

სსიპ - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო

უნივერსიტეტი

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი

ბიოლოგიის დეპარტამენტი



ლანა კოდანოვი

ზოგიერთი არომატული მცენარის ინტროდუქციისა და

გადამუშავების მწვანე ტექნოლოგიები

წარდგენილი ბიოლოგიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სპეციალობა: მცენარეთა ბიომრავალფეროვნება

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

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

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: **მარიამ მეტრეველი** – ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.
ალიოშა ბაკურიძე - ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი.

შემფასებლები:

ქეთევან დოლიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, ბიოლოგიის საბაკალავრო და სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამების ხელმძღვანელი, ბიოლოგიის დოქტორი.

ინგა დიასამიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტ. პროფესორი, ბიოლოგიის დოქტორი.

ჯულიეტა ჯაყელი

ბიოლოგიის დოქტორი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ეგზოტურ მცენარეთა კოლექციის განყოფილების უფროსი.

სადისერტაციო ნაშრომის დაცვა შედგება 2021 წლის 23 ივნისს, 13:00 საათზე, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის დარგობრივი სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე (№328 აუდიტორია, ბსუ-ს II კორპუსი, ბათუმი, ნინოშვილის №35/რუსთაველის N32).

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

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს მდივანი, ასოცირებული პროფესორი:

ნანა ზარნაძე

შესავალი

თემის აქტუალობა:

მცენარეთა სამყაროში არომატულ მცენარეებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია. მათი მრავალფეროვნება საკმაოდ დიდია და ბუნებრივი გავრცელების მიხედვით განსხვავებულია. მსოფლიოში 2000-ზე მეტი არომატული მცენარეული სახეობაა ცნობილი, მათგან, დაახლოებით 43,6% ტროპიკებში იზრდება, 9,3% სუბტროპიკულ ზონაში, 19,5 % ზომიერ სარტყელში, დანარჩენი სხვადასხვა ზონაში (*Marshall, 2011*).

არომატული ნივთიერებების წარმოების ტექნიკა ინტენსიურად შუა საუკუნეებში განვითარდა. ეთერზეთები ფართოდ გამოიყენებოდა ფარმაცევტულ, კვების და განსაკუთრებით პარფიუმერულ მრეწველობაში. სინთეზური ნივთიერებების წარმოების განვითარების მიუხედავად, ნატურალური ეთერზეთები ხშირ შემთხვევაში შეუცვლელია კვებით, სამედიცინო, პარფიუმერულ-კოსმეტიკური და სხვა, პროდუქციის დასამზადებლად. უდიდესია მათი სამკურნალო დანიშნულება. სამკურნალო-არომატული მცენარეები მთელ მსოფლიოში ეკონომიკური, სოციალური, კულტურული და ეკოლოგიური ასპექტით მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ. ეს არის მცენარეული მეტაბოლიზმის მეორადი პროდუქტები, რომელთა საფუძველზე დამზადებული სამკურნალო საშუალებები, მოსახლეობას სხვადასხვა დაავადების თავიდან აცილებასა და ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში ეხმარება. ოფიცინალური მედიცინის გარდა, არომატულ - სამკურნალო მცენარეებს მსოფლიოს მოსახლეობის 80% ტრადიციულ მედიცინაში იყენებს. იმდენად დიდია მათზე მოთხოვნილება და კომერციული საქმიანობა, ჰაბიტატებსა და სახეობებზე ზემოქმედება, რომ დღეისათვის მეტად აქტუალური საკითხია, მათი ბუნებაში კონსერვაცია და ინტენსიური კულტივირება, ვინაიდან, ოფიცინალურ და ხალხურ მედიცინაში გამოყენებული არომატული მცენარეების უმეტესი ნაწილი ველურად მოზარდია (*Marshall Elaine, 2011; Aftab, 2020; Patel, 2015*).

საქართველოში ველურად მოზარდი არომატული მცენარეების მარაგები დიდი არ არის, ჩვენი ქვეყნის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები კი მათი კულტივირების საშუალებას გვაძლევს. ამის დასტურია ის, რომ საქართველოში, გასულ საუკუნეში, ინტროდუქციის გზით კულტივირებული და შექმნილი იყო გერანის, ჟასმინის, ვარდის, ევგენოლური რეჰანის და სხვა, სამრეწველო პლანტაციები. მათგან ეთერზეთებს ამზადებდნენ. დღეისათვის ნაცვლად ეთერზეთების ექსპორტისა, მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება იმპორტით ხდება.

ველურად მოზარდ მცენარეთა სახეობების ბუნებრივ ფიტოცენოზებზე ანთროპოგენური ზემოქმედება, მათი მარაგების კატასტროფულ შემცირებას იწვევს, ხოლო ზოგიერთი სახეობის, გაქრობასაც კი. აღნიშნული პრობლემა აქტუალურია ეკონომიკური თვალთახედვითაც, რადგანაც თანამედროვე წარმოებას (კვების პროდუქტების, ფარმაცევტული და სხვა), სადაც მცენარეულ ნედლეულს იყენებენ, განვითარებისთვის ჭირდება გარანტირებული ახალი სანედლეულო ბაზა, რომლის მიღწევაც ინტროდუქციის გზით, კულტივირებით არის შესაძლებელი (*Бойкова, 2013; Баханова, 2009; Кочетов, 2008*).

ეთერზეთების შემცველი მცენარეების ზოგიერთი სახეობის ინტროდუქციის შესახებ მიზანმიმართული კვლევა, გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო. აღნიშნულ საკითხებს მიემდგვნა ქართველ და უცხოელ მეცნიერთა არაერთი სამეცნიერო ნაშრომი.

საქართველოს გააჩნია არომატული მცენარეების ინტროდუქციის გზით კულტივირების, მათგან ეთერზეთების წარმოების კულტურა, ტრადიციები და გამოცდილება. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ დღეისათვის განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ჯანსაღი გარემოსა და მოხმარების პროდუქტების შექმნას ქიმიის გარეშე, „მწვანე ტექნოლოგიების“ გამოყენებით. „Organic“ ხარისხის პროდუქციის შექმნა შესაძლებელია ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულისაგან, რომლის ინტროდუქციისა თუ კულტივირების დროს არ იქნება გამოყენებული ქიმიური შხამ-ქიმიკატები, პესტიციდები და ა.შ. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ეთერზეთების შემცველი მცენარეების ინტროდუქცია და გადამუშავება „მწვანე ტექნოლოგიების“ გამოყენებით, ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა.

არომატული მცენარეების ინტროდუქციისა და კულტივირების პროცესის კვლევისთვის საუკეთესო ბაზაა ბოტანიკური ბაღები, რომლებიც ზოგ ქვეყანაში ჯერ კიდევ XIV-XVII საუკუნეებში იყო ჩამოყალიბებული, როგორც ცოცხალი კოლექციები ადგილობრივი და უცხოური ფლორის სამედიცინო, არომატული, საკვები, დეკორატიული და სხვა მცენარეების შეკრებისა და მათი შესწავლის ცენტრების სახით (ბიძინაშვილი, 2012).

მსოფლიოს ბევრ ბოტანიკურ ბაღში არსებობს სამკურნალო მცენარეთა ბაღი, სადაც თავმოყრილია სამკურნალო-არომატულ მცენარეთა კოლექცია, რომელსაც აქვს მრავალმხრივი გამოყენება და დანიშნულება. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში სამკურნალო-არომატულ მცენარეთა კოლექცია არ არის გამოყოფილი, თუმცა, ბაღის მრავალრიცხოვან მერქნიან მცენარეთა არსენალში, მრავლად არის ინტროდუცირებული არომატული მერქნიანი სახეობები. ამასთან, აღსანიშნავია ისიც, რომ საქართველოში ველურად მოზარდი არომატული მცენარეების მარაგები არ არის დიდი. ამდენად, მნიშვნელოვანია კვლევები არომატული მცენარეების ინტროდუქციისა და კულტივაციაზე.

კვლევის მიზანი და ამოცანები:

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ზოგიერთი არომატული მცენარის ინტროდუქციისა და გადამუშავების მწვანე ტექნოლოგიების შემუშავება.

მიზნის მისაღწევად შესრულდა შემდეგი ამოცანები:

- საინტროდუქციო არომატულ მცენარეთა შერჩევა;
- დონორი ფლორისტული რეგიონების ზოგადი ბიოეკოლოგიური მახასიათებლების გაანალიზება.
- ინტროდუცენტი არომატული მცენარეების მასპინძელი ადგილის ნიადაგურ-კლიმატური პირობების, მცენარეული საფარის და გარემოს მალიმიტირებელი ფაქტორების გაანალიზება, ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების ადაპტაციისთვის პირობების შერჩევა.
- ზოგიერთი არომატული მცენარის პირველადი ინტროდუქციული გამოცდა;
- ინტროდუცირებულ არომატულ მცენარეთა მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკური ღონისძიებების შემუშავება ბუნებრივი მასალების გამოყენებით, ქიმიის გარეშე;
- ინტროდუცირებულ არომატულ მცენარეთა ზრდა-განვითარების თავისებურებების შესწავლა;
- ინტროდუცირებული ზოგიერთი არომატული მცენარის ადაპტაციური შესაძლებლობების და ხარისხის განსაზღვრა;
- ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების ვეგეტაციური და გენერაციული ორგანოების მიკროსტრუქტურული მახასიათებლების შესწავლა;

- ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების სკრინინგი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე;
- ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე, „მწვანე აგროტექნიკური ღონისძიებებით“ მიღებული არომატული მცენარეების ნედლეულის კვლევა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე, გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით;
- ინტროდუცირებული არომატული მცენარეებიდან ეთერზეთების მიღების „მწვანე ტექნოლოგიების“ შემუშავება;
- ინტროდუცირებული არომატული მცენარეებიდან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით;
- ინტროდუცირებული არომატული მცენარეებისგან მიღებული ეთერზეთების სკრინინგი ანტიბაქტერიულ აქტივობაზე.

საკვლევ ობიექტებს, კვლევის პირველ ეტაპზე, წარმოადგენდა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ჩვენს მიერ ინტროდუცირებული 14 არომატული მცენარეული სახეობა, ხოლო კვლევის მეორე ეტაპზე, საბოლოო კვლევის ობიექტებად, შერჩეული იქნა ჩვენს მიერ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ინტროდუცირებული არომატული სახეობები: *Polianthes tuberosa L.*, *Iris pallida Lam.*, *Cuminum cyminum L.*

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე - ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ბაზაზე, პირველად არის შესწავლილი განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგის შემცველობის შვიდ სხვადასხვა ლოკაციაზე, ინტროდუცირებული ზოგიერთი არომატული მცენარის ზრდა-განვითარების თავისებურებები და დამუშავებულია სასიცოცხლო ციკლის სრულყოფილად წარმართვისთვის აუცილებელი აგროტექნიკური ღონისძიებები, ქიმიური საშუალებების გამოყენების გარეშე. უმეტესი მათგანი, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში პირველად არის ინტროდუცირებული, მცირე ნაწილი რეინტროდუცირებულია.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ღია გრუნტის პირობებში, სხვადასხვა ლოკაციაზე, ქიმიური საშუალებების გამოყენების გარეშე მიღებული არომატული მცენარეების ნედლეულში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის შესწავლის შედეგად, იდენტიფიცირებულია მნიშვნელოვანი ნაერთები, რომელთაც გააჩნიათ ანტიოქსიდანტური, ანთების საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობული და სხვა თვისებები. ნაწილი ცნობილია და გამოიყენება მედიცინაში, პარფიუმერიაში, კოსმეტიკაში, კვების მრეწველობაში, კულინარიაში და სხვა. შესწავლილია მათი ანტიბაქტერიული აქტივობა; განსაზღვრულია ინტროდუცირებული არომატული მცენარეებისაგან მიღებული ეთერზეთების კომპონენტური შემადგენლობა.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება - მოწოდებულია ზოგიერთი არომატული მცენარეული სახეობის: *Polianthes tuberosa L.*, *Iris pallida Lam.*, *Cuminum cyminum L.*, მოვლა-მოყვანისა და გადამუშავების „მწვანე ტექნოლოგიების“ მეცნიერული საფუძვლები, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ეკოლოგიურად სუფთა სანედლეულო ბაზის შექმნისთვის.

დამუშავებულია ინტროდუცირებული არომატული მცენარეებისაგან ეთერზეთების მიღების „მწვანე ტექნოლოგიები“.

ეთერზეთების შემცველი მცენარეების ინტროდუქცია და გადამუშავება „მწვანე ტექნოლოგიების“ გამოყენებით, უზრუნველყოფს ეკოლოგიურად ჯანსაღი გარემოს და

პროდუქციის შექმნას, რაც ხელს შეუწყობს ფლორის მრავალფეროვნების შენარჩუნებას და მის გამდიდრებას. აღნიშნული პრობლემა კი წარმოადგენს გამოწვევას თანამედროვე მსოფლიოსათვის.

წინამდებარე ნაშრომის საფუძველზე, პირველად ბათუმის ბოტანიკური ბაღის არსებობის განმავლობაში, შეიქმნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთი და საფუძველი ჩაეყარა არომატულ-სანელებელი მცენარეების კოლექციის გაშენებას.

ნაშრომის აპრობაცია:

კვლევის შედეგები, რომლებიც საფუძველად დაედო ნაშრომს, სხვადასხვა დროს მოხსენებული იქნა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე:

- II სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია: „ბიომრავალფეროვნება და საქართველო“ (თბილისი, 2016 წ.).
- III სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია: „ბიომრავალფეროვნება და საქართველო“ (თბილისი, 2017 წ.).
- საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: „მომავლის ტექნოლოგიები და სიცოცხლის ხარისხი“ (ბათუმი, 2017 წ.);
- საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: „მწვანე საშუალებები-მწვანე ტექნოლოგიებით-ჯანმრთელი სიცოცხლისათვის“ (თბილისი, 2019 წ.).
- ახალგაზრდთა მეცნიერთა და სტუდენტთა კონფერენცია: „თანამედროვე ბიომედიცინის აქტუალური საკითხები“ (ბათუმი, 2019 წ.).
- საერთაშორისო სიმპოზიუმი სავეტერინარო მედიცინაში (ახალციხე, 2021).

პუბლიკაციები - სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 7 სამეცნიერო ნაშრომი. მათ შორის 3 სტატია მაღალრეიტინგულ, რეცენზირებად და იმფაქტვაქტორიან სამეცნიერო ჟურნალებში.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა - ნაშრომი მოიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 185 გვერდს. შედგება შესავლის, 11 თავის, 19 ქვეთავის, დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისა და დანართისაგან. ნაშრომის ძირითად ნაწილში მოცემულია: 9 ცხრილი, 72 ფოტოსურათი, გამოყენებული ლიტერატურის სია, რომელიც შედგება 143 დასახელებისგან, მათ შორის, 116 უცხოურ ენაზე; დანართის ნაწილი წარმოდგენილია 6 დანართით, რომელიც მოიცავს ერთ ცხრილსა და 56 სურათს (ქიმიური ნაერთების ქრომატოგრამები და მასსპექტრები).

ლიტერატურის მიმოხილვა

დისერტაციის პირველ თავებში გაანალიზებულია ლიტერატურის მოკვლევის შედეგები: არომატული მცენარეების მრავალფეროვნება, კულტივაციის ისტორია და პრაქტიკული ღირებულება; არომატული მცენარეების მწვანე ტექნოლოგიებით წარმოების არსი და მნიშვნელობა; ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების ზოგადი დახასიათება; საკვლევი არომატული მცენარეების ბუნებრივი გავრცელების არელებისა და ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატური პირობების შედარებითი დახასიათება.

კვლევის შედეგები გადმოცემულია

ექსპერიმენტულ ნაწილში, მეოთხე და შემდეგ თავებში:

თავი IV. კვლევის ობიექტები, ადგილი და მეთოდოლოგია.

IV.1. კვლევის ობიექტები

კვლევის პირველ ეტაპზე საკვლევ ობიექტებს წარმოადგენდა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ჩვენს მიერ ინტროდუცირებული 14 არომატული მცენარეული სახეობა:

1. ნამდვილი ზირა - *Cuminum cyminum* L.
2. ტუბეროზა - *Polianthes tuberosa* L.
3. ზაფრანა - *Crocus sativus* L.
4. ფერმკთალი ზამბახი - *Iris pallida* Lam.
5. ყვითელი კოჭა - *Curcuma longa* L.
6. პაჩული - *Pogostemon patchouly* Pellet. = *Pogostemon cablin*. (Blanco).
7. ილანგ-ილანგი - *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson
8. კოჭა - *Zingiber officinale* Roscoe.
9. ილი - *Elettaria cardamomum* (L.) Maton.
10. საკმეველი - *Cistus ladaniferus* Stokes.
11. ყავის ხე არაბული - *Coffea arabica* L.
12. ყავის ხე კონგოლეზური - *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner.
13. ვანილი - *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews.
14. სინამაქის ხე - *Cassia angustifolia* M.Vahl.

კვლევის მეორე ეტაპზე, საბოლოო კვლევის ობიექტებად, შერჩეული იქნა ჩვენს მიერ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში, მოვლა-მოყვანის მწვანე აგროტექნიკური ღონისძიებების შედეგად გამოზრდილი ინტროდუცირებული არომატული სახეობები: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L.

IV.2. კვლევის მეთოდები

ინტროდუცირებული არომატული სახეობების ადგილობრივ ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ზრდა-განვითარების თავისებურებებისა და ფენოლოგიური ფაზების შესწავლა მიმდინარეობდა ბეიდემანისა და სერებრიაკოვის, ელაგინისა და ლობანოვის მეთოდებით (Beideman, 1974; Elagin, Lobanov, 1979; Serebriakov, 1974). კვლევა ჩატარდა ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ბაზაზე.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის შვიდ სხვადასხვა ლოკაციაზე განისაზღვრა ნიადაგის მჟავიანობის, ჰუმუსისა და ძირითადი საკვები ნივთიერებების შემცველობის მაჩვენებელი, კერძოდ, pH, ჰუმუსი %, საერთო აზოტი %, K₂O%, P₂O₅%. საერთო აზოტის განსაზღვრისთვის გამოყენებული იქნა გოსტ. 26107-91 მეთოდი (*Methods for determination of total nitrogen, Moskow, 2019*); ფოსფორის და კალიუმის მოძრავი ნაწილაკები განისაზღვრა ონიანის მეთოდით, მოდიფიკაცია ციანოს მიერ, გოსტ. 26206-91 (*Phosphorus and potassium by Oniani method modified by CINAO, 2013, Moskow*); ფოსფორის განსაზღვრა მოხდა ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით 710 ნმ ტალღის სიგრძეზე; კალიუმი განისაზღვრა ატომურ - ადსორბციული სპექტრომეტრომეტრის საშუალებით; ჰუმუსი და

pH განისაზღვრა ექსპრეს - მეთოდით. კვლევა განხორციელდა აჭარის ა/რ სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სსიპ ლაბორატორიულ - კვლევით ცენტრის ბაზაზე.

საკვლევი სახეობების ვეგეტაციური და გენერაციული ორგანოების მიკროსტრუქტურული მახასიათებლების, ანატომიური აგებულების შესწავლის მიზნით, საპრეპარო ნიმუშთა განივი, სიგრძივი და ზედაპირული ანათლები დამზადებულია ცოცხალი დაუფიქსირებელი მასალიდან ბასრი სამართებლის საშუალებით საკვლევ ორგანოთა მედიალური არეებიდან. საპრეპარატო ჭრილები შეიღება საფრანგის ხსნარში 24 სთ-ის განმავლობაში და მოთავსდა გლიცერინიან გარემოში სასაგნე მინაზე. კვლევის ობიექტთა მიკროტექნიკური კვლევა წარმოებდა სინათლის *Carl Zeiss, Jeneval-სა* და *Omax*-ის სტერეოსკოპულ მიკროსკოპზე; ფოტოდოკუმენტალური მასალა დაფიქსირდა ციფრული ფოტოაპარატის (*Canon Digital IXUS75*) საშუალებით და გრაფიკულად დამუშავდა *Adobe Photoshop CS5* -ის პროგრამაში. კვლევა განხორციელდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის ბაზაზე.

მცენარეების სკრინინგი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე განხორციელდა თვისებითი რეაქციებითა და თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით (*H. Wagner, S. Bladt, 2nd edition, 2003; Pharmacopoeial, 2013; Vachnadze, 2012*). კვლევა შესრულდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ფარმაცოგნოზიისა და ფარმაცევტული ბოტანიკის მიმართულების ბაზაზე.

მცენარეებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების იდენტიფიცირების მიზნით კვლევა ჩატარდა გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრის (*GC/MS*) მეთოდით, ლევან სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიუროს ქიმიურ-ტოქსიკოლოგიური ექსპერტიზის ლაბორატორიაში. საანალიზოდ აღებული მცენარეული ნედლეული გამოშრობილი და დაწვრილმანებული იქნა სახელმწიფო ფარმაცოპეის მოთხოვნების შესაბამისად. თითოეული მათგანი აიწონა ელექტროსასწორზე (*American weigh scales, Model No.: PNX-1001 SN; Capacity 1000g x 0.1g, Operating Humidity: 10-85 % RH; Power: 12V DC 500Ma Max Operating temp: 10°C to 40°C*). აწონვის შემდეგ, ნედლეული (5.0-5.0 გრ) მოთავსდა ერლენ-მეიერის კოლბებში და დამატებული იქნა 25.0-25.0 მლ მეთანოლი. ოთახის ტემპერატურაზე 24 სთ-ის განმავლობაში დაყოვნების შემდეგ გაიფილტრა უნაცრო ქაღალდის ფილტრში. ფილტრატები გადატანილი იქნა ფიალებში, რომლებიც მოთავსდა ამწოვ კარადაში მეთანოლის ასაორთქლებლად. ორგანული გამხსნელის აორთქლების შემდეგ მშრალ ნაშთებს ცალ-ცალკე დამატა სადერივატიზაციო სითხეთა ნარევი: *BSTFA/EtOAc* (55 : 50 მკლ). გაცხელდა 70° C ტემპერატურაზე 20 წუთის განმავლობაში. გაცივების შემდეგ 1-1 მკლ გამოკვლეული იქნა ტანდემური ქრომატოგრაფია-მასსპექტრომეტრით - ხელსაწყო: *Agilent Technologies 7000 GC/MS/MS Triple Quad*; სვეტი - *Elite 5-MS; 30M X 250 μm X 0.25 μm*; ღუმელის ტემპერატურა: 60° C – 310° C (რეჟიმი პროგრამული); ინჟექტორის ტემპერატურა-250° C; ტრანსფერლაინის ტემპერატურა-310° C; აირმატარებელი-ჰელიუმი 1მლ/წთ; იონიზაციის წყარო *El-70 ev*; სკანირების რეჟიმი *TIC*. საანალიზო ობიექტში სამიზნე ნივთიერების გამოვლენის მიზნით, ქრომატოგრამებზე არსებული პიკების მასსპექტრები შედარებული იქნა მონაცემთა ბაზაში (*NIST 2016*) არსებული ნივთიერებების მასსპექტრებთან.

ზამბახის ფესურებისგან, ტუბეროზას ყვავილებისგან და ზირას თესლებისგან ეთერზეთები მიღებულია ე.წ. „მწვანე ექსტრაქციის“ მეთოდებით ანუ „მწვანე ტექნოლოგიებით“: ჰიდროდისტილაციით; ორთქლით დისტილაციით; გათხევადებული

აირეზით; მიკროტალღური ჰიდროდისტილაციით; მიკროტალღური გამოხდით გამხსნელის გარეშე და ულტრაბგერითი ექსტრაქციით შემდგომი ჰიდროდისტილაციით (Войткевич, 1999; Хохлов и др., МЕЖГОС. СТАНД. ГОСТ 34213 — 2017; Сафин и др., Jibrin et al., 2014). ჰიდროდისტილაციისათვის გამოყენებული იყო კლევენჯერის აპარატი, ორთქლით ექსტრაქციისათვის კი დანადგარი *EURO FOOD and BREW*. აღნიშნული დანადგარის გამოყენებით ეთერზეთების გამოწვლილვა ხდება ორთქლით, რომლის გაცივების შემდეგ კონდენსანტი ხვდება ზეთის შემკრებში. დანადგარის ტექნიკური მახასიათებლებია: ორთქლის ტემპერატურა 90-95°C, ორთქლის წნევა 0,2 ბარი, ეთერზეთის გამოსავლიანობა 0,1-100 გ/სთ-ში. ეთერზეთის გამოწვლილვის დრო 2სთ; მიკროტალღური ექსტრაქცია განხორციელდა როგორც ექსტრაგენტის (წყალი), ასევე, მის გარეშე - ეთერზეთების მიღება ექსტრაგენტის გარეშე ხდება მიკროტალღური გათბობის ენერჯისა და მშრალ დისტილაციის მეთოდის საშუალებით; ეთერზეთების ექსტრაქცია განხორციელდა აგრეთვე კომბინირებული მეთოდით: ულტრაბგერითი და ჰიდროდისტილაცია. პირველ რიგში ნედლეულს ჩატვირთავენ ამორთქლებელ კოლბში, ამატებენ წყალს და ამუშავებენ ულტრაბგერებით. ულტრაბგერების წყაროდ იყენებენ ულტრასონიკატორს. ულტრაბგერების ამპლიტუდა შეადგენს 60%-ს (ულტრაბგერების სიხშირე ტოლია 20 კჰც-ის). ულტრაბგერებით დამუშავების ხანგრძლივობა შეადგენს 10 წთ-ს. ულტრაბგერებით დამუშავების შემდეგ ეთერზეთს ღებულობენ ჰიდროდისტილაციით, კლევენჯერის აპარატის გამოყენებით. ეთერზეთების გამოსავლიანობა %-ში განისაზღვრა ნედლეულის აბსოლუტურ მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით. კვლევა შესრულდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ბაზაზე.

მცენარეული ნედლეულის ანტიბაქტერიული აქტივობის შესწავლა *in vitro* პირობებში განხორციელდა *Spot test (scrining)* - მეთოდით. კვლევა ჩატარდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ფარმაცევტული ტექნოლოგიის დეპარტამენტისა და თბილისის გიორგი ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტის ბაზაზე.

შედეგების სტატისტიკური დამუშავება. კვლევის შედეგები დამუშავებულია სტატისტიკური პროგრამის - Sigma STAT-ის გამოყენებით. თითოეული ექსპერიმენტი ტარდებოდა მინიმუმ 3-ჯერ და ხდებოდა მიღებული შედეგების საშუალო მნიშვნელობებისა (Mean = M) და საშუალო სტანდარტული გადახრების (Standard Deviation =SD) გამოთვლა.

თავი V

ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. ზრდა-განვითარების თავისებურებები ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე

შენიშვნა: კვლევის დასაწყისში, შერჩეული იქნა ეგზოტიკური არომატული სახეობები, რომლებიც ბათუმის ბოტანიკური ბაღის კოლექციაში არ მოიპოვება. მათი გამოზრდის, გამრავლებისა და შესწავლის მიზნით, ბოტანიკურ ბაღებს შორის თესლთა გაცვლის ფონდისა და სხვადასხვა ინტერნეტსაიტის საშუალებით, გამოწერილი იქნა საწყისი მასალა, თესლისა

და სარგავი მასალის სახით, სულ 30-მდე სახეობა, რომლებიც პირველად დათესილი და დარგული იქნა დახურული გრუნტის პირობებში, ორანჟერეაში. ამ მცენარეთა უმეტესი სახეობის მიღებულ ნათესარებსა და ნაზარდებზე დაკვირვების საფუძველზე, ასევე, არომატულ მცენარეთა ცალკეული სახეობის მნიშვნელობიდან გამომდინარე, ღია გრუნტში დასარგავად, კვლევის მიზნით, შერჩეული იქნა სახეობები: *Cuminum cyminum* L., *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Curcuma longa* L., *Zingiber officinale* Roscoe., *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Coffea arabica* L., *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner., *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews., *Cassia angustifolia* M.Vahl. გამოყოფილი იქნა პირველი ექსპერიმენტული ნაკვეთი, სადაც განხორციელდა მოვლა-მოყვანის აგროტექნიკური ღონისძიებები ქიმიური საშუალებების გარეშე. შესწავლილი იქნა მათი ზრდა-განვითარების თავისებურებები; განხორციელდა მიღებული ნედლეულის - ბალახი, ბოლქვები, ყვავილი, თესლი - სკრინინგი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიითა და გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის GC-MS მეთოდით შედეგები განზოგადებული სახით იხილეთ ავტორეფერატის დასკვნების ნაწილში, ხოლო ვრცლად, კვლევის ამ ეტაპის შედეგები, დისერტაციაში გაფორმებული გვაქვს დანართის სახით, რომელიც მოიცავს 6 თავს, 1 ცხრილსა და 56 ფოტოსურათს (ქიმიური ნაერთების ქრომატოგრამები და მასსპექტრები).

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის კოლექციისთვის ახალი და რეინტროდუცირებული არომატული მცენარეების ინტროდუქციის პირველადი შედეგების გაანალიზების საფუძველზე, გამოვიტანეთ დასკვნა, რომ ღია გრუნტის პირობებში სრულ ვეგეტაციურ და გენერაციულ განვითარებას გადიან სახეობები: *Polianthes tuberosa* L., *Cuminum cyminum* L., *Iris pallida* Lam. ისინი ყვავილობენ, ივითარებენ ნაწილობრივ ნაყოფსა და თესლს, რაც ახალ გარემო პირობებთან ადაპტაციის მაჩვენებელია. ჩვენი შემდგომი კვლევის საბოლოო ობიექტებად სწორედ ეს სამი სახეობა შევარჩიეთ.

ტუბეროზა მექსიკის ენდემური სახეობაა; ფერმკრთალი ზამბახის სამშობლო ბალკანეთის ნახევარკუნძულია. მისთვის ხელსაყრელი ადგილია ხმელთაშუაზღვისპირეთის კლდოვანი ადგილები; გვარი ზირას სამშობლოდ შუა აზიასაც თვლიან, თუმცა, ნამდვილი ზირას გავრცელების ფართო არეალი უფრო ახლო აღმოსავლეთი და ხმელთაშუაზღვისპირეთის რეგიონებია, სადაც უძველესი დროიდან აქტიურად აწარმოებენ და იყენებენ, იგი ცნობილი იყო ჩვ.წ.აღ-მდე 5000 წლის წინათ, მისი თესლები ნაპოვნია ეგვიპტის განამარხებში, ამიტომ ამ კონკრეტული სახეობის სამშობლოდ ხმელთაშუაზღვისპირეთია აღიარებული.

საკვლევი ობიექტები უფრო მშრალი და თბილი კლიმატის მცენარეებია, ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის სჭირდებათ ხანგრძლივი განათება, ჰაერში ტენის მცირე შემცველობა და თბილი ზამთარი.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატური პირობების ზოგადი დახასიათება მოცემული გვაქვს ლიტერატურული მიმოხილვის მე-III თავში, საიდანაც ჩანს, რომ აჭარის ზღვისპირეთი და კერძოდ, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატური პირობები ხასიათდება ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის მახასიათებლებით. აჭარის ზღვისპირეთში სუბტროპიკული და ტროპიკული მცენარეების ინტროდუქციის პროცესში მთავარ მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს ცალკეულ წლებში ზამთრის დაბალი ტემპერატურები და უხვი ნალექი. აჭარის ზღვისპირეთის 2015-2020 წლების მეტეოროლოგიური მონაცემებიც აღწერილი გვაქვს დისერტაციის ლიტერატურული

მიმოხილვის მე-III თავში, სადაც დიაგრამებზეა (<https://www.meteoblue.com>) ასახული, რომ მოცემულ წლებში, აჭარის ზღვისპირეთში, ამ ზონისთვის უჩვეულო, შედარებით მკაცრი ზამთარი იყო, განსაკუთრებით, 2016 წელს და 2020 წელს, როცა აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა 2016 წლის იანვრის მესამე დეკადაში $-1,9^{\circ}\text{C}$ იყო, ხოლო, 2020 წელს, თებერვლის მეორე დეკადაში, $-4,7-6^{\circ}\text{C}$, ზღვისპირეთის ცალკეულ ადგილებში კი $-10-14^{\circ}\text{C}$ -იც კი დაფიქსირდა. ნალექების საშუალო თვიური მაჩვენებელი განსაკუთრებით მაღალი იყო 2018-2019 წლების მარტის, ივლისის, აგვისტოს, სექტემბრის, ოქტომბრისა და დეკემბრის თვეებში, საშუალო თვიური მაჩვენებელი $100,9$ მმ - $388,5$ მმ ფარგლებში მერყეობდა. 2017-2019 წლების მარტის, მაისის, ივნისი-ივლისის, აგვისტოსა და ოქტომბრის თვეებში აღინიშნებოდა საშუალო ფარდობითი ტენიანობის საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელი, $86-96$ % ფარგლებში, სხვა თვეებში კი $79-82$ %-ს შეადგენდა.

V.1. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში საკვლევი არომატული სახეობების ზრდა-განვითარების შესწავლის მიზნით გამოყოფილი ლოკაციების აღწერა

2018 წლიდან ტუბეროზას, ფერმკრთალი ზამბახისა და ნამდვილი ზირას ბათუმის ბოტანიკური ბაღის პირობებში ზრდა-განვითარების თავისებურებების და ადაპტაციის ხარისხის სრულყოფილად შესწავლის მიზნით, 2016-2017 წლებში არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე გამოზრდილი საკვლევი ობიექტებისგან მიღებული სარგავი და სათესი მასალა დავრგეთ და დავთესეთ ბაღის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე: აღმოსავლეთ აზიის, ჰიმალაის, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპული), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში, ცენტრალურ პარკსა და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე. 2017-2018 წლიდან არომატული მცენარეებისთვის გამოიყო მეორე, ახალი ექსპერიმენტული ნაკვეთი, რომელიც უფრო მეტად არის აღმოსავლეთის მხარეს მიქცეული, კარგი განათებით გამოირჩევა, ხოლო წინა ნაკვეთთან შედარებით, მეტი ტენიანობით ხასიათდება.

ყველა ლოკაციაზე მცენარეები ჩაირგო $15-20$ სმ სიღრმისა და 20 სმ დიამეტრის ორმოში, სადაც განთავსდა სუბსტრატი - ტორფი : პერლიტი : მიწა თანაფარდობით - $1:1:1$. ყურადღება ექცეოდა აგრეთვე კონკრეტულ მერქნიან მცენარეთა გარემოცვას და მათი ფიტონციდური აქტივობის ხარისხს, ლიტერატურულ მონაცემებზე დაყრდნობით (მეტრეველი, 2009; *Metreveli*, 2003, 2007, 2017, 2019), რადგან ფიტონციდებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰაერის გაჯანსაღებისა და მავნებელი პათოგენური მიკროორგანიზმების გავრცელების შეფერხებაში.

ლოკაცია №1 მდებარეობს ცენტრალური პარკის ტერიტორიაზე. ირგვლივ ჰაბიტატს ქმნის: *Hamamelis mollis*, *Loropetalum chinense*, *Myrtus communis*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus cinerea*. ისინი წარმოადგენენ მაღალი ანტიმიკრობული მოქმედების მცენარეებს.

ლოკაცია №2 მდებარეობს ავსტრალიის ფლორისტულ განყოფილებაში. ირგვლივ ჰაბიტატს ქმნის *Laurocerasus officinalis*, *Eucalyptus cinerea*, *Hakea saligna*, *Abelia grandiflora* და *Aucuba japonica*. წყავი, ევკალიპტი და აბელია საკმაოდ მაღალი ანტიმიკრობული თვისებებით გამოირჩევა.

ლოკაცია №3 მდებარეობს ჰიმალაის ფლორისტულ განყოფილებაში, ფიჭვების ჰაბიტატში: *Pinus massoniana*, *Pinus pinaster*, *Pinus pallasiana*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Styrax japonica*. ფიჭვები საყოველთაოდ ცნობილი გარემოს გამაჯანსაღებელი წიწვოვნებია.

ლოკაცია №4 მდებარეობს აღმოსავლეთ აზიის ფლორისტულ განყოფილებაში. ჰაბიტატს ქმნის შემდეგი მცენარეულობა: *Parrotiopsis jacquemontiana*, *Corylopsis veitchiana*, *Mahonia lomariifolia*. სამივე სახეობა მაღალი ანტიმიკრობული თვისებებით ხასიათდება.

ლოკაცია №5 მდებარეობს ჩრდილოეთ ამერიკის ფლორისტულ განყოფილებაში. ირგვლივ ჰაბიტატს ქმნის *Hamamelis virginiana*-ების ჯგუფი, *Pinus taeda*, *Pinus sylvestris*, *Crataegus macrosperma var. Pastorum*, *Crataegus lucorum*, *Crataegus pringlei*, *Catalpa bignonioides*. ჰამამელისები და ფიჭვები ძლიერი ანტიმიკრობული მოქმედების მცენარეებია.

ლოკაცია №6 მდებარეობს ევროპის ფლორისტულ განყოფილებაში. ირგვლივ ჰაბიტატს ქმნის *Parrotia persica*, *Cerasus avium*. ირანული ხერკინა მაღალი ფიტონციდურობით გამოირჩევა.

ლოკაცია №7 - ექსპერიმენტული ნაკვეთი, სხვა ლოკაციებთან შედარებით განლაგებულია შედარებით ღია, გაშლილ, მზით კარგად განათებულ ვრცელ ტერიტორიაზე, სხვა მცენარეებით ჩრდილი არ იქმნება.

ბიოპრეპარატების გამოყენებით შესაძლებელია მცენარეს ზრდა-განვითარების პროცესში საგრძნობლად დავეხმაროთ, ამ მიზნით გამოვიყენეთ ბიოპრეპარატი, სახელწოდებით „ჯეოჰუმატი“. იგი არის 100%-ით ნატურალური პრეპარატი. ეს არის სპეციალური თხევადი ჰუმინური სასუქი მცენარის მძლავრი ზრდა-განვითარებისთვის და მაღალი შელწევადობის უნარით ფიტოტოქსიკურობის რისკის გარეშე. ბიოსასუქის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები არის შემდეგი: თხევადი, 12%-იანი; ორგანული ნაწილაკების მასური წილი არანაკლებ 12.5%-სა, მათ შორის: ჰუმინის მჟავა არანაკლებ 34%-სა, ფულვომჟავა და სხვა ორგანული მჟავები არანაკლებ 25,0%-სა; მინერალური ნივთიერებების მასური წილი არანაკლებ 1,0%-ისა, მათ შორის, მაკროელემენტების მასური წილი: $N \geq 1,2\%$, $P_2O_5 \geq 0,55\%$, $K_2O \leq 16,5$, $CaO \geq 0,56\%$, $S < 2,1\%$, $MgO \leq 0,32\%$, $Fe_2O_5 \leq 0,5\%$. მიკროელემენტების მასური წილი, მათ შორის: $ZnSO_4 \leq 0,41\%$, $CuSO_4 \leq 0,08\%$, $MnSO_4 \leq 0,08\%$, $CoSO_4 \leq 0,03\%$, $(NH_4)_2MoO_4 \leq 0,7\%$, $H_3BO_4 \leq 0,3\%$, $KIO_3 \leq 0,03\%$.

20 მლ ბიოპრეპარატს ვაზავებდით 5 ლიტრ წყალში, მცენარეებს ლოკაციებზე ვრწყავდით დილის საათებში. მორწყვას ვაწარმოებდით ყოველ მესამე დღეს. იქვე გამოყოფილი გვექონდა მცენარეები საკონტროლო ცდისთვის.

მცენარეების ფენოლოგიური დაკვირვების შედეგების გაანალიზებისთვის, ექსპოზიციის თავისებურებასთან ერთად, მნიშვნელოვანია ნიადაგის შემცველობის ანალიზიც, რადგან, ნიადაგში ელემენტების არსებობა აუცილებელია მცენარეთა მეტაბოლოზმისა და სრული სასიცოცხლო ციკლის მიმდინარეობისთვის, ნიადაგი ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორია მცენარეთა ინტროდუქციაში. ამიტომ, შევისწავლეთ ბაღის შვიდივე ლოკაციიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშები. განვსაზღვრეთ ნიადაგის მჟავიანობის, ჰუმუსისა და ძირითადი საკვები ნივთიერებების შემცველობის მაჩვენებელი, კერძოდ, pH, ჰუმუსი %, საერთო აზოტი %, K_2O %, P_2O_5 %.

შიდი ლოკაციიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშების ანალიზის შედეგები მოცემული გვაქვს №1 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ლოკაციების მიხედვით შედეგები განსხვავდება.

შერჩეული ლოკაციებიდან, ნიადაგის ნაყოფიერებით განსაკუთრებით გამოირჩევა ჰიმალაის, აღმოსავლეთ აზიის და ევროპის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილებები.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშების ანალიზის შედეგები

№	ლოკაცია	ლოკაციის განლაგება ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში	ნიადაგის მჟავიანობის, ჰუმუსისა და ძირითადი საკვები ნივთიერებების შემცველობის მაჩვენებელი				
			pH	ჰუმუსი %	საერთო აზოტი %	K ₂ O%	P ₂ O ₅ %
1	№1	ცენტრალური პარკი	4	2	0.1	0.06მგ/ლ	35
2	№2	ავსტრალიის ფიტოგ. განყ.	4.5	1	0.05	0.08მგ/ლ	12
3	№3	ჰიმალაის ფიტოგ. განყ.	5	5.0	0.25	0.08მგ/ლ	18
4	№4	აღმ. აზიის ფიტოგ. განყ.	4.5	3	0.15	0.08მგ/ლ	10
5	№5	ჩრდ. ამერიკის ფიტ. განყ.	5.0	1	0.05	0.08მგ/ლ	20
6	№6	ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპის) ფიტოგ. განყ.	5.0	3	0.15	0.08მგ/ლ	35
7	№7	ექსპერიმენტული ნაკვეთი	4.5	1	0.05	0.06მგ/ლ	18

V.2. *Polianthes tuberosa* L. ზრდა-განვითარების თავისებურებები ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე

Polianthes tuberosa L. - ს ბოლქვები დავრგეთ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე: აღმოსავლეთ აზიის, ჰიმალაის, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპული), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში, ცენტრალურ პარკსა და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე. ვეგეტაციური განვითარება ყველა ლოკაციაზე კარგად წარიმართა.

ტუბეროზას 2019 წლის ფენოლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე დავადგინეთ, რომ მხოლოდ ექსპერიმენტულ ნაკვეთსა და აღმოსავლეთ აზიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე განვითარდა საყვავილე ღერო ივლისის მეორე დეკადაში, მასიურ ყვავილობაში შევიდა აგვისტოს მესამე დეკადაში, სექტემბრის მესამე დეკადიდან ყვავილედები თანდათან ჭკნობას იწყებენ და ახალი კოკრები ემზადებიან გასაშლელად. ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, ნოემბრის თვეში ახალი საყვავილე ღეროებია კარგად ფორმირებული და მასიური ყვავილობა მიმდინარეობს. დეკემბრის მესამე დეკადისთვის კი ყვავილობა დასრულებულია. საყვავილე ღეროების სიმაღლე 85-93 სმ აღწევს. ექსპერიმენტულ ნაკვეთთან შედარებით, ტუბეროზა ადრე გადაყვავილდა აღმოსავლეთ აზიის განყოფილების ლოკაციაზე, აგვისტოს ბოლოსთვის დაასრულა ყვავილობა. საყვავილე ღეროების სიმაღლე იყო 45-49სმ.

2020 წლის დაკვირვებით, ექსპერიმენტულ ნაკვეთსა და ყველა ლოკაციაზე, ტუბეროზას იანვრის მეორე დეკადაში მიწისქვეშ განვითარებული აქვს მრავლობითი შვილეული ბოლქვი. მათის პირველი დეკადიდან გამოჩნდა მიწისზედა ნაწილი, რომელიც მათის მესამე დეკადაში 5-15 სმ-ს აღწევს. ამონაყარი ყველაზე კარგად ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, პარკის ტერიტორიაზე და აღმოსავლეთ აზიის განყოფილებაში აღინიშნება. ივლისის ბოლოს - აგვისტოს დასაწყისში ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე კარგად განვითარდა

საყვავილე ღეროები, მასიური ყვავილობა აღინიშნებოდა აგვისტოს ბოლოს, მთავარი განმასხვავებელი ნიშანი წინა წლების ყვავილობისგან იყო ის, რომ საყვავილე ღეროებზე აღინიშნებოდა მრავლობითი ყვავილედები და პირველად ჰქონდა მისთვის დამახასიათებელი ნაზი, მოტკბო, ძლიერი არომატი. ყვავილობა შედარებით ნაკლები ხარისხით აღინიშნა აღმოსავლეთ აზიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე, თუმცა, დანარჩენ ლოკაციებთან შედარებით, უფრო მასიურია.

ყვავილობის დროს ტუბეროზას საყვავილე ღეროს წვერში ვითარდება თავთავის ფორმის ყვავილენი, რომლის შემადგენლობაშიც, ზოგადად 10-დან 40-მდე საყვავილე კოკორი შედის. მილისებრი ყვავილები განივ ჭრილში 50 მმ-მდეა, ხოლო სიგრძით 60 მმ-მდე. მოვარდისფრო გლუვ და მკვრივ გვირგვინის ფურცლებს წვერი წამახვილებული აქვთ. კოკრების გახსნა მიმდინარეობს თანდათან, პირველად იხსნება ის, რომელიც ყვავილედის ქვედა ნაწილში მდებარეობს. დაახლოებით სამი-ოთხი დღე არის გაშლილ მდგომარეობაში, შემდეგ გადაყვავილდება და მომდევნო კოკრები იშლება, ასე გრძელდება ყვავილობა ხანგრძლივად, 2-3 თვის და მეტი ხნის განმავლობაშიც კი. დამჭნარი ყვავილების ადგილზე წარმოიქმნება კოლოფის ტიპის მოგრძო-ოვალური ფორმის ნაყოფების ტიპის წარმონაქმნი, თუმცა, ამ ეტაპზე, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის პირობებში, თესლი არ ვითარდება. ამიტომ გამრავლება შესაძლებელია მხოლოდ ვეგეტაციურად, წარმოქმნილი ახალ-ახალი შვილეული ბოლქვებით.

ჩვენს მიერ ჩარგული ბოლქვების ფორმა კონუსური ტიპისაა, მისი ზედაპირი დაფარულია მკვრივი, მურა შეფერილობის ქერქლებით, რომელთა დიამეტრი 50-60 მმ-მდეა. ჩვენი დაკვირვებით, ბოლქვის სიცოცხლის ხანგრძლივობა 2 წელს აღწევს - მას შემდეგ, რაც ღეროების განვითარების, შეფოთვლის, საყვავილე კოკრების განვითარების, ყვავილობის, გადაყვავილების, მიწისზედა ორგანოების გახმობის შემდეგ, მას განუვითარდება შვილეული ბოლქვები, მომავალ წელს იგივეს გაიმეორებს, მესამე წლისთვის კი მთავარი ბოლქვის სიცოცხლისუნარიანობა ამოწურულია და სარგავ მასალად გამოყენებულია შვილეული ბოლქვები.

ტუბეროზა ყველაზე კარგად განვითარდა (ყვავილობა) ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე და შედარებით დაბალი ხარისხით, აღმოსავლეთ აზიის დახრილ (დაქანებულ), მშრალ ფერდობზე. №1 ცხრილიდან ჩანს, რომ მიკროელემენტების შემცველობით ექსპერიმენტული ნაკვეთი არ გამოირჩევა. ჩვენი მოსაზრებით, ექსპერიმენტული ნაკვეთი, სხვა ლოკაციებთან შედარებით განლაგებულია შედარებით ღია, გაშლილ, მზის კარგი განათების მქონე ვრცელ ტერიტორიაზე, სხვა მცენარეებით ჩრდილი არ იქმნება, რასაც სავარაუდოდ, აქვს ერთ-ერთი გადაწყვეტი მნიშვნელობა და ასევე, ბიოპრეპარატ „ჯეოჰუმატი“ დამუშავება, რომელიც მდიდარია ორგანული და მინერალური შემცველობით, რაც მცენარის კარგ ზრდასა და განვითარებაში ეხმარება. ინსტრუქციაში ასევე აღნიშნულია, რომ ეს ბიოპრეპარატი მცენარეს იცავს მავნებელ-დაავადებებისგან.

ლიტერატურაში ტუბეროზაზე ხშირად არის საუბარი მის მავნებელ-დაავადებებზე. არსებობს მავნებლები, რომელიც მოქმედებს კულტურაზე. ეს მავნებელია *Thysanoptera* და *Red spider – Tetranychus*, რომლის კონტროლი შესაძლებელია ინსექტიციდების საშუალებით. ბოლო წლებში, მექსიკაში მწარმოებლებმა შენიშნეს რამოდენიმე დაზიანება გამოწვეული *Scyphophorus acupunctatus* -ის გავლენით (Camino, 2002). ტუბეროზას სოკოვანი დაავადებებიდან ცნობილია *Fusarium oxysporium*, რომელიც იწვევს მოსავლის რაოდენობის საკმაოდ დიდ დანაკარგს (Muthukumar, 2006). ჩვენს საკვლევ ობიექტებზე მავნებელი და

დაავადება არ დაფიქსირებულა, რაც შესაძლებელია ფიტონციდური მცენარეების გარემოცვისა და ბიოპრეპარატის დადებითი გავლენა იყოს.

V.3. *Iris pallida* Lam. ზრდა-განვითარების თავისებურებები ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე

Iris pallida Lam.- ს ფესურები დავრგეთ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე: აღმოსავლეთ აზიის, ჰიმალაის, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპული), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში, ცენტრალურ პარკსა და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე. ყველა ლოკაციაზე მცენარეების ვეგეტაციური განვითარების ფაზები ნორმალურად წარიმართა, ყვავილობა განსხვავებულია ლოკაციების მიხედვით, ვეგეტაციური და გენერაციული განვითარება ბევრად უფრო ხარისხიანია ბიოპრეპარატით დამუშავებულ ეგზემპლარებში. სრული ვეგეტაციური და გენერაციული განვითარება გამოვლინდა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, შედარებით სუსტად, ავსტრალიის და ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის პირობებში, იანვრის მეორე დეკადიდან, *Iris pallida*, იწყებს მიწისზედა ორგანოების განვითარებას, რომელიც დაფიქსირდა ყველა ლოკაციაზე, საყვავილე ღეროს განვითარებას აპრილის მეორე დეკადიდან, მასიურად ყვავილობს აპრილის ბოლოს და მაისის პირველ დეკადაში. 2020 წელს ექსპერიმენტულ ნაკვეთსა და ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, პირველად დაფიქსირდა ნაყოფმსხმოიარობა. მაისის ბოლოს მთავრდება ყვავილობა, პარალელურად განვითარებულია ნაყოფები. ივლისის შუა დეკადაში იწყება ნაყოფის მომწიფება, რომლის დროსაც ნაყოფზე აქა-იქ შეინიშნება ყავისფერი ლაქები, ივლისის მესამე დეკადაში (ივლისის ბოლო) დაფიქსირდა პირველი მწიფე ნაყოფი. რაც შეეხება ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებას, პირველი მწიფე ნაყოფი ფიქსირდება აგვისტოს ბოლოს. ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე საყვავილე ღეროს სიმაღლე 75-95 სმ, ხოლო ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში 40-45სმ აღწევს. თესლი მოთავსებულია კოლოფში, რომელიც სიმწიფის დროს ყავისფერია. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის შვიდი ლოკაციიდან ზამბახმა სრულყოფილი თესლი განვითარა ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სადაც თესლი მომწიფდა ივლისის ბოლოს, ხოლო ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე აგვისტოს ბოლოსა და სექტემბრის პირველ ნახევარში მომწიფდა.

V.4. *Cuminum cyminum* L. ზრდა-განვითარების თავისებურებები ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე

Cuminum cyminum L. დავთესეთ ბაღის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე: აღმოსავლეთ აზიის, ჰიმალაის, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპული), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში, ცენტრალურ პარკსა და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე. *Cuminum cyminum* L. 2019 წელს მარტ-აპრილში დაითესა, ზოგადად, ლოკაციებზე პირველი აღმონაცენები აპრილის დასაწყისში დაფიქსირდა, მასიურად, აპრილის მესამე დეკადაში. *Cuminum cyminum* - ის ფოთლის

პირველი დანაკვეთვა დაიწყო მასის პირველ დეკადაში. ყვავილობის დასაწყისი აღინიშნა ივლისის ბოლოს, აგვისტოს დასაწყისში. მასიური ყვავილობა აგვისტოს ბოლოდან ფიქსირდება, ხანგრძლივად მიმდინარეობს და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე ზოგიერთი ეგზემპლარი იანვრის მეორე დეკადისთვისაც ყვავილობის ფაზაშია, ზოგს უკვე ფორმირებული აქვს ნაყოფი. ლიტერატურული წყაროების მიხედვით (Rezvani, 2014), ზირას თესლის პროდუქციის ზრდის მიზნით, ჩათესვა უმჯობესია შემოდგომაზე, აქედან გამომდინარე, ჩვენც ერთი ექსპერიმენტი ჩავატარეთ შემოდგომაზე დათესვით (19.11. 2019). პირველი ნათესარები გამოჩნდა დეკემბრის მესამე დეკადაში. ფოთლის დანაკვეთვა დაიწყო თებერვლის მეორე დეკადაში, ივნისში დაიწყო ყვავილობა, აგვისტოში მასიური ყვავილობა აღინიშნებოდა. შემოდგომით თესლი მომწიფდა (IX-X). თუ ერთმანეთს შევადარებთ გაზაფხულსა და შემოდგომაზე ღია გრუნტში დათესილ მცენარეებს, გაზაფხულზე დათესილი მცენარეები განვითარების სრულ ციკლს უფრო მალე ასრულებენ. ბიოპრეპარატით დამუშავებული მცენარეები დაწინაურებულია ზრდაშიც და ნაყოფმსხმოიარობაშიც.

2019 წლის გაზაფხულზე ჩათესილი მცენარეები, განსაკუთრებით ექსპერიმენტულ ნაკვეთსა და ცენტრალური პარკის ლოკაციაზე, მომავალი, 2020 წლის შემოდგომის დაკვირვებით, ნორმალური ვეგეტაციურ-გენერაციული განვითარებით გამოირჩევიან, განსაკუთრებით შედეგანია ბიოპრეპარატით დამუშავებული მცენარეების განვითარება, ყვავილობენ და ივითარებენ თესლს.

2019-2020 წლებში ბალის სხვადასხვა ლოკაციაზე *Cuminum cyminum* - ს ნათესარების და 2016-2017 წლებში ორანჟერიიდან პირველ ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე გატანილი ზირას ნათესარების განვითარების თავისებურებებს თუ შევადარებთ, შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ყველაზე კარგი განვითარება, უხვი ყვავილობა და თესლმსხმოიარობა დაფიქსირდა პირველ ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, სადაც მცენარეები დაირგო ერთმანეთისგან 15 სმ დაშორებით, ლოკაციაზე კი ჩვენს მიერ თესლი ჩაითესა ძალიან მჭიდროდ, თესლს აღმოაჩნდა აღმოცენების მაღალი ხარისხი, ნათესარები არ გადაგვირგავს და ეს გახდა მათი განვითარების შესუსტების მიზეზი. ამიტომ, *Cuminum cyminum* - ს ნათესარების გამოჩენის შემდეგ, აუცილებელია მათი პიკირება.

ბათუმის ბოტანიკური ბალის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე, ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., მწვანე ტექნოლოგიებით გამოზრდა წარმატებით არის შესაძლებელი, ისინი საკმაოდ კარგად ეგუებიან ბათუმის ბოტანიკური ბალის ნიადაგურ - კლიმატურ პირობებს. ზრდა-განვითარების შესახებ გამოტანილი დასკვნების კონკრეტული პუნქტები იხილეთ ავტორეფერატის დასკვნების ნაწილში. შედეგების განზოგადების საფუძველზე ავაგეთ ზოგადი ფენოსფექტრი (ცხრ.№2).

Polianthes tuberosa L.-ს, *Iris pallida* Lam.-ს, *Cuminum cyminum* L.-ის ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ვეგეტაციური და გენერაციული განვითარების ძირითადი ფენოფაზები და ფენონტერვალები

№	სახეობა	ფენოფაზა	თვე												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	<i>Polianthes tuberosa</i> L.	ვეგეტაციის ხანგრძლივობა					■	■	■	■	■	■	■	■	■
		ყვავილობა								■	■	■	■		
2	<i>Iris pallida</i> Lam.	ვეგეტაციის ხანგრძლივობა	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		ყვავილობა				■	■								
		ნაყოფისა და თესლის მომწიფების პერიოდი						■	■	■					
3	<i>Cuminum cyminum</i> L.	ვეგეტაციის ხანგრძლივობა	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		ყვავილობა	■							■	■	■	■	■	■
		ნაყოფისა და თესლის მომწიფების პერიოდი	■	■							■	■			

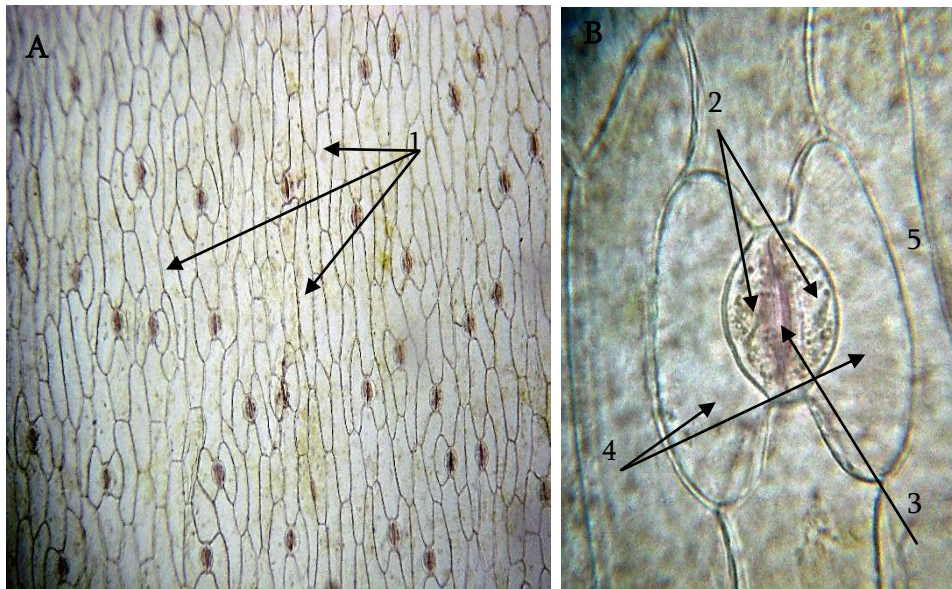
თავი VI

Polianthes tuