლამი	3120	1143,55	2590	1089,71	180	261.0
18 მ	შლამი	200	3,735	50	1.618	20	0,681
19 მ	ნიჟაროვანი	7320	828,985	7150	812,85	170	297,5
20 მ	შლამიანი სილა	5395	871,742	5065	840,36	40	386,3
	ჯამი	16255	2911,127	14975	2804.883	420	945.486

14 მ სიღრმეზე შლამიანი სილის სუბსტრატი, რიცხოვნობა და ბიომასა იყო 220 ცალი/მ² და 63,115 გ/მ². აქედან 120 ცალი/მ² და 60,345გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე (55% და 96%). აღნიშნული სუბსტრატის დასახლებაში ანადარას რიცხოვნობა და ბიომასა იყო 10 ცალი/მ² და 0,005 გ/მ², რაც ორსაგდულიანების ინდივიდების 8%-ს და ბიომასის 24%-ს შეადგენდა.

17 მეტრის სიღრმეზე ფიქსირდებოდა შლამიანი სუბსტრატი, რომლის მაკროფაუნის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 3120 ცალი/მ² და 1143,55გ/მ², აქედან 2590 ცალი/მ² და 1089,71 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე (83% და 95,3%). ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარას ეკუთვნის თითქმის ინდივიდების 7% და ბიომასის 23%.

18 მ სიღრმიდან აღებულ სინჯში, სადაც სუბსტრატი შლამი ფიქსირდებოდა, ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 200 ცალი/მ² და 3,735 გ/მ². აქედან 50 ცალი/მ² და 1,618 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც შეადგინა რიცხოვნობის 25% და ბიომასის 43,3%. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარას ეკუთვნის თითქმის 40% (0,681ინდ/მ²) ინდივიდებზე და 42% (0,681გ/მ²) ბიომასა.

19 მ სიღრმიდან აღებულ სინჯში (ნიჟაროვანი სუბსტრატი) ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა. 7320 ცალი/მ² და 828,985 გ/მ². აქედან 7150 ინდ/მ² და 812,85 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც შეადგინა რიცხოვნობის 98% და ბიომასის 98%. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარას ეკუთვნის რაოდენობამ 2% (170 ცალი/მ²) და 37% (297,5გ/მ²) ბიომასა შეადგინა.

20 მ სიღრმიდან აღებული სინჯი, სადაც სუბსტრატი შლამიანი სილა ფიქსირდებოდა, ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 5395 ცალი/მ² და 871,742 გ/მ², აქედან 5065 ცალი/მ² და 840,36 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც პროცენტულად 94% და 96,4% შეადგინა. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარამ შეადგინა რაოდენობის 1% (40 ცალი/მ²) და ბიომასის 46% (386,3გ/მ²).

მიგვაჩნია, რომ ძალიან მნიშვნელოვანი მსჯელობის საფუძველს გვაძლევს ჯამური მონაცემები სხვადასხვა სიღრმისა და გრუნტის ტიპის მდგომარეობიდან გამომდინარე. სულ საკვლევი სადგურის - ანაკლიის ბიოცენოზის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 16255 ცალი/მ² და 2911.127 გ/მ², საიდანაც 14975 ცალი/მ² და 2804.883 გ/მ² (92% და 96%) ორსაგდულიანი მოლუსკებია. მათი 3%-34% მოდის ანადარაზე (420 ცალი/მ² და 945.486 გ/მ²).

რაც შეეხება მოლუსკ ანადარას თვისობრივ და რაოდენობრივ წილს საერთო და კონკრეტულ ბიოცენოზებში, საკმაოდ მნიშვნელოვანია, რაც განპირობებულია იმით, რომ იგი საკმაოდ მდგრადია დადებითი თუ უარყოფითი ბიოეკოლოგიური ფაქტორების მიმართ. მისთვის დადებითი საარსებო გარემოა შლამიანი, შლამიან-სილნარევი ჰაბიტატი (ბიოტოპი). იგი საკმაოდ მდგრადია წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის ცვალებადობის მიმართ. შეუძლია მოკლე ხნით არსებობა ჰიპოქსიის დროს. როგორც ფილტრატორი, ასევე, მდგრადია წყალსატევის ორგანული ნივთიერებებით დაჭუჭყიანების მიმართ, რამაც განაპირობა მისი ფართოდ გავრცელება შავი ზღვის საქართველოს შელფის ზოლის აკვატორიაში.

ცხრილი 13

**A.inaquelvalvis რაოდენობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ბათუმის რაიონში
2016-18 წწ**

სიღრმე	სუბსტრატი	მაკრობენტოსი		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²
14მ	სილა	730	103,595	560	98,6	10	1,85
11მ	შლამიანი სილა	470	163,277	370	160,303	30	97,2
	ჯამი	1200	266.872	390	258.903	40	99.05

სულ საკვლევი სადგურის - ბათუმის ბიოცენოზის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 1200 ცალი/მ² და 266,872 გ/მ², საიდანაც 390 ცალი/მ² და 258,903 გ/მ² (33% და 97%) ორსაგდულიანი მოლუსკებია. მათი 10%-38% მოდის ანადარაზე (40 ცალი/მ² და 99,05გ/მ²) (ცხრ.13).

ბათუმის ბიოცენოზში ფიქსირდება სილისა და შლამიანი სილის სუბსტრატი. ცნობილია, რომ სუბსტრატი განსაზღვრავს ბენტოფაუნის ბიომრავალფეროვნებას. ბათუმის შემთხვევაში სილა და შლამიანი სილა ძირითადად ჩამოყალიბებულია მოლუსკებით, რომელთა შორის დომინანტობს ორსაგდულიანები ანუ *Lamelabanchiata* იგივე *Bivalvia*. სილის ბიოცენოზში ჭარბობს ორსაგდულიანები, რომელთა რიცხოვნობა ტოლია 560 ცალი/მ², ხოლო ბიომასა 98,6 გ/მ². შლამიანი სილის სუბსტრატი იძლევა ანალოგიურ სურათს: დომინანტი არის ისევ ორსაგდულიანები 370 ცალი/მ², ხოლო ბიომასა კი - 160.303 გ/მ².

სუფსის ბიოცენოზში ფიქსირდება სილისა და შლამიანი სუბსტრატი. სუფსის შემთხვევაში სილა და შლამი ძირითადად ჩამოყალიბებულია ორსაგდულიანი მოლუსკებით და კიბოსნაირებით. შლამის ბიოცენოზში ჭარბობს ისევ ორსაგდულიანები, რომელთა რიცხოვნობა ტოლია 140 ცალი/მ². მათმა ბიომასამ კი შეადგინა 5.701 გ/მ². შემდგომ პოზიციას შლამის სუბსტრატის ბიოცენოზში 6.623 გ/მ² ბიომასით იკავებს კიბოსნაირები - 40 ცალი/მ²). სილის სუბსტრატი იძლევა განსხვავებულ სურათს. აქაც დომინანტი კვლავ ორსაგდულიანებია რიცხოვნობით - 2110 ცალი/მ², ხოლო ბიომასით 261.64 გ/მ² (ცხრ.14).

ცხრილი 14

**A.inaquelvalvis რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) სუფსას რაიონში
2016-17-18 წწ**

სიღრმე	სუბსტრატი	მაკრობენტოსი		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²
22მ	სილა	2200	269,459	2110	261,64	30	134,807
17მ	შლამი	210	12,364	140	5,701	10	2,3

	ჯამი	2410	281,823	2250	267,341	40	137,107
--	------	------	---------	------	---------	----	---------

სუფსის სადგურზე 22 მ სიღრმიდან აღებულ სინჯში (სუბსტრატი სილა) ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 2200 ცალი/მ² და 269,459 გ/მ². აქედან 2110 ცალი/მ² და 261,64 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც შეადგინა რიცხოვნობის 96% და ბიომასის 97%. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარაზე მოდის რაოდენობის 1% (30 ცალი/მ²) და ბიომასის 52% (134,807გ/მ²).

სუფსის სადგურზე 17 მ სიღრმიდან აღებული სინჯში, სადაც სუბსტრატი შლამი ფიქსირდებოდა, ბიოცენოზში მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 210 ცალი/მ² და 12,364 გ/მ², აქედან 140 ცალი/მ² და 5,701 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც პროცენტულად 67% და 46% შეადგინა. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარაზე რაოდენობის 7% (10 ცალი/მ²) და ბიომასამ 40% (2,3 გ/მ²) შეადგინა (ცხრ.14).

მე-15 ცხრილში მოცემულია ბენტოსური ორგანიზმების სახეობათა რაოდენობრივი მაჩვენებელი ფოთის აკვატორიის ფარგლებში სხვადასხვა სიღრმესა (16 მ, 15 მ) და სხვადასხვა გრუნტის (შლამი, სილა/შლამი) პირობებში მოპოვებულ მასალებში.

ცხრილი 15

A.inaquelvalvis რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ფოთის რაიონში

2016-18 წწ

სიღრმე	სუბსტრატი	მაკრობენტოსი		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²	ცალი/მ ²	გ/მ ²
15მ	შლამიანი სილა	410	74,646	350	67,766	10	20,01
16მ	შლამი	90	3,4403	80	3,44	20	0,81
	ჯამი	500	78,0863	430	71,206	30	20,82

თითქმის თანაბარი სიღრმის შემთხვევაში, სადაც სხვაობა შეადგენდა მხოლოდ 1 მეტრს (ცხრილი 15), მკვეთრად იცვლება ბიოცენოზის სახეობრივი მრავალფეროვნება

ერთმანეთისგან განსხვავებული სუბსტრატის შემთხვევაში (შლამის სუბსტრატი, შლამიანი სილა). შლამიან სუბსტრატში დაფიქსირდა რაოდენობა 90 ცალი/მ², ბიომასით 3.4403 გ/მ², სადაც ძირითადად ორსაგდულიანი მოლუსკები დომინირებს 3.44 გ/მ².

ფოთის აკვატორიის 15მ სიღრმიდან აღებულ სინჯში, სადაც სუბსტრატი შლამიანი სილა ფიქსირდებოდა, ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 410 ცალი/მ² და 74,646 გ/მ². აქედან 350 ცალი/მ² და 67,766 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც შეადგინა საერთო რიცხოვნობის 85% და ბიომასის 91%. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარას ეკუთვნის რაოდენობის თითქმის 3% (10 ცალი/მ²) და ბიომასის 30% (20,01 გ/მ²).

ფოთის სადგურზე 16 მ სიღრმიდან აღებული სინჯში, სადაც სუბსტრატი შლამი ფიქსირდებოდა, ბიოცენოზის მაკროზოობენტოსის რიცხოვნობამ და ბიომასამ შეადგინა 90 ცალი/მ² და 3,4403 გ/მ², აქედან 80 ცალი/მ² და 3,44 გ/მ² მოდის ორსაგდულიან მოლუსკებზე, რამაც პროცენტულად 89% და 99% შეადგინა. ორსაგდულიანი მოლუსკებიდან ანადარაზე კი რაოდენობის 25 % (20 ცალი/მ²) და ბიომასის 24% (0,81გ/მ²) მოდის.

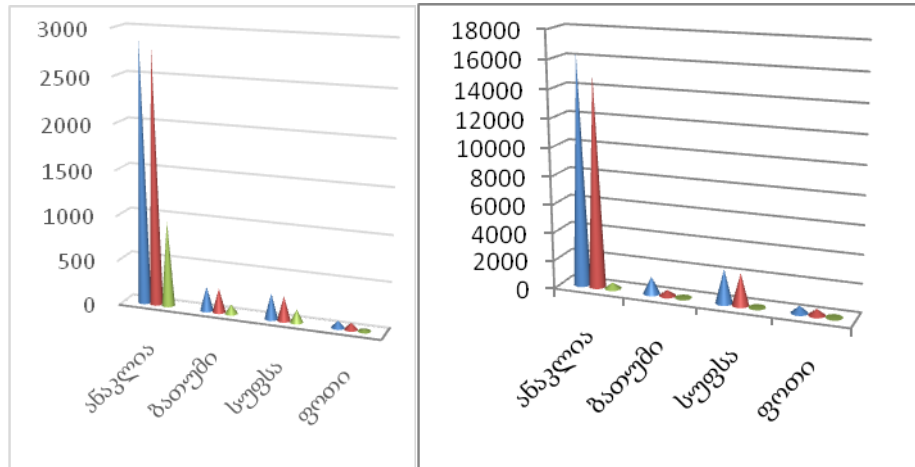
სულ ფოთის საკვლევ სადგურის ბიოცენოზის რიცხოვნობამ და ბიომასამ 500 ცალი/მ² და 78,0863 გ/მ² შეადგინა. აქედან 430 ცალი/მ² (86%) და 71,206 გ/მ² (91%) ორსაგდულიანი მოლუსკებია, მათგან ანადარაზე მოდის 7% და 29% (30 ცალი/მ² და 20,82გ/მ²).

ცხრილი 16

A.inaquelvalvis ჯამური რაოდენობა (ინდ/მ²) და ბიომასა (გ/მ²)
 ანაკლიის, ბათუმის, სუფსისა და ფოთის სტაციონარულ
 სადგურებში 2016-17-18 წწ

სიღრმე		მაკრობენტოსი		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		ინდ/მ ²	გ/მ ²	ინდ/მ ²	გ/მ ²	ინდ/მ ²	გ/მ ²
1	ანაკლია	16255	2911,127	14975	2804.883	420	945.486
2	ბათუმი	1200	266,872	390	258,903	40	99,05
3	სუფსა	2410	281,823	2250	267,341	40	137,107

4	ფოთი	500	78,0863	430	71,206	30	20,82
	ჯამი	20365	3537,9083	18045	3402,333	530	1202,463



დიაგრამა 11 და 12. *A. inaequalvalvis* ჯამური რაოდენობა (ცალი/მ²) და ბიომასა (გ/მ²) ანაკლიის, ბათუმის, სუფსისა და ფოთის სტაციონარულ სადგურებზე 2016-17-18 წწ

სხვადასხვა სტაციონარული სადგურიდან (ანაკლია, ბათუმი, სუფსა, ფოთი) მოპოვებული მასალების დასკვნითი ანალიზის (ცხრ.16; დიაგრ. 11,12) საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბიოცენოზის რიცხოვნობამ და ბიომასამ 20365 ცალი/მ² და 3537,9083 გ/მ² შეადგინა, საიდანაც 18045 ცალი/მ² და 3402,333 გ/მ² (89% და 96%) ორსაგდულიანი მოლუსკებია, მათგან 3% და 35% მოდის ანადარაზე (530 ცალი/მ² და 1202.463 გ/მ²).

ცხრილის და გრაფიკის მონაცემების შესაბამისად, ბიოცენოზში ინდივიდების რაოდენობა და ბიომასა შესაძლოა პროცენტებში გამოავსახოთ:

- ანაკლია - მაკრობენტოსში ინდივიდების საერთო რაოდენობა 80%, ბიომასა - 82%, მათგან ორსაგდულიანები 83% და 82%, ანადარა - *A. inaequalvalvis* 79% და 79%.
- ბათუმი - მაკრობენტოსის რაოდენობა 6%, ბიომასა 8%; მათ შორის ორსაგდულიანები 2% და 8%, *A. inaequalvalvis*-ზე 8% და 8% მოდის.

- სუფსა - მაკრობენტოსში - რაოდენობა 12%, ბიომასა - 8%, მათ შორის ორსაგდულიანები 12% და 8%, A.inaquelvalvis-ზე კი 8% და 11% მოდის.
- ფოთი - მაკრობენტოსში ინდივიდთა რაოდენობა 2%, ბიომასა - 2%, მათ შორის ორსაგდულიანებზე 2% და 2% მოდის, A.inaquelvalvis-ზე კი - 6% და 2%.

ამრიგად, შავი ზღვის საქართველოს შელფის აკვატორიაში გავრცელებული მოლუსკი ანადარა ყველგან არის გავრცელებული.

მოლუსკ ანადარას ბიოქიმიური კვლევის შედეგები

ცილის, ცხიმის, ნახშირწყლების განსაზღვრა,

მუდმივი წონა, ნაცარი

2019 წლის ივლისის თვეში ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოქიმიის ლაბორატორიაში გაყინულ მდგომარეობაში იქნა გადატანილი ანადარას 2 კგ ნედლი წონის სანიმუშო ეგზემპლარები. ბიოქიმიური კვლევის საფუძველზე შესწავლილი იქნა მოლუსკის ხორცში ტენის, ნაცრის, ცხიმის, ნახშირწყლებისა და პროტეინის პროცენტული შემადგენლობა.

ცხრილი 17

Anadara inaequalvis ბიოქიმიური კვლევის შედეგი

სინჯის №	ტენის მასური წილი, %	მშრალი ნივთიერება გამოშრობით, %	ნაცარი, %		ცხიმი, %		ნახშირწყლები, %		ცილა, %	
			ნედლი	მშრალი	ნედლი	მშრალი	ნედლი	მშრალი	ნედლი	მშრალი
1	80,14	19,86	1,04	5,26	1,22	6,17	2,5	12,64	14,1	71,28

2	80,30	19,70	1,16	5,86	1,17	5,92	2,4	12,13	13,5	68,25
საშუალო	80,22	19,78	1,1	5,56	1,20	6,04	2,45	12,39	13,8	69,77

მე-17 ცხრილში პირველ და მეორე ხაზზე ნაჩვენებია პარალელურად ჩატარებული ანალიზის შედეგები ორ ნიმუშზე, მესამე ხაზზე კი მოცემულია საშუალო არითმეტიკული სიდიდე.

კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე მიღებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში (ცხრ.17), სადაც ერთდროულად ჩატარდა მოლუსკის ხორცის (სინჯის) დეტალური ანალიზი. დადგინდა ნივთიერების მშრალი და ნედლი წონის პროცენტული თანაფარდობა.

ტენის განსაზღვრა. წყლის შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა ნიმუშის გამოშრობით +50-60°C ტემპერატურაზე (საარბიტრაჟო მეთოდი). ეს მეთოდი გამოიყენება თევზის, ზღვის ძუძუმწოვრების, უხერხემლოების, წყალმცენარეების, აგრეთვე მათში წარმოებული წყლის შემცველობის დასადგენად. მოლუსკის ხორცი აიწონა და მოთავსდა BioBase-ის სუბლიმაციურ ლაბორატორიულ საშრობ კარადაში, სადაც +50 - +60°C ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში მოვახდინეთ მუდმივ წონამდე დაყვანა. საარბიტრაჟო მეთოდის შედეგად დადგინდა, რომ 100 გრ პროდუქტზე ტენის მასიური წილი პროცენტულად ორივე სინჯისგან აღებულ მასალაში, საშუალოდ 80,22% იყო, შესაბამისად, მშრალ ნივთიერებაზე მოდის 19.78%.

ნაცრის პროცენტული შემცველობის დადგენის მიზნით დანაცვრა მოვახდინეთ მშრალი მეთოდით +550-600°C t-ზე მუფელის ლუმელში. განისაზღვრა ნაცრის პროცენტული შემცველობა მშრალ და ნედლ ნივთიერებაზე წონითი მეთოდით. ნედლ ნიმუშზე ორივე სინჯიდან საშუალო სიდიდე 1,1% იყო, მშრალ ნიმუშზე კი - 5.56%.

ცხიმი განვსაზღვრეთ სოქსლეტის მეთოდით. გამხსნელად გამოვიყენეთ ქლოროფორმი. ექსტრაქციის ხანგრძლივობა იყო 24 საათი. ცხიმის რაოდენობა განისაზღვრა

წონითი მეთოდით (J.Chem.Educ. 2007. Vol. 84, no.12. P.1913-1914). მომზადებულ სოქსლექტში ჩავასხით 200 მლ გამხნელი, მოვათავსეთ კაპსულაში წინასწარ დამზადებული სინჯი, შევამოწმეთ აპარატი ჰერმეტიულობაზე და მივაერთეთ გაგრილების მილები (აუცილებელია კონდენსატის შესაქმნელად). შევდგით ღუმელზე. გამხნელად გამოვიყენეთ ქლოროფორმი. ნიმუშის ექსტრაქციას დასჭირდა დაახლოებით 24 საათი, სანამ შიგნით არსებული სითხე არ გაუფერულდა. შემდგომ ბიუქსი ექსტრაქტით მოვათავსეთ წყლის აბაზანაზე გამხნელის აორთქლებამდე - გამხსნელისთვის დამახასიათებელი სუნის გაქრობამდე, მერე კი მოვათავსეთ +100°C-მდე გახურებულ საშრობ კარადაში 10 წუთის განმავლობაში, გავაგრილეთ ექსიკატორში და მიღებული ცხიმი ავწონეთ ლაბორატორიულ სასწორზე. შედეგად, გამოვლინდა ცხიმის საშუალო რაოდენობა ნედლ ნივთიერებაზე 1.20%, მშრალზე - 6.04%.

ნახშირწყლების შესწავლის მიზნით განისაზღვრა საერთო შაქრების შემცველობა კალიფერიციანიდის მეთოდით. ხორცში ისაზღვრებოდა თავისუფალი ნახშირწყლები, რომელთაც ეკუთვნის შაქრები. შედეგად დადგინდა ნახშირწყლების ნედლ წონაზე საშუალოდ 2.45%, მშრალ ნივთიერებაზე კი 12.39%.

ცილის შემცველობა მოლუსკის ხორცში განისაზღვრა კელდალის მეთოდით. ტიტრული მეთოდით კი განისაზღვრა კონკრეტული რაოდენობა. შედეგად გამოვლინდა პროტეინის საშუალო რაოდენობა ნედლი ნივთიერებიდან 13,8%, მშრალი ნივთიერებიდან - 69.77%.

მიკროელემენტების (Zn, Pb, As, Cd, Cu), ჰექსაქლორციკლოჰექსანის, დღტ-სა და მისი მეტაბოლიტების ანალიზის შედეგები

თუთია. ორსაგდულიანი მოლუსკი ანადარა ცნობილია, როგორც ფილტრატორი-სედიმენტატორი და ამ მნიშვნელოვანი ინფორმაციიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ, შეგვემოწმებინა ანადარას ხორცი შესაბამის ლაბორატორიაში, სადაც გაგზავნილი იქნა 1კგ ნიჟარიანი მოლუსკების ნიმუში, ელექტრომეტრიული ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრიის შედეგად. შესაბამისი მეთოდიკის გამოყენებით (MYK 4.1.991-00) თუთიის შემადგენლობა ხორცში შეადგენდა 13,370 მგ/კგ-ს. თუ შევადარებთ

ზღვის სხვა პროდუქტებს, მაგალითად: ხამანწყაში - 40 მგ, ქაფშიაში - 1.72 მგ, რვაფეხაში - 1.68 მგ, კობრში - 1.48 მგ, ხიზილალაში - 1 მგ, ქაშაყში - 0.99 მგ, მიდიებში 21 მგ (ცხრ. 18).

ცხრილი 18

თუთიის შემცველობა წყლის ორგანიზმებში

	ხამანცკა	ქაფშია	რვაფეხა	კობრი	ხიზილალა	ქაშაყი	მიდიები	ანადარა
Zn მგ/კგ	40	1,72	1,68	1,48	1	0,99	21	13,3

ტყვია. ელექტრომეტრიული ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრით შესაბამისი მეთოდის გამოყენებით (MYK 4.1.986-00) დადგინდა, რომ ტყვიის (Pb) შემცველობა ანადარას ხორცში შეადგენდა 0,10 მგ/კგ $\pm 0,03$ მგ/კგ. საქართველოში მიღებული ზღვრული დაშვებული კონცენტრაციის შესაბამისად, რამდენადაც ნორმად ითვლება 0,3 მგ/კგ, მიღებული შედეგიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღნიშნულ ჰიდრობიონტში ტყვია არ აჭარბებს სტანდარტით დადგენილ ნორმებს, შესაბამისად, ამ პარამეტრის მიხედვით, ანადარა მისაღებია გამოსაყენებლად.

დარიშხანი. ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის გრაფიტული კიუვეტით (არგონი გაზი) GOCT P 51766 - 2001 მეთოდის გამოყენებით დადგენილი იქნა მოლუსკის ხორცის სინჯში დარიშხანის (As) შემცველობა - 0.2705 მგ/კგ, რაც არ აღწევს დაშვებულ ნორმასაც კი $X = 5,0$ მგ/კგ.

კადმიუმი. მიზნად დავისახეთ, ანადარას მოლუსკის ხორცის შემოწმება კადმიუმის შემცველობაზე. ლაბორატორიაში ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის MYK 4.1.986-00 გამოყენებით განხორციელდა ანადარას ხორცის შემოწმება კადმიუმის შემცველობაზე. სინჯში დაფიქსირდა კადმიუმის (Cd) 0,5779 მგ/კგ, რაც დაშვებულ ნორმებს $X = 1,0$ მგ/კგ არ აღწევს.

სპილენძი. ანაღარას ხორცი შემოწმებული იქნა ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრის MTK 4.1.991-00 გამოყენებით. სინჯში დაფიქსირდა სპილენძის (Cu) შემცველობა - 1,1685 მკ/კგ, რაც დაშვებულ ნორმებს $X = 10,0$ მკ/კგ-ს არ აღწევს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ამ პარამეტრის მიხედვით, მისი ხორცი მისაღებია გამოსაყენებლად.

ჰექსაქლორციკლოჰექსანი. რადგან ანაღარა წარმოადგენს ფილტრატორს - სედიმენტატორს და ხშირად, მისი მოპოვების და ბინადრობის ადგილს წარმოადგენს ზღვაში ჩამდინარე მდინარეების მიდამოები, დავინტერესდით მასში ჰექსაქლორციკლოჰექსანის შემცველობის დადგენით. რისთვისაც ლაბორატორიაში შესაბამისი მეთოდის (Thermo Fisher scientific method 63899) გამოყენებით შესწავლილი იქნა ჰექსაქლორციკლოჰექსანის (α , β და γ იზომერების) შემცველობა, რაც აღმოჩნდა $< 0,002$ მგ/კგ. აღნიშნული მაჩვენებელი $< 0,002$ მგ/კგ ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას წარმოადგენს. რამდენადაც ეს დოზა ადამიანისთვის საფრთხეს არ წარმოადგენს, შეგვიძლია დადასტურებით ვთქვათ, რომ ანაღარას ხორცი ამ მხრივ უსაფრთხოა.

დღტ და მისი მეტაბოლიტები. როგორც აღინიშნა, ანაღარა წარმოადგენს ფილტრატორს და ხშირად მისი მოპოვებისა და ბინადრობის ადგილს წარმოადგენს ზღვაში ჩამდინარე მდინარეების და არხების მიდამოები. ამდენად, კვლევა ჩავატარეთ ამ პარამეტრის მიხედვითაც. (Thermo Fisher scientific method 63899). ანაღარას ხორცის ანალიზით დადგინდა, რომ დღტ და მისი მეტაბოლიტები $< 0,007$ მგ/კგ. ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას წარმოადგენს მაჩვენებელი $< 0,002$ მგ/კგ. მიღებული შედეგი დასაშვებ სიდიდეზე ნაკლებია. ამდენად, შეიძლება დავადასტუროთ, რომ საკვლევი ობიექტი - ანაღარას ხორცი ადამიანისთვის საფრთხეს არ წარმოადგენს.

დასკვნები:

1. სხვადასხვა სიღრმისა და სეზონის მიხედვით ანადარას (*Anadara inaequivalvis*) რაოდენობრივი (ცალი/მ²) და ბიომასის (გ/მ²) მაჩვენებლები შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის აკვატორიაში (ბათუმი-ანაკლია), წინასწარ შერჩეულ სტაციონარულ უბნებში (გონიო, ბათუმი, ჩაქვი, მწვანე კონცხი, ქობულეთი, ფოთი, ანაკლია) ჩატარებული კვლევებით რამდენადმე განსხვავებული აღმოჩნდა.
2. დადგენილი იქნა, რომ ანადარა განსაკუთრებულ დამოკიდებულებას ავლენს ფსკერის გრუნტის მდგომარეობისადმი. იგი უპირატესობას ანიჭებს შლამიან, სილნარ და მაგარი გრუნტის ჰაბიტატს. იგი ქმნის სპეციალურ ეკოლოგიურ ბიოცენოზს, როგორცაა: ფსალმოფილური, პელოფილური ან ფსალმო-პელოფილური ზოოცენოზები.

3. დადგენილი იქნა, რომ საკვლევ რეგიონში (ბათუმი-ანაკლია) ზღვის ბენტალის სხვადასხვა სიღრმეში (5–50 მ), სხვადასხვა გრუნტის (შლამი, შლამ-სილნარი და ნიჟაროვანი გრუნტი) პირობებში მოლუსკი ანადარა, სხვა ჰიდრობიონტებისაგან განსხვავებით, ყველგან არის გავრცელებული, სადაც მას ხშირად დომინანტური მდგომარეობა უკავია. განსაკუთრებით ფართოდაა იგი წარმოდგენილი ანაკლიის მიდამოებში, რაც იმით უნდა აიხსნას, რომ ანაკლიის გრუნტის სტრუქტურა სხვა უბნებთან შედარებით მეტად თავისებურია. იგი მდგრადი სილნარ-ქვიშნარი და შლამიანი გრუნტით არის წარმოდგენილი, რაც საუკეთესო საცხოვრებელი გარემოა ანადარასთვის, სადაც იგი ნაწილობრივ ჩაფლულ მდგომარეობაში ბინადრობს.
4. შესწავლილი იქნა დინამიკა სიღრმისა და მარილიანობის მიხედვით. შეიძლება გამოვკვეთოთ ანადარას გავრცელების დონეები შელფისა და რეგიონის მიხედვით. არსებული კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, დავადგინეთ, რომ ანადარას გავრცელება შავ ზღვაში, პირველ რიგში, დამოკიდებულია წყლის მარილიანობაზე. კერძოდ, სადაც ნაკლებია მდინარეების გავლენა, იქ ანადარას მეტი ეგზემპლარი აღმოჩნდა.
5. ანადარას რაოდენობრივი შემადგენლობის კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ შედარებით მაღალი იყო მაჩვენებლები მწვანე კონცხის, გონიოს, ქობულეთის და ფოთის შელფის აკვატორიების ღრმა წყლებში. კერძოდ, მწვანე კონცხის აკვატორიაში 3-5 მეტრის სიღრმეზე აღირიცხა 100-600 ცალი/მ²; ქობულეთის აკვატორიაში 20-40 მეტრის სიღრმეზე - 31-401 ცალი/მ²; გონიოს რაიონში 7-8-40 მეტრის სიღრმეზე დაფიქსირდა 134-346 ცალი/მ²; ფოთის აკვატორიაში 40 მეტრის სიღრმეზე - 661 ცალი/მ². მიღებული შედეგები უნდა აიხსნას იმით, რომ ამ უბნებში ზღვის წყლის მარილიანობა შედარებით სტაბილურია და იგი შეადგენს 14-18 პრომილეს. შედარებით დაბალი მაჩვენებლები დაფიქსირდა ანაკლიის, ბათუმისა და ჩაქვის უბნებში. აღნიშნული შედეგი განპირობებული უნდა იყოს ზღვის წყლის მარილიანობის შემცირებით, რაც გამოწვეულია მდინარე ჭოროხის, ჩაქვისწყლის და ენგურის ჩამონადენი მტკნარი წყლის გავლენით.

6. დადგენილი იქნა, რომ ანადარა საკმაოდ მდგრადია წყლის ჟანგბადიანობის ცვალებადობის მიმართ. იგი, როგორც ფილტრატორი, მდგრადია წყლის ორგანული ნივთიერებებით დაჭუჭყიანების მიმართაც. ამდენად, ანადარა შეიძლება მიჩნეულ იქნეს გარკვეულ ინდიკატორად წყლის ხარისხის დადგენისათვის, ამასთან, ანადარა მონაწილეობს წყლის დაჭუჭყიანების ბუნებრივი თვითგაწმენდის პროცესში.
7. მიუხედავად განსხვავებული მდგომარეობისა ცალკეულ უბანში, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ანადარა შავი ზღვის სანაპირო ზოლის აკვატორიის ფარგლებში რამდენადმე სტაბილურობით ხასიათდება და მისი საკმაო ოდენობის მარაგი იძლევა მისი სამრეწველო კულტივირების შესაძლებლობას.
8. შავი ზღვის ანადარას კვებითი ღირებულების შეფასების მიზნით ჩატარებული ზომა-წონითი ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა ანადარას სხეულის სიგრძისა და მთლიანი (ნედლი) წონის, ხორცის წონის, ასევე, სხეულის ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობა. კერძოდ, გამოვლინდა, რომ დიდი ზომის ეგზემპლიარებში (49-75 მმ) ზომა/წონის თანაფარდობა იყო 83%, მცირე ზომის ეგზემპლიარებში (27,4-51,1 მმ) კი - 32,3%. რაც შეეხება სხეულის ნედლი წონისა და ხორცის წონის თანაფარდობას, გამოიკვეთა გარკვეული კანონზომიერება - ხორცის წონა დაახლოებით სამჯერ ნაკლებია სხეულის ზომაზე.
9. ანადარას ბიოლოგიური მდგომარეობის შესწავლის საფუძველზე დადგინდა, რომ იგი აქტიურად მონაწილეობს წყალსატევის ეკოსისტემაში ბენტოფაუნის საერთო ბიოცენოზის სტრუქტურის შექმნაში, სადაც ერთ-ერთ ბიოკომპონენტს წარმოადგენს. ამასთან, მნიშვნელოვანია მასის წილი ბენტოფაუნის რაოდენობრივი შემადგენლობის განსაზღვრაში. ზოგჯერ მას დომინანტური მდგომარეობა უკავია რაოდენობრივი შემადგენლობის მაღალი მაჩვენებლებით.
10. ბიოქიმიური კვლევის საფუძველზე განსაზღვრული იქნა ენერგეტიკული ნივთიერებების: ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების შემცველობა ანადარას კუნთოვან ნაწილში, რაც განსაზღვრავს ხორცის, როგორც ერთ-ერთი საკვები ობიექტის, ვარგისიანობას

ადამიანის კვებით რაციონში. ამ თვალსაზრისით, იგი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ცილის და ბუნებრივი ამინომჟავების დეფიციტის შევსებაში, რაც რამდენჯერმე მაღალია, ვიდრე ზღვის სხვა ჰიდრობიონტებში.

11. ანადარას ხორცში განსაზღვრული იქნა მნიშვნელოვანი მიკროელემენტების - რკინის, თუთიის, კალციუმის, ნატრიუმის და კალიუმის შემცველობა, რაც ბევრად უფრო მაღალი აღმოჩნდა ანადარაში, ვიდრე ზღვის თევზის ხორცში.
12. ანადარას სხეულში განსაზღვრული იქნა აგრეთვე ტოქსიკურ ნივთიერებათა - მძიმე მეტალების (ტყვია, კადმიუმი, დარიშხანი, სპილენძი, ჰექსაქლორციკლოჰექსანი, დდტ და მისი მეტაბოლიტები) შემცველობა. დადგინდა, რომ ანადარას სხეულში მათი რაოდენობა მეტად მცირეა, არ ჭარბობს სტანდარტით დაშვებულ ნორმებს და მისაღებია მისი გამოყენება საკვებად.
13. მოლუსკ ანადარას თვისობრივი და რაოდენობრივი წილი საერთო და კერძო ბიოცენოზებში საკმაოდ მნიშვნელოვანია, რაც განპირობებულია იმით, რომ იგი საკმაოდ მდგრადია დადებითი თუ უარყოფითი ბიოეკოლოგიური ფაქტორების მიმართ. მისთვის დადებითი საარსებო გარემოა შლამიანი, შლამიან-სილანარევი ჰაბიტატი. იგი საკმაოდ მდგრადია წყალში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის ცვალებადობის მიმართ. შეუძლია მოკლე ხნით არსებობა ჰიპოქსიის დროს. როგორც ფილტრატორი, ასევე, მდგრადია წყალსატევის ორგანული ნივთიერებებით დაჭუჭყიანების მიმართ, რითაც იგი იკვებება და სხვა ფილტრატორებთან ერთად მონაწილეობს წყალსატევის თვითგაწმენდის პროცესში. ამდენად, ანადარა გარკვეულ როლს ასრულებს წყალსატევის ბიოცენოზის სტრუქტურის შენარჩუნებაში და განაპირობებს მის ფართოდ გავრცელებას შავი ზღვის საქართველოს შელფის ზოლის აკვატორიაში.

რეკომენდაცია

შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის ორსაგდულიანი მოლუსკის - *Anadara inaequalis* ბიოეკოლოგიის შესწავლის შედეგები იძლევა მისი სამრეწველო კულტივირების საფუძველს. ანადარას ბიოქიმიური შემადგენლობის კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, იგი მნიშვნელოვან პროდუქტს წარმოადგენს ადამიანის საკვები რაციონის მრავალფეროვნების ზრდისათვის ცილის დეფიციტის შევსების მიზნით.

ანადარა რამდენადმე სტაბილურობით ხასიათდება შავი ზღვის საქართველოს სანაპირო ზოლის აკვატორიის ფარგლებში (მისი გავრცელების ცალკეულ უბანში განსხვავებული მდგომარეობის მიუხედავად) და მისი საკმაო ოდენობის მარაგი იძლევა სამრეწველო კულტივირების შესაძლებლობას, კერძოდ, იმას, რომ ვიფიქროთ აკვაკულტურაში მისი დანერგვის შესახებ.

LEPL "Batumi Shota Rustaveli State University"
Faculty of Natural Sciences and Health Care
Department of Biology



Andrei Tregubov

**Bioecology of bivalve Mollusks - *Anadara inaequalvis* (Bruguire, 1789) of
the Black Sea Coast of Georgia**

(Nominated for the degree of Doctor of Biology)

Specialty: **Hydrobiology**

A n n o t a t i o n

BATUMI - 2021

The dissertation was done at LEPL Batumi Shota Rustaveli State University, Department of Biology at the Faculty of Natural Sciences and Health Care

Scientific Supervisor

Revaz Zosidze - Doctor of Biological Sciences, Professor, Emeritus

Dissertation Experts:

The thesis will be defended on _____2021, __ O'clock, the session of the Disertation Board of the Faculty of natural science and healthy care, Batumi Shota Rustaveli State University

The dissertation thesis is available at the Library of the Batumi Shota Rustavei State University and the www.bsu.edu.ge

Academic Secretary of the Dissertation Board. Dr. of Biology, Associated professor:
Nana Zarnadze

General description of the paper

Actuality of the scientific topic. Marine organisms are of great importance in the process of self-purification of water from various contaminants. They take various elements from sea water and collect them in their body. Mollusks play a special role in the water self-cleaning system. bivalve mollusks are filters whose participation in the cleaning of reservoirs is related to their nutritional characteristics. Mollusks feed on water-weighted detritus and microplankton (unicellular water-plants, bacteriums, and very small animals) by means of a complex eyelash mechanism located near the gills and mouth. They filter the mineral balance from the water and large food particles. Mollusk-filters can be used in activities related to the protection of the aquatic environment from pollution.

Mollusks are bilaterally-symmetrical animals, their bodies are non-segmented. The shape of the shell is triangular-oval. The shell, which consists of two parts, is known as the valve. Mollusks tend to be less mobile, and some are more realistic. Mollusks, as a rule, tend to have a less movable habit, and some of them are characterized with an immovable character. The soft, skeleton deprived body of most of them is placed in the shell. Mollusks are dioecious, some are hermaphroditic. Reproduction is sexual. Most mollusks breed with eggs. Some species are viviparous. Most of them live in the ocean, sea, fresh-water, relatively few - on land. Some disintegrate wood structures at the sea, while some are intermediate hosts for some parasites of domestic, wild animals, and humans. Some species inhabit at the underwater part of the ship en masse and impede the ship's movement.

Invasive species of the Black Sea - *A. inaequalis* is a bivalve mollusk, which belongs to the dimyary (Lamelabranxiata). According to the literature, in the spring the larvae hatching from eggs remain in the plankton. By the end of September, by the end of the planktonic development period, they move to the bottom and become young mollusks. They have many enemies in the form of sea fish, birds and mammals. Extremely grazed by sea plaices, cod and sturgeon. The most dangerous enemy of this mollusk in recent years has become the mollusk rapana. Mollusk populations are severely damaged by polychaetes and drilling sponges.

The bivalve mollusk *A.inaequivalvis* is a new opportunistic, self-acclimatized filter for the Black Sea. It is widespread in the Black Sea coast of Georgia. The reason for its widespread use is considered by scientists to be the massiveness of the shells and their ability to seal them tightly, the ability to transfer hypoxia in the event of oxygen deficiency in seabed water, which other mollusks lack. At the present stage, it is very important to solve the ecological problems of the environment. In this regard, it is also important to preserve the biodiversity sustainability of reservoir ecosystems by avoiding the impact of negative, natural or anthropogenic factors. Every day, various organisms are studied to use it as an alternative source of food.

The actuality of the issue stems from the above. The bioecology of *A.inaequivalvis* - a hydrobiont inhabiting in the coastal benthal zone, is still unexplored, which has aroused our interest. We think that the study of the bioecology of this hydrobiont will form the basis for its industrial cultivation, And based on the results of research on its biochemical composition, it will take proper place in increasing the diversity of the human food ration, which is very important in filling the protein deficiency. Increasing demand for food proteins has taken humanity to the level of the world ocean. The importance of the seas, including the Black Sea, plays an important role in solving this task. Not only fish but also mollusks contain protein. Notable in this regard is *A. Inaequivalvis*, a bivalve mollusk living in the Black Sea coastal benthal, which plays an important role in the ecosystems' bioproduction and is also considered a biosedimenter and biofiltrator

Aim and objectives of the research. Therefore, the aim of the present dissertation was to study the quantitative composition (quantities and biomass dynamics) of *A. Inequivalvis* in the Black Sea coast of Georgia. Its ecology - the assessment of its role and place in ecosystems and biocenoses. Relevant **tasks** were defined:

- A) Seasonal dynamics of *A. inaequivalvis* quantity and biomass;
- B) Size-weight characteristics of *A. inaequivalvis*;
- C) Determining the biochemical composition of *Anadara (Anadara inaequivalvis)* meat and determining its nutritional value (proteins, fats, carbohydrates);
- D) Determination of the content of heavy metals (As, Zn, Pb, Cu, Cd).

As far as anadotes are biofilters, Our task was also to analyze insecticides (hexachlorocyclo-hexane α , β , γ isomers) and pesticides (DDT and its metabolites).

Object and methods of research. The object of research was *A. Innaequivalvis*, a bivalve mollusk living in the Black Sea coast of Georgia. For the purpose of the research, we used modern **methods** of **hydrobiological research**. In the Black Sea shelf zone of Georgia, research material was obtained at pre-planned stationary stations, In particular, in the areas of Anaklia, Poti, Kobuleti, Chakvi, Mtsvane Kontskhi, Batumi and Gonio. The survey was conducted in 2016-2018.

Material and technical base. The material was processed in the laboratory of the Department of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Biodiversity of the LEPL National Environment Agency. Biochemical analysis was performed in the laboratory of Shota Rustaveli State University. Some important microelements in *Anadara* meat were identified at the Agricultural Laboratory Research Center of the Autonomous Republic of Adjara

Scientific novelty of the paper. The bioecological characteristics of *A. Innaequivalvis* bivalve mollusk living in the Black Sea coast of Georgia were first studied; Its quantitative composition (seasonal dynamics of quantity and biomass) in the Black Sea coast of Georgia has been determined; Its place and role in the ecosystem were assessed; Size-weight characteristics of *A. inaequivalvis* and biochemical composition of meat were studied; And its nutritional value (protein, fat, carbohydrate content) was determined; Heavy metals (As, Zn, Pb, Cu, Cd) were also identified; Analysis was performed on insecticides (hexachlorocyclohexane α , β , γ isomers) and pesticides (DDT and its metabolites).

Theoretical and practical significance of the paper. *A. Innaequivalvis*, bivalve mollusk living in the Black Sea coastal Benthall, plays an important role in the ecosystems' bioproduction and in addition, is considered a biosedimenter and biofiltrator. Based on the above, the theoretical significance of the paper is obvious, The practical value is that the study of the bioecology of *Anadara* will lay the groundwork for its industrial cultivation, and based on the results of a study

of its biochemical composition, it will take its proper place in increasing the diversity of the human food ration, which is very important in filling the protein deficiency.

Approval of the research results and publication. The results of the research were dedicated to scientific articles and were presented at an international conference:

1. Vadachkoria P., Tregubov A., Makharadze G., Mikashavidze E. & Varshanidze M., **Distribution and Quantitative Characteristics of Four Invasive Alien Species off the Black Sea Coast of Georgia**; Acta Zool. Bulg. 72 (4), December 2020: 539-544
2. Tregubov A., Vadachkoria P., Mikeladze R., **Determination of Size-weight percentage of Invasive Bivalve Mollusk *Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789) in the Black Sea**, Tregubov et. al., /IJES/ 10(1) 2021 15-18
3. Tregubov A., Kamadadze E., and Kalandia A. **Biochemical Analysis of the meat of Invasive Bivalve Mollusk *Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789)** Tregubov et. al., /IJLS/ 10(1) 2021 28-30

Also, the paper was approved at the meeting of the Department of Biology at the Faculty of Natural Sciences and Health Care of BSU.

Structure of the dissertation. The dissertation consists of 123 printed pages and consists of an introduction, a literature review and an experimental section, which includes characterization of research materials and methods and analysis of research results. The conclusions are presented in 13 points and with a recommendation. The literature list is presented with 114 sources. The text includes 31 tables, 29 diagrams, 41 photographs.

The content of the dissertation

Literature review

The paper analyzes 115 literary sources, which review the state of knowledge on the topic of the dissertation, the main results and concepts related to the research problem.

Experimental part

Object and methodology of the research

The object of the study was *A. Innaequivalvis*, a bivalve mollusk living in the Black Sea coast of Georgia.

The invasive species of the Black Sea *A.inaequivalvis* is a bivalve dimyary mollusk (Lamelabranxiata). The larvae that hatch in the spring remain in the plankton. By the end of September, at the end of the planktonic development period, they run to the bottom and transform into young mollusks. They have many enemies in the form of sea fish, birds and mammals. Its population is harmed by sea plaice, cod and sturgeon. The most dangerous enemy of this mollusk in recent years has become the mollusk - *Rapana*. Mollusk populations are severely damaged by lobworm and drilling sponges.

The bivalve mollusk *A.inaequivalvis* is a new opportunistic, self-acclimatized filter for the Black Sea. It is widespread in the Black Sea coast of Georgia. The reason for its widespread use is considered by scientists to be the massiveness of the shells and their ability to seal them tightly, the ability to transfer hypoxia in the event of oxygen deficiency in seabed water, which other mollusks lack. No less important is its nutritional value due to its content of various useful substances, including proteins.

We used modern methods of hydrobiological research for the research (Todorova, V. and Konsulova, Ts. 2005; Жадин В.И.1960). In the Black Sea shelf zone of Georgia, research material was obtained at pre-planned stationary stations, In particular, in the areas of Anaklia, Poti, Kobuleti, Chakvi, Mtsvane Kontskhi, Batumi and Gonio. The survey was conducted in 2016-2018.

The material was processed in the laboratory of the Department of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Biodiversity of the LEPL National Environment Agency. Biochemical analysis was performed in the laboratory of Shota Rustaveli State University. Some important microelements in *Anadara* meat were identified at the Agricultural Laboratory Research Center of the Autonomous Republic of Adjara

During the analysis of the bio-ecological research, the following stationary stations were selected, namely the Georgian shelf waters of Anaklia, Batumi, Supsa and Poti Black Sea.

The laboratory samples were processed as follows: Samples taken from the vessel were stored and washed again with running water in a bag made of gaseous cloth until the odor of formalin disappeared. The remaining mass was placed on a petri dish that was labeled accordingly. With the help of loupe, using Bogorov cells, organisms were collected from small portions and grouped in a typical way. A further study of benthic fauna species was carried out. Microscopic analysis and observations were additionally used at this time (Определитель фауны Черного и Азовского морей, I, II, IIIт), After which the number of individuals of the species was counted and their biomass was determined with an electronic scale of 0.001 accuracy. We calculated the quantities and biomass in the sample per 1m² area. To do this, the number fixed in the sample and the biomass were multiplied by the coefficient related to the seabed area. Based on the generalization of the obtained data, tables and graphs reflecting the species composition of the benthic fauna (general list and table of diversity), as well as the species-quantity (individual / m²) and their biomass (g/m²) were compiled. The size and weight of the animal were determined by appropriate methods (В.И. Жадин – М.:1960; В.Н. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015.), using an electronic scale (total mass) with an analytical accuracy of 0.001 g. For all further calculations we used the mean length and weight. We grouped mollusks according to size classes. The following components were identified: a) total weight; B) the weight of the shell; C) Raw and dry weight of meat. We placed the raw and dry meat material in a drying cupboard at 500^oC. We dried it to a constant weight and processed the obtained data statistically.

In the biochemical study of *A. inaequalvis* we used the kjeldahl method.

The study material was collected at seven stations on the Georgian shelf, namely: Anaklia, Batumi, Gonio, Poti, Chakvi, Kobuleti and Mtsvane Kontskhi. A bottom dredger was used to take zoobenthos samples. We were diving under the visually favorable transparency of the water. We processed the collected material, weighed it and determined the number dynamics (В.И. Жадин – М.: 1960; В.Н. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015.). Relevant graphs of the latest information were drawn up.

1. The number of copies was determined per square meter from samples taken from different stations. The average value of the number was calculated by the formula: $X = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n}$, Where X is the arithmetic mean, X¹, X² and etc. - the meaning of quantities, n - number of benchmark.
2. The water content was determined by drying the sample at a temperature of plus 50-60°C (arbitration method). This method is used to determine the content of fish, marine mammals, invertebrates, algae, as well as the water produced in them ГООТ 7636-85 (<https://docs.cntd.ru/document/1200022224?marker=7D20K3>).
3. Embersing was made by dry method - + 550-600°C in a muffle oven. The percentage of ash was determined by weight method.
4. Fat was determined by the soxlet method, we used chloroform as a solvent, The duration of extraction was 24 hours. The amount of fat was determined by the weight method (J. Chem. Educ. 2007. Vol. 84, no. 12. P. 1913 - 1914).
5. Protein was determined by the kjeldahl method. Quantity was determined by the titration method (Ю. А. Золотова. 2004. Т. 2. 503 с.).
6. Determine the total sugar content of carbohydrates by the caliper-cyanide method, which determines free carbohydrates in meat.
7. Lead was determined by electrometric atomic absorption spectrometry, using appropriate methodology (МУК 4.1.986-00) Pb 0,10 Mg/kg ±0,03 Mg/kg "Z.D.N." Not more than 0.3 mg/kg.
8. Arsenic was determined by the graphical cuvette of an atomic absorption spectrometry (argon-gas) by using ГООТ P 51766 - 2001 method As 0.2705 ∅ Mg/kg "Z.D.N." X = 5,0 mg/kg.
9. Cadmium was determined by an atomic absorption spectrometry using МЧК 4.1.986-00 method Cd 0,5779 Mg/kg "Z.D.N." X = 1,0 mg/kg.
10. Copper content was studied in the laboratory by atomic absorption spectrometry МЧК 4.1.991-00, Cu 1,1685 ∅ Mg/kg "Z.D.N." X = 10,0 mg/kg.

11. Hexachlorocyclohexane - according to the Thermo Fisher scientific method 63899 methodology $< 0,002 \text{ Mg/kg}$ "Z.D.N." $< 0,002 \text{ mg/kg}$.
12. DDT and its metabolites - Thermo Fisher scientific method 63899 - $< 0,007 \text{ mg/kg}$, Where the value $< 0.002 \text{ mg / kg}$ is the maximum allowable concentration and $<$ rate means less than allowed.

Analysis of research results

Quantitative composition and biomass research results of Anadara in the waterfront of the Black Sea coast of Georgia (Batumi-Anaklia)

It is well known that it is important to determine the quantity and biomass of a reservoir per square meter in order to estimate the reserve of industrial hydrobionts in reservoirs.

In the process of our research, one of the goals was to determine the quantity and biomass of the mollusk - Anadara, which is widespread in the Georgian coastline of the Black Sea (Batumi-Anaklia).

Appropriate materials were collected in pre-selected stationary areas: Gonio, Batumi, Chakvi, Mtsvane Kontskhi, Kobuleti, Poti, Anaklia sea coasts according to different depths and seasons.

The results of the research are presented in detail in the relevant tables and graphs according to the individual districts (Table 1-8), where it is clear that the rates of Anadara (pieces / m^2) and biomass (g / m^2) are somewhat different according to the individual district and the corresponding depths. The difference is also noted at different times - 2016, 2017, 2018 - according to the materials obtained and the season.

For example, in the samples taken in May 2016 in Anaklia district (Table 1), the number of Anadara at a depth of 20-30 meters was observed 15 pieces / m^2 ; Biomass amounted to - 1.85 g/ m^2 ; At a depth of 30-40 meters was observed 15-22-104 pieces/ m^2 ; Biomass amounted to 8.1-17.4-137 pieces/ m^2 ; At a depth of 40-50 meters was observed 7-59 pieces/ m^2 , Biomass amounted to 0.7-16,5 g/ m^2 . In the materials of February 2017, 11 pieces/ m^2 were observed at a depth of 10 meters, Biomass was 2,5 g/ m^2 ; In April, at a depth of 7 meters, 31 pieces/ m^2 were recorded, biomass was

1.95 g/m²; In May 2018, at a depth of 20 meters, 24-39 pieces/m² were recorded, biomass amounted to 3.25-38.7 g/m².

Based on the *Vanveen* model of the bottom dredger used, the dredge area is **0,135** cm² and therefore **K=7,4**. The calculation coefficient is also shown in Table (1) and Figure (1), respectively. Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaquelvalvis* in Anaklia district at different seasons and depths.

Table 1

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaquelvalvis* in Anaklia district

test N	May, 2016				
	Depth, m	copy, piece	g	copy / m ²	g/m ²
I	20-30	2	0.025	15	1.85
II		2	0.03	15	0.22
I	30-40	14	18.5	104	137
II		2	1.1	15	8.1
III		3	2.3	22	17.4
I	40-50	1	0.005	7	0.37
	Depth, m	copy, piece	g	copy / m ²	g/m ²
I	20-30	2	0.025	15	1.85
II		2	0.03	15	0.22
I	30-40	14	18.5	104	137
II		2	1.1	15	8.1
III		3	2.3	22	17.4
I	40-50	1	0.005	7	0.37
II		8	2.2	59	16.5
III		6	0.5	44	3.61
IV		6	0.3	44	2.14
	February, 2017				
I	10	1	0.2	11	2.5
	April, 2017				
I	7	2	0.12	31	1.95
	May, 2018				
I	20	5	0.41	24	3.25
II	20	5	4.9	39	38.7

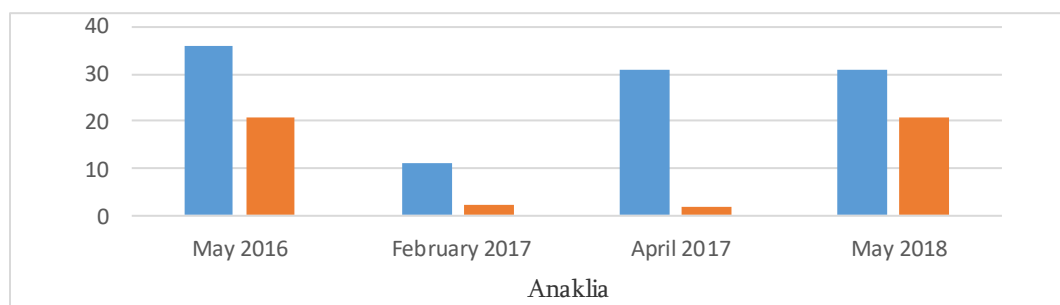


Figure 1. Ratio of *A. inaequalvalvis*'s quantity (pieces / m²) and biomass (g / m²) at different seasons and depths in Anaklia district

Relatively high rates were observed in Mtsvane Konstskhi district (Table 2). The quantitative rate is especially high in the materials of October 2017 for a depth of 3-5 meters, where the density of *Anadara* settlement was 100-600 pieces/m², and biomass - 0.04-84 g/m². The situation was similar in the materials of June and September 2018 at a depth of 2-3 meters, namely, the settlement of *Anadara* was 104-346 pieces/m², and biomass - 0.24-34 g/m².

Table 2

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvalvis* in Mtsvane Kontskhi district at different seasons and depths

test N	June, 2016				
	Depth, m	Ind., piece	g	Ind. / m ²	g/m ²
I	5	1	0.02	11	2.5
October 2017					
I	5	3	0.0001	120	0.04
II	3	1	0.145	100	14.5
III	5	6	0.841	600	84
IV	5	4	0.001	120	0.04
June 2018					
I	2-3	10	0.99	34.6	34
II	2-3	3	0.4	104	13.6
September 2018					
I	2-3	3	0.007	104	0.24

Figure 2 shows quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Mtsvane Kontskhi district at different seasons and depths

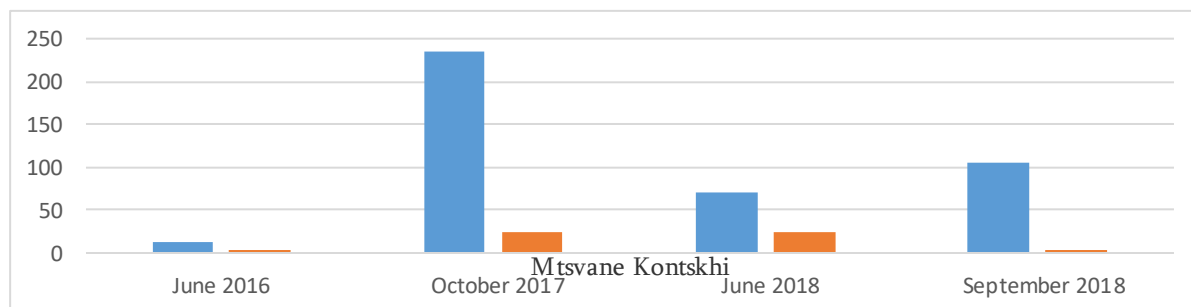


Figure 2. Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Mtsvane Kontskhi district at different seasons and depths

Mean numerical values were observed in the Chakvi district at different depths (Table 3). At a depth of 10 meters, 24 pieces/m² were observed, and the biomass was 3.25 g/m²; At a depth of 20 meters, 31 pieces/m² were recorded, biomass was 7.3 g/m²; At a depth of 40 meters, 8-31 pieces/m² were recorded, biomass was 1.9-7.7 g/m², At a depth of 55 meters, 16-39 pieces/m² were recorded, biomass was 25.7 - 56.5 g/m².

Table 3

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Chakvi district at different seasons and depths

Depth, m	May, 2018			
	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
10	3	0.41	24	3.25
20	4	0.9	31	7.3
40	1	0.23	8	1.9
40	4	0.97	31	7.7
55	5	7.17	39	56.5
55	2	3.3	16	25.7

Tables 4, 6, 7 and 8 show quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvalvis* in Kobuleti, Gonio, Batumi and Supsa districts at different seasons and depths.

Table 4

A. Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvalvis* in kobuleti district

April, 2016				
Depth, m	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
20	3	0.25	3	2.5
May, 2018				<i>k=7,87</i>
10	1	34.9	8	274.5
20	4	0.09	40	0.5
40	51	0.3	401	2.3
40	34	0.1	268	1

Table 5

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvalvis* in Gonio district

April, 2016				
Depth, m	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
20	7	0.49	55	3.9
October, 2017				
20	1	0.148	10	1.48
May, 2018				
10	8	1.34	63	10.5
40	17	15.8	134	124.2
40	19	0.29	150	2.26
60	1	1.5	8	11.9
September, 2018				
7-8	10	0.1	346	66.6

Table 6

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvalvis* in Batumi district

February 2016				
Depth, m	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
20	2	0.004	20	0.04
April, 2016				<i>k=20</i>
6-7	1	0.013	20	0.25
May, 2018				<i>k=7.87</i>
10	3	2.32	24	18.3
44	1	2.48	8	19.5
20	1	1.9	8	15
10	4	3.1	31	24.5

Table 7

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Supsa district

April, 2016				
Depth, m	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
	3	0.207	24	1.6
	2	0.0001	200	0.01

Table 8

Quantity (ind./m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Poti district

February, 2016				
Depth, m	Ind., piece	g	piece/ m ²	g/m ²
20	1	1.5	10	14.9
May, 2018				
40	1	0.02	8	0.16
40	84	0.3	661	2.17
60	7	0.15	55	1.19

Figure 3 shows Quantity (ind./m²) of *A. inaquelvalvis* in different areas and depths of the Georgian shelf.

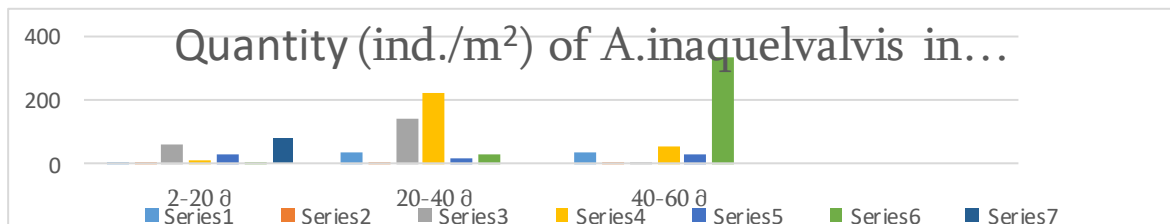


Figure 3. Quantity (ind./m²) of *A. inaquelvalvis* in different areas and depths of the Georgian shelf.



Figure 4. biomass (g/m²) of *A. inaquelvalvis* in Poti district in different areas and depths of the Georgian shelf.

Based on the analysis of the results of the presented study, it should be noted that in comparison with the quantitative composition of mollusk *Anadara*, high rates were observed in the deep waters of Mtsvane Kontskhi, Gonio, Kobuleti and Poti shelf (Tables 2, 4, 5, 8). In particular, 100-600 pieces/m² were recorded at a depth of 3-5 meters in the Mtsvane Kontskhi water area; In Kobuleti water area at a depth of 20-40 meters - 31-401 pieces/m²; 134-346 pieces/m² were observed at a depth of 7-8-40 meters in Gonio district; In Poti water area at a depth of 40 meters - 661 pieces/m².

The results obtained should be explained by the fact that the salinity of sea water in these areas is relatively stable and it is 14-18 per mille.

Dynamics were observed according to depth and salinity. We can outline *Anadara* distribution levels by shelf and region. Based on the results of the existing study, we found that the distribution of *Anadara* in the Black Sea depends primarily on the salinity of the water. In particular, where there is less influence of the rivers, there were more specimens of *Anadara*. Relatively low rates were observed in Anaklia, Batumi and Chakvi districts (Tables 1, 3, 6). This result should be due to the reduction of seawater salinity, which is caused by the influence of freshwater from the Chorokhi, Chakvistskali and Enguri rivers.

It is known that the mollusk *Anadara* is highly sensitive to the variability of salinity in seawater and is quite resistant to the variability of the oxygen content in the water. *Anadara*, as a filtrate, is also resistant to contamination of water by organic matter. Thus, it can be considered as a certain indicator for determining water quality, It should also be noted that it is, to some extent, involved in the natural self-cleaning process of water pollution.

Thus, based on the given quantitative composition of *Anadara*, despite the different situation in a particular district, we can conclude that *Anadara* is characterized by some stability within the Black Sea coastal area and its sufficient stock provides an opportunity to think about the introduction of its production-aquaculture.

Biometric Analysis of *Anadara*

Today, humanity is studying different organisms every day to use it as an alternative source of food. The biochemistry of this hydrobiont inhabiting *Anadara* (*A. Inaquevalvis*) on the Georgian coastline is still unexplored, which has evoked our interest. Based on the above, we aimed biometric analysis of *Anadara*'s body to determine its weight value. We think that in this regard, it will provide us with useful information and in the growth of human food base diversity, *Anadara* will establish its place in the food ration in Georgia as a delicacy.

A massive amount of material was collected on the Batumi beach in November 2018 during a 4-5 magnitude sea turbulence. At this time, about 10 kilograms of material of different sizes were isolated and collected, which enabled us to conduct significant research.

The size and weight of the animal were determined by appropriate methods (В.И. Жадин – М.: 1960) Using an electronic scale (total mass) with an analytical accuracy of 0.001 g. For all further calculations we used the mean length and weight. We grouped mollusks according to size classes. The following components were identified: a) total weight; B) The weight of the shell.

The figures and tables below discuss the relationship of raw weight (mollusk weight with shell) to body length. In particular, the percentage ratio between them was determined. (В.Н. Полупанов, М.Н. Мисарь, 2015; Todorova, V. and Konsulova, Ts. 2005.) According to the relevant methods, we took 10 specimen of approximately the same size, with an average length of 52-75 mm. Which averaged 48.4 mm per specimen. We measured the length of each copy using a caliper and weighed it on an electronic scale (weighing up to 500 grams).

Also, the relationship of meat weight (mollusk without shell) to the length of the shell was studied. The flesh of each specimen was removed from the sink and weighed separately, on the basis of which a dependency table and figure were compiled showing the size-weight dependence of *Anadara* (*Anadara inaequivalvis*) (Table 9; Figure 5.6).

Table 9

The relationship of *A. inaequivalvis* body length to raw body weight and meat weight

Length, mm	Raw weight, g	Meat weight, g
54	43.6	18.2
59	45.2	15.6
53	41.2	17
52	43	16
58	51.1	22.9
49	32.6	13
51	27.4	8.5
75	35.7	13.5
75	40	16.4
55	44.6	15.3

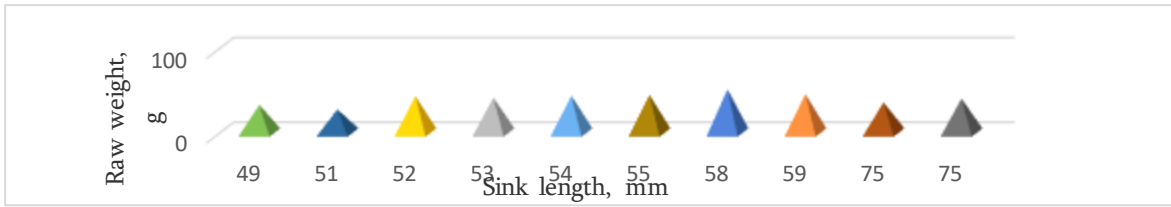


Figure 5. Ratio of crude weight to shell length of *A. inaquevalvis*

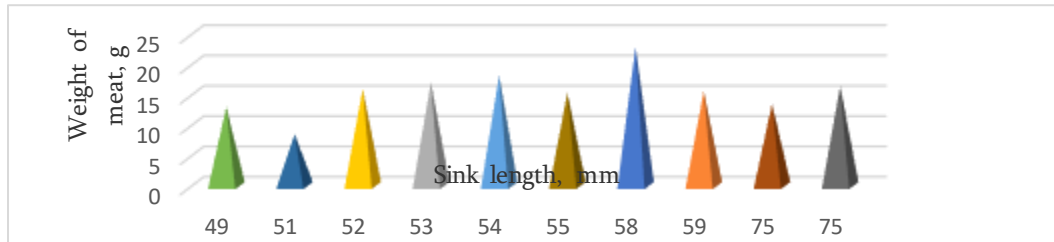


Figure 6. The ratio of the weight of the meat to the length of the shell of *A. inaquevalvis*

There was a certain peculiarity, namely that the weight of the meat is about three times less than the size of the body (Table 1; Figure 5,6). For example, the total (Raw, whole) weight of a 54 mm individual's shell was 43.6 g and the weight of a meat (muscular without shell) was 18.2 g.

Another important parameter was studied on the samples at our disposal - the relationship between raw weight and meat weight (Table 9, Figure 7).

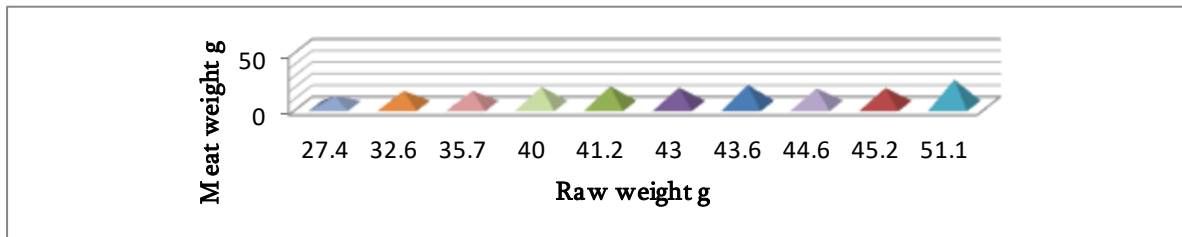


Figure 7. Ratio of raw body weight to meat weight of *A. inaquevalvis*

As the analysis of the obtained results shows, on average, 40.14 g of raw mollusk weighs 15.6 g of meat weight, the rest is the shell. Analysis of the samples taken shows that the weight of fresh meat averaged 39% of the total body mass, which is a very significant value for this adult size category.

In order to confirm the results of our research, we studied the same parameters in another category – in small specimens. In this case, the average size of the mollusks was 35.3 mm, the body weight of the shell was 11.64 g, and the weight of the meat was 4.62 g. Analysis of this size-weight relationship revealed that the specimens studied were characterized by a smaller size and a relatively thinner shell. The result was different. If the size / weight ratio on the example of large size was 5/4, in this case the figure was 3/1, ie in the first case it was 83%, and in the second - 32.3% (Table 10; Figure 8.9).

Table 10.

Relation of body length of *A. inaequalvalvis* to raw (gross) weight and meat weight (in small specimens)

Length, mm	Raw weight, g	Meat weight, g
32	11.3	5,1
34	10.6	4.4
35	12.8	6
35	8.7	2.5
36	11.7	5.4
36	12.3	4.6
36	9.1	2.7
36	14	4.9
36.5	11.4	5,1
36.5	14.5	4.4

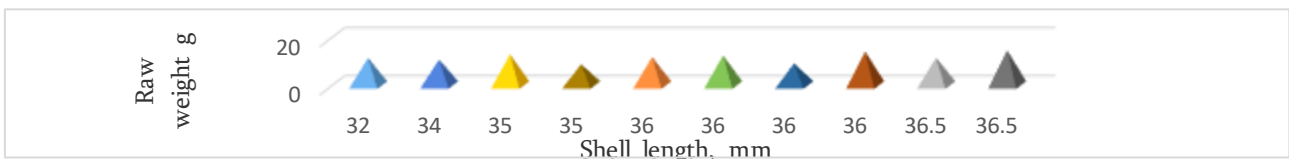


Figure 8. Ratio of body length of *A. inaequalvalvis* to raw weight (in small specimens)

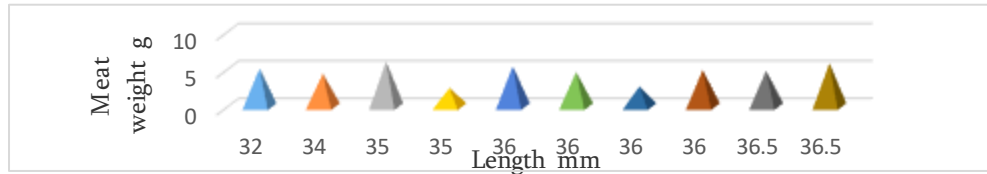


Figure 9. Ratio of body length of *A. inaequalvis* to meat weight (in small specimens)

Some peculiarities were revealed. In particular, in this case the weight of the meat depends on the size. If 54 mm specimens weigh about 18 grams of meat, the weight of 30-35 mm is only 5 grams.

The ratio of raw weight to meat weight of *A. inaequalvis* was also analyzed in small samples, as shown in the table and figure (Table 12; Figure 10). The analysis of the obtained results reveals that 11.6 g of average raw weight of mollusk comes from 4.6 g of meat weight, which means that 39% of the raw weight falls on the mass of meat.

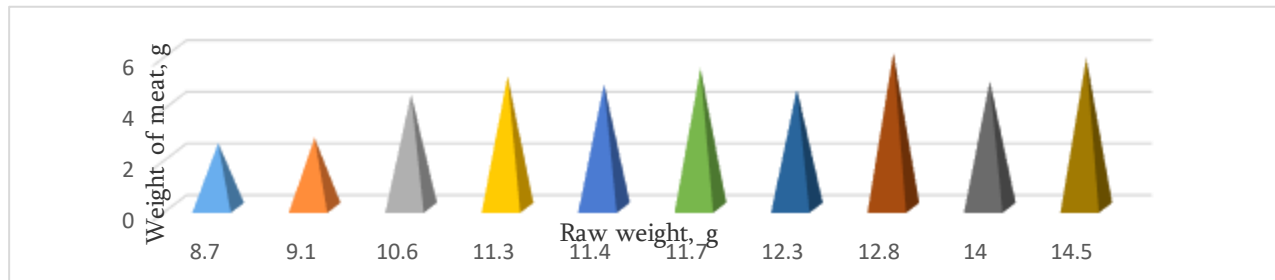


Figure 10. The ratio of raw weight to meat weight of *A. inaequalvis* in small specimens

An analysis of the results of a size-weight study to assess the nutritional value of *Anadara* in the Black Sea revealed the ratio of body length to total (raw) weight, meat weight, as well as raw body weight and meat weight of *Anadara inaequalvis*. Based on the information obtained from the study, a useful percentage coefficient was determined from the total mass of the caught sample. It was found that on average 39% of body weight comes from meat, which is quite a high figure.

Results from Bioecological Research of Anadara

Part of the Georgian shelf of the Black Sea is inhabited by quite rich and diverse benthic organisms, the constituent species of which have different dependencies on the ecological conditions of the environment. Particularly important in this regard are their attitudes towards a particular habitat, the different soil structure of the seabed, and they form several different ecological groupings; Whose constituent species of hydrobionts are biologically interconnected and form a single whole, the biocenosis of the so-called reservoir benthic or benthofauna. Species of all ecological groups of water reservoirs are more or less involved in the formation of the structure of biocenoses and play a role in the ongoing bioprocesses in it.

One of the biocomponents of this biocenosis is the bivalve mollusk *Anadara*. That is why we aimed to find out what place it occupies and what role it plays in creating the structure of these biocenoses. It turned out that the mollusk *Anadara* is quite widespread in the Black Sea shelf area of Georgia (Table 11). Based on the generalization of the obtained material, tables of benthic fauna species composition (general list of diversity) as well as the number of species (pieces/m²) and their biomass (g/m²) were compiled. According to the materials obtained by us, in the study areas: Batumi, Supsa, Poti and Anaklia, at different depths of the shelf (5-50 m), mollusk *Anadara*, unlike other hydrobionts, is widespread. It is often in a dominant position with members of his group. *Anadara* is especially widespread along with other hydrobionts in the Anaklia area at different depths (10–50 m) of the sea benthic (Table 12). Its wide distribution in this area should be explained by the fact that the soil structure of Anaklia is very peculiar compared to other areas. It is represented by sustainable silt-sand and silty soils, making it the best habitat for *Anadara*, where it inhabits a partially submerged condition. Depending on the soil (habitat), they form specific ecological groups together with other hydrobionts – psammophile or pelophile zoocenosis. Thus occupying a special place in the formation of the Benthic biocenosis structure. Also noteworthy is the fact that *Anadara*, as a filter and sedimenter, feeds on biogenic substances that are abundant in the composition of things brought down by rivers and together with other filtrators participate in the process of biological self-purification of contaminated water in the

reservoir. Thus, *Anadara* also plays a role in maintaining the state of the reservoir biocenosis structure in this regard.

In order to determine the role and portion of *Anadara* in the creation of the common bioproduct of this biocenosis, a number of studies were carried out in different areas of the shelf, at appropriate depths, as well as at different ground conditions. Their quantitative composition was determined together with different hydrobionts - settlement, density (pieces/m²) and biomass (gr/m²). The results are presented in the relevant tables, which clearly show the share of *Anadara* with other hydrobionts in case of common and separate biocenosis. It turned out that their share is quite visible. In the case of a number of cenoses it occupies a leading-dominant position with a high quantity of biomass. Thus, *Anadara* plays an important role in marine biocenosis and plays an essential role in creating a common bioproduct. It also participates in the process of natural self-purification of water in polluted reservoirs. In addition, *Anadara* provides food for various animals. In addition to the above, due to its rich content of nutrients, *Anadara* can also be used for human food.

To illustrate the general assessment of the bio-ecological status of the mollusk-*Anadara* in the Georgian Black Sea shelf area, consider the results of the study, which are shown in the tables, which present quantitative values of hydrobionts at different depths and ground conditions.

Table 11

Species composition of benthofauna in study areas

species	Research districts			
	Batumi 10-20m	Supsa 17-22m	Poti 5-16m	Anaklia 10-50m
NEMERTINI				
1. Cephalothrix sp	0	0	0	+
ANNELIDAE				
Polyhaeta				
1. Aricidae cerrutii Laubier, 1965	0	0	0	+
2. Anicistrosyllis tentaculata Treadwell, 1941	+	+	0	+
3. Amphitritegracilis (Grube 1860)	0	0	0	+

4. Exzogene gemmifera Pegenstecheri, 1884	0	+	0	+
7. Harmothoe reticulata Claparede, 1870	0	0	+	0
8. Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	+	+	0	+
9. Micronephtys staumeri Augener, 1932	0	+	0	+
10. Mysitides limbata (Saint-losiph, 1888)	0	0	0	+
11. Mellenna parmata Grube, 1869	+	0	0	+
12. Magelona pailicornis O. F.Muller, 1858	0	0	0	+
13. Magelona minuta Eliason, 1962	0	0	0	+
14. Nereis zonata Malmgren, 1867	0	0	0	+
15. Nereis succinea Leuckart, 1847	0	0	0	+
16. Notomastus lineatus Claparede, 1863	0	0	0	+
17. Nephtys cirrosa Ehlers, 1868	+	0	+	+
18. Nephtys hombergii Audouin et M.-Edwards, 1834	+	+	+	+
23. Paraonis gracilis Tauber, 1909	0	0	0	+
24. Paranois fuigens Lebinsen, 1883	0	0	+	+
25. Polydora ciliata Johnston, 1838	+	0	0	+
26. Prionospio cirrifera Wiren, 1883	+	0	0	+
27. Olygoeta sp.	0	0	0	+

TENTACULATA

Bryozoa				
1. Membranipora denticulata Busk, 1884	0	0	0	+
Phoronidae				
1. Phoronis euxinicola S-long, 1907	+	0	0	+

ARTHROPODA

Crustacea				
1. Ampelisca diadema A. Costa, 1853	0	0	0	+
2. Athanas nitescens Leach, 1814	0	0	0	+
3. Balanus improvisus Darwin, 1854	0	+	+	+
4. Brachinotus sexdentatus Risso, 1827	+	0	0	0
5. Callianassa pestai De-Mann	0	+	0	0
6. Callianassa truncata Giard et Bonnier	0	+	0	0
7. Cumella pugmae euxinica Bacescdu, 1950	0	0	+	+

8. Clibanarius erythropus Latzeilla, 1818	0	0	0	+
9. Diogenes pugilator Roux, 1828	+	0	+	+
10. Gammaridae sp.	0	0	0	+
11. Upogebia pusilla Petagna, 1792	0	0	0	+

MOLLUSCA

Gastropoda				
1. Cylichina variabilis Milachevitch, 1909	0	0	0	+
2. Cylichina strigella Loven, 1846	+	0	+	+
3. Cylichina robogliana Fischer, 1867	0	0	0	+
4. Citharella costata Pennant, 1767	0	0	0	+
5. Ciclope donovani Risso, 1826	+	+	+	+
6. Odostomia pallida Montagu	0	0	0	+
7. Parthenina intarstincta Montagu, 1803	+	0	0	+
8. Proneritula westerlundi Brusina, 1900	0	0	0	+
9. Retusa truncatella Locard, 1892	+	0	+	+
10. Tritia reticulata Linne, 1758	0	0	0	+
Lamellibranchiata, S.Bivalvia				
1. Arca tetragona Poli, 1795	+	0	+	+
2. Cerastodermaglaucum Poiret, 1789	0	0	0	+
3. Anadara inaequivalvis	+	+	+	+
4. Chamelea gallina Linne, 1758	+	+	+	+
5. Lentidium mediterraneum Costa, 1829	+	+	+	+
6. Lucinella divaricata Linne, 1758	+	+	0	+
7. Mactra corallina Linne, 1758	0	0	0	+
8. Metilaster lineatus Gmelin, 1790	0	0	0	+
9. Metilus galloprovincialis Lamark, 1819	0	0	0	+
10. Pitar rudis Poli, 1791	+	+	+	+
11. Spisula triangula Reniari, 1804	+	+	+	+
12. Thracia papyracea Poli, 1791	+	0	0	0

Table 11 provides a general list of benthofauna species compositions, which are presented in considerable diversity. A total of 58 species were registered. Among them are 23 species of palolo Polychaetes worms (Polichaeta), as well as mollusks (Molusca - 22 species, followed by

crustaceans (Crustacea) - 11 species. As can be seen from the table, the mentioned species of hydrobionts are more or less common in the areas of Batumi, Supsa and Poti. In the case of Anaklia (at a depth of 10-50 m) almost all species of Benthos are registered. As for Mollusk *Anadara*, it is spread everywhere - in all the indicated depths of Batumi, Supsa, Poti and Anaklia districts.

5 samples were taken from different depths at Anaklia research station; From a substrate of silt, silty sand and shell-containing. After processing of the material, the quantity and biomass of the sample macrozoobenthos were (Table 12) 16255 individual/m² and 2911,127 g/m².

Table 12

**Quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Anaklia district
Year: 2016-17-18**

Depth	substrate	Macrobenthos		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²
14 m	silty sand	220	63,115	120	60,345	10	0,005
17 m	silt	3120	1143,55	2590	1089,71	180	261.0
18 m	silt	200	3,735	50	1.618	20	0,681
19 m	shell-containing	7320	828,985	7150	812,85	170	297,5
20 m	silty sand	5395	871,742	5065	840,36	40	386,3
	total	16255	2911,127	14975	2804.883	420	945.486

At a depth of 14 m the silty sand substrate, quantity and biomass were 220 pcs/m² and 63,115 g/m². Of these, pcs/m² and 60,345 g/m² fall on two-headed mollusks (55% and 96%). The number of *Anadara* and biomass in the settlement of the mentioned substrate was 10 pcs/m² and 0.005 g/m², which was 8% of the bivalve individuals and 24% of the biomass.

At a depth of 17 m, a silty substrate was observed, the number of macrofauna and biomass amounting to 3120 pcs/m² and 1143.55 g/m², of which 2590 pcs/m² and 1089.71 g/m² fall on

bivalve mollusks (83% and 95.3%). Among the bivalve mollusks, *Anadara* owns almost 7% of individuals and 23% of biomass.

In the sample taken from a depth of 18 m, where the substrate silt was fixed, the number of biocenosis macrozoobenthos and biomass were 200 pieces/m² and 3,735 g/m². Of these, 50 pieces/m² and 1,618 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 25% of the quantity and 43.3% of biomass. Of the bivalve mollusks, *Anadara* contains almost 40% (0.681 pieces/m²) in individuals and 42% (0.681 g/m²) in biomass. In the sample taken from a depth of 19 m (shell substrate) the quantity and biomass of the biocenosis' macrozoobenthos were 7320 pieces/m² and 828,985 g/m². Of these, 7150 individual/m² and 812.85 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 98% of the quantity and 98% of biomass. The number of bivalve mollusks belonging to *Anadara* was 2% (170 pieces/m²) and 37% (297.5 g/m²) biomass.

In the sample taken from a depth of 20 m, where the substrate silt was fixed, the number of biocenosis macrozoobenthos and biomass were 5395 pieces/m² and 871,742 g/m², Of these, 5065 pieces/m² and 840,36 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 94% and 96,4%. The number of bivalve mollusks belonging to *Anadara* was 1% (40 pieces/m²) and 46% (297.5 g/m²) biomass.

We believe that a basis for very important reasoning is given by the aggregate data at different depths and ground type conditions. The total number of biocenosis and biomass of the research station - Anaklia was 16255 pieces/m² and 2911.127 g/m², of which 14975 pieces/m² and 2804.883 g/m² (92% and 96%) are bivalve molluscs. 3% -34% of them come from *Anadara* (420 pieces/m² and 945,486 g/m²).

As for the qualitative and quantitative share of mollusk *anadara* in general and specific biocenoses, it is quite important, which is due to the fact that it is quite resistant to positive or negative bio-ecological factors. For him, the positive living environment is a silty, silty-sand habitat (biotope). It is quite resistant to variability in the concentration of oxygen dissolved in water. May exist for a short time during hypoxia. As a filtrate, it is also resistant to contamination of the reservoir with organic matter, which has led to its widespread use in the waters of the Georgian Black Sea shelf.

**Quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Batumi district
year: 2016-18**

Depth	substrate	Macrobenthos		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²
14m	sand	730	103,595	560	98,6	10	1,85
11m	silty sand	470	163,277	370	160,303	30	97,2
	Total	1200	266.872	390	258.903	40	99.05

The total number of biocenosis and biomass of the research station - Batumi was 1200 pieces/m² and 266,872 g/m², of which 390 pieces/m² and 258,903 g/m² (33% and 97%) are bivalve mollusks. 10% -38% of them come from *Anadara* (40 pieces/m² and 99.05 g/m²) (Table 13).

Sand and silty sand substrate are fixed in Batumi biocenosis. The substrate is known to determine the biodiversity of benthic fauna. In the case of Batumi, sand and silty sand are mainly formed by mollusks, dominated by *Lamelabanchiata* or *Bivalvia*. The biocenosis of sand is dominated by bivalves, the number of which is equal to 560 pieces/m², and biomass 98.6 g/m². The silty sand substrate gives a similar picture: the dominant is again bivalves 370 pieces/m², and biomass - 160,303 g/m².

In the biocenosis of Supsa a substrate of sand and silt is observed. In the case of Supsa, silt and sand are mainly formed by bivalve mollusks and crustaceans. The biocenosis of silt is again dominated by bivalves with a number equal to 140 pieces/m². Their biomass was 5.701 g/m². The next position in the biocenosis of the silt substrate is occupied by crustaceans with biomass of 6.623 g/m² (40 pieces/m²). The sand substrate gives a different picture. Here, too, the dominant is still bivalves in number - 2110 pieces/m², and with biomass 261.64 g/m² (Table 14).

Table 14

**Quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Supsa district
Year: 2016-17-18**

Depth	substrate	Macrobenthos		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²
22m	sand	2200	269,459	2110	261,64	30	134,807
17m	silt	210	12,364	140	5,701	10	2,3
	Total	2410	281,823	2250	267,341	40	137,107

The sample and biomass of biocenosis macroeobenthos in the sample taken from the depth of 22 m at Supsa station were 2200 pieces/m² and 269,459 g/m². Of these, 2110 pieces/m² and 261.64 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 96% of the number and 97% of biomass. From bivalve mollusks *Annadara* accounts for 1% (30 pieces/m²) and 52% of biomass (134,807 g/m²).

In the sample taken at a depth of 17 m at the Supsa station, where the substrate silt was fixed, the number of macrozoobenthos and biomass in the biocenosis amounted to 210 pieces/m² and 12,364 g/m², respectively. Of these, 140 pieces/m² and 5,701 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 67% and 46%, respectively. Bivalve mollusks accounted for 7% (10 pieces/m²) and 40% (2.3 g/m²) for biomass (Table 14).

Table 15 shows the quantitative index of species of benthic organisms in the materials obtained under different depths (16 m, 15 m) and in different soil (silt, sand/silt) conditions within the Poti water area.

Table 15

**Quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A.inaquelvalvis* in Poti district
Year: 2016-18**

Depth	substrate	Macrobenthos		Bivalvia		A.inaquelvalvis	
		piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²	piece/ m ²	g/m ²
15m	silty sand	410	74,646	350	67,766	10	20,01

16m	silt	90	3,4403	80	3,44	20	0,81
	Total	500	78,0863	430	71,206	30	20,82

At almost equal depths, where the difference was only 1 m (Table 15), the species diversity of biocenosis changes dramatically in the case of different substrates (silt substrate, silty sand). The amount of 90 piece/m² was observed in the silt substrate, with biomass 3.4403 g/m², where mainly bivalve mollusks dominate 3.44 g/m².

In the sample taken at a depth of 15 m at the Poti station, where the substrate silty sand was fixed, the number of macrozoobenthos and biomass in the biocenosis amounted to 410 pieces/m² and 74,646 g/m². Of these, 350 pieces/m² and 67,766 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 85% of the total and 91% of the biomass. Among the bivalve mollusks *Anadara* accounted for 3% (10 pieces/m²) and 30% (20,01 g/m²) for biomass.

In the sample taken at a depth of 16 m at the Poti station, where the substrate silt was fixed, the number of macrozoobenthos and biomass in the biocenosis amounted to 90 pieces/m² and 3,4403 g/m². Of these, 80 pieces/m² and 3,44 g/m² fall on bivalve mollusks, which accounted for 89% and 99%. Among the bivalve mollusks *Anadara* accounted for 25% (20 pieces/m²) and 24% (0,81 g/m²) for biomass

The total number of biocenosis and biomass of Poti research station was 500 pieces/m² and 78,0863 g/m². Of these, 430 pieces/m² (86%) and 71,206 g/m² (91%) are bivalve mollusks, of which 7% and 29% (30 pieces/m² and 20.82 g/m²) come from *Anadara*.

Table 16

**Total quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A. inaquelvalvis* at Anaklia, Batumi, Supsa and Poti stationary stations
Year: 2016-17-18**

Depth		Macrobenthos		Bivalvia		<i>A. inaquelvalvis</i>	
		piece/m ²	g/m ²	piece/m ²	g/m ²	piece/m ²	g/m ²
1	Anaklia	16255	2911,127	14975	2804.883	420	945.486

2	Batumi	1200	266,872	390	258,903	40	99,05
3	Supsa	2410	281,823	2250	267,341	40	137,107
4	Poti	500	78,0863	430	71,206	30	20,82
	Total	20365	3537,9083	18045	3402,333	530	1202,463

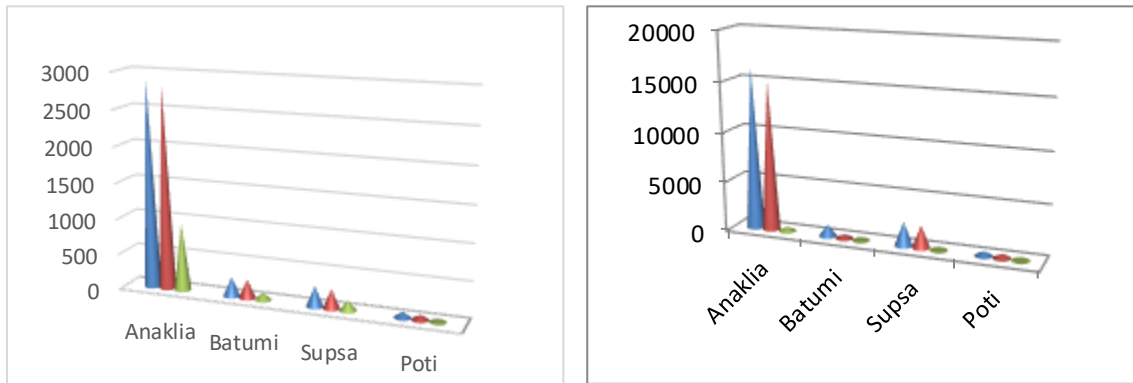


Figure 11 and 12. Total quantity (ind/m²) and biomass (g/m²) of *A. inaequalvis* at Anaklia, Batumi, Supsa and Poti stationary stations. Year: 2016-17-18

Based on the final analysis of the materials obtained from different stationary stations (Anaklia, Batumi, Supsa, Poti) (Table 16; Figure 11,12) we can conclude that the number of biocenosis and biomass amounted to 20365 piece/m² and 3537,9083 g/m², of which 18045 piece/m² and 3402,333 g/m² (89% and 96%) are bivalve mollusks, of which 3% and 35% come from *Anadara* (530 piece/ m² and 1202.463 g/m²).

According to the table and figure data, the number of individuals in biocenosis and biomass may be expressed as a percentage:

- Anaklia - 80% of the total number of individuals in Macroinvertebrates, 82% in biomass, 83% and 82% in bivalves, 79% and 79% in *Anadara*.
- Batumi - amount of macroinvertebrates 6%, biomass 8%; Among them, bivalves 2% and 8%, *A. inaequalvis* 8% and 8%.
- Supsa - Macroinvertebrates - 12%, Biomass - 8%, including bivalves 12% and 8%, *A. inaequalvis* - 8% and 11%.

- Poti - in Macrobenthos the number of individuals is 2%, biomass - 2%, including 2% and 2% for bivalves, and *A.inaequalvalvis* - 6% and 2%.

Thus, the mollusk *Anadara*, which is distributed in the Georgian shelf of the Black Sea, is widespread everywhere.

Results of Mollusk *Anadara* Biochemical Research

Determination of protein, fat, carbohydrates,

Constant weight, embers

In July 2019, 2 kg raw samples of *Anadara* in a frozen condition were transferred to the biochemistry laboratory of Batumi Shota Rustaveli State University. Based on biochemical research, the percentage composition of moisture, embers, fat, carbohydrates and protein in mollusk meat was studied.

Table 17

The result of biochemical research of *Anadara inaequalvalvis*

Sample №	Mass fraction of moisture%	Dry matter by drying%	Embers %		Fat, %		Carbohydrates, %		Protein,%	
			Raw	Dry	Raw	Dry	Raw	Dry	Raw	Dry
1	80,14	19,86	1,04	5,26	1,22	6,17	2,5	12,64	14,1	71,28
2	80,30	19,70	1,16	5,86	1,17	5,92	2,4	12,13	13,5	68,25
Average	80,22	19,78	1,1	5,56	1,20	6,04	2,45	12,39	13,8	69,77

In Table 17, the first and second lines show the results of the parallel analysis of the two samples, and the third line shows the arithmetic mean.

The data obtained based on the analysis of the research results are presented in Table (Table 17), where a detailed analysis of mollusk meat (sample) was performed simultaneously. The percentage ratio of dry to raw weight of the substance was determined.

Determination of moisture. The water content was determined by drying the sample at + 50-60 ° C (arbitration method). This method is used to determine the content of fish, marine mammals, invertebrates, algae, as well as the water produced in them. The mollusk meat was weighed and placed in a BioBase sublimation laboratory drying cabinet, where it was reduced to a constant weight at a temperature of +50 - +60°C. As a result of the arbitration method, it was found that the mass fraction of moisture per 100 g of product in the material taken from both samples was 80.22% on average, therefore, 19.78% of the dry matter.

Embersing was made by dry method - + 550-600°C in a muffle oven; The percentage of ash was determined on dry and raw material by dry weight method. The average for both samples was 1.1% for the raw sample and 5.56% for the dry sample.

Fat was determined by the soxlet method. We used chloroform as a diluent. Sample extraction took approximately 24. The amount of fat was determined by the weight method (J.Chem.Educ. 2007. Vol. 84, no.12. P.1913-1914). We poured 200 ml of diluent into the prepared soxlet, placed the pre-made sample in the capsule, checked the apparatus for hermetic seal and connected the cooling pipes (necessary to create condensate). We put it on the stove. We used chloroform as a diluent. Sample extraction took approximately 24 hours until the liquid inside was discolored. Then we placed "Biuks" with the extract in a water bath until diluent evaporation – until smell disappearing which is characterised for diluent, then we placed it in a preheated dryer at + 100°C for 10 minutes, cooled in a desiccator and weighed the obtained fat on a laboratory scale. As a result, the average fat content was 1.20% for raw materials and 6.04% for dry matter.

In order to study **carbohydrates**, the total sugar content was determined by the caliperi-cyanide method, free carbohydrates were defined in the meat, to which belongs sugar. As a result, the average carbohydrate content was 2.45% for raw weight and 12.39% for dry matter.

The **protein** content in mollusk meat was determined by the Keldal method. While the titration method determined a specific quantity. As a result, the average amount of protein was 13.8% from the raw material and 69.77% from the dry matter.

Analysis results of trace elements (Zn, Pb, As, Cd, Cu), hexachlorocyclohexane, DDT and its metabolites

Zink. The bivalve mollusk *Anadara* is known as a filter-sedimenter, and based on this important information, we aim to test *Anadara*'s meat in the appropriate laboratory, where a sample of 1 kg mollusks with the shell was sent as a result of electrometric atomic absorption spectrometry. Using the appropriate method (MYK 4.1.991-00) the zinc content in meat was 13,370 mg / kg. If we compare it with other seafood, for example: oysters - 40 mg, anchovy - 1.72 mg, octopus - 1.68 mg, carp - 1.48 mg, caviar - 1 mg, herring - 0.99 mg, mussels - 21 mg (Table 18).

Table 18

Zinc content in aquatic organisms

	oyster	anchovy	octopus	carp	caviar	herring	mussel	anadara
Zn mg / kg	40	1,72	1,68	1,48	1	0,99	21	13,3

Lead. Using the appropriate electrometric atomic absorption spectrometry method (MYK 4.1.986-00) determined that the lead (Pb) content in *Anadara* meat was 0.10 mg / kg \pm U0.03 mg / kg. According to the maximum permissible concentration obtained in Georgia, as the norm is 0.3 mg / kg, based on the obtained result, we can conclude that the lead in the mentioned hydrobiont does not exceed the norms set by the standard, therefore, according to this parameter, *Anadara* is acceptable for use.

Arsenic. Using the graphite cuvette for atomic absorption spectrometer method (argon gas) GOST R 51766 - 2001 the content of arsenic (As) in the mollusk meat sample was determined - 0.2705 mg / kg, which does not even reach the allowed norm $X = 5.0$ mg / kg.

Cadmium. The goal was to test the cadmium content of Anadara mollusk meat as well. Anadara meat was tested for cadmium content in the laboratory using atomic absorption spectrometer МЧК 4.1.986-00. The sample showed 0.5779 mg / kg of cadmium (Cd), which does not reach the allowed norms $X = 1.0$ mg / kg.

Copper. Anadara meat was tested using the atomic absorption spectrometer МЧК 4.1.991-00. The sample showed copper (Cu) content - 1.1685 mg / kg, which does not reach the allowed norms $X = 10.0$ mg / kg. In view of the above, according to this parameter, its meat is acceptable for consumption.

Hexachlorocyclohexane. Since Anadara is a filter-sedimenter and often its place of extraction and habitat is the area of rivers flowing into the sea, we were interested in determining the content of hexachlorocyclohexane in it. The content of hexachlorocyclohexane (α , β and γ isomers) was studied in the laboratory using the appropriate method (Thermo Fisher scientific method 63899), which turned out to be <0.002 mg / kg. This value is a limit of <0.002 mg / kg. As long as this dose is not dangerous for humans, we can say with certainty that Anadara's meat is safe in this regard.

DDT and its metabolites. As mentioned, Anadara is a filter and often its extraction and habitat is in the vicinity of rivers and canals flowing into the sea. Thus, we conducted the study according to this parameter as well (Thermo Fisher scientific method 63899). Anadara's meat analysis showed that DDT and its metabolites is <0.007 mg / kg. The maximum allowable concentration is <0.002 mg / kg. The result obtained is less than the allowable value. Thus, we can confirm that the object of study – Anadara's meat is not a threat to humans.

Conclusions:

1. Quantitative (piece/m²) and biomass (g/m²) indicators of Anadara (*Anadara inaequivalvis*) according to different depths and seasons in the Black Sea coastal area of Georgia (Batumi-

Anaklia), in pre-selected stationary areas (Gonio, Batumi, Chakvi , Mtsvane Kontskhi, Kobuleti, Poti, Anaklia) were found to be somewhat different from the studies conducted.

2. It has been established that *Anadara* has a special attitude towards the condition of the seabed. It prefers silty, sandy and solid ground habitats. It creates a special ecological biocenosis, such as: psammophile, pelophile or psalm-pelophile zoocenosis.
3. 3. It has been established that in the study region (Batumi-Anaklia) at different depths of the sea benthic (5–50 m), in different soil conditions (silt, silty sand and shell soil) mollusk *anadara*, unlike other hydrobionts, is widespread wherever it Often occupies a dominant position. It is especially widespread in the Anaklia area, which should be explained by the fact that the structure of Anaklia soil is very peculiar compared to other districts. It is represented by sustainable silt-sand and silty soils, making it the best habitat for *Anadara*, where it lives in a partially hidden state.
4. Dynamics according to depth and salinity were studied. We can outline *Anadara* distribution levels by shelf and region. Based on the results of a case study, we found that the distribution of *Anadara* in the Black Sea depends primarily on the salinity of the water. In particular, where there is less influence of the rivers, there were more specimens of *Anadara*.
5. Based on the quantitative study of *Anadara*, it was found that the rates were relatively high in the deep waters of Mtsvane Kontskhi, Gonio, Kobuleti and Poti shelf waters. In particular, 100-600 piece/m² were recorded at a depth of 3-5 meters in the Mtsvae Kontskhi water area; In Kobuleti water area at a depth of 20-40 meters - 31-401 pieces/m²; 134-346 pieces/m² were observed at a depth of 7-8-40 meters in Gonio district; In Poti water area at a depth of 40 meters - 661 pieces/m². The results obtained should be explained by the fact that the salinity of seawater in these areas is relatively stable and it is 14-18 per mille. Relatively low rates were observed in Anaklia, Batumi and Chakvi districts. This result should be due to the reduction of seawater salinity caused by the influence of freshwater from the Chorokhi, Chakvistkali and Enguri rivers.

6. It has been established that *Anadara* is quite resistant to water oxygen variability. As a filtrate, is also resistant to contamination of water by organic matter. Thus, it can be considered as a certain indicator for determining water quality, It should also be noted that it is, to some extent, involved in the natural self-cleaning process of water pollution.
7. Despite the different situation in a particular area, it can be concluded that *Anadara* is characterized by some stability within the waters of the Black Sea coast and its considerable reserves allow for its industrial cultivation.
8. An analysis of the results of a size-weight study to assess the nutritional value of *Anadara* in the Black Sea revealed the ratio of body length to total (raw) weight, meat weight, as well as raw body weight and meat weight of *Anadara inaequalis*. In particular, it was revealed that the size / weight ratio was 83% for large specimens (49-75 mm) and 32.3% for small specimens (27.4-51.1 mm). As for the ratio of raw body weight to meat weight, there is a certain regularity - the weight of meat is about three times less than the size of the body.
9. Based on the study of the biological status of *Anadara*, it was determined that it is actively involved in the formation of the overall biocenosis structure of the benthic fauna in the reservoir ecosystem, where it is one of the biocomponents. However, the mass fraction in determining the quantitative composition of the benthic fauna is important. Sometimes it is dominant with high quantitative composition.
10. Based on biochemical research, the content of energy substances: proteins, fats, carbohydrates in the muscular part of *Anadara* was determined, which determines the suitability of meat as one of the food objects in the human ration. In this regard, it is particularly important in filling the deficiency of protein and natural amino acids, which is several times higher than in other marine hydrobiotics.
11. Important trace elements were identified in *Anadara* meat, such as: iron, zinc, calcium, sodium and potassium, which were found to be much higher in *Anadara* than in sea fish meat.

12. The content of toxic substances, - heavy metals (lead, cadmium, arsenic, copper, hexachlorocyclohexane, DDT and its metabolites) in *Anadara*'s body was also determined. It was found that their number in *Anadara*'s body is very small, does not exceed the norms allowed by the standard and it is acceptable to be used for food.
13. The qualitative and quantitative share of mollusk *Anadara* in common and private biocenoses is quite important, which is due to the fact that it is quite resistant to positive or negative bioecological factors. For him, the positive living environment is a silty, silty-sand habitat. It is quite resistant to variability in the concentration of oxygen dissolved in water. May exist for a short time during hypoxia. As a filtrate, it is also resistant to contamination of the reservoir with organic matter, thus it is fed and, together with other filtrates, participates in the self-cleaning process of the reservoir. Thus, *Anadara* plays a role in maintaining the biocenosis structure of the reservoir and contributes to its widespread distribution in the Georgian Black Sea shelf area.

Recommendation

The results of the bioecological study of the bivalve mollusk - *Anadara inaequalis* of the Black Sea coast of Georgia provide the basis for its industrial cultivation. According to the results of the study of the biochemical composition of *Anadara*, it is an important product for increasing the diversity of the human ration in order to fill the protein deficiency.

Anadara is characterized by some stability within the waters of the Black Sea coast of Georgia (despite the different conditions in some parts of its distribution) and its considerable share provides an opportunity for industrial cultivation, in particular, to think about its introduction into aquaculture.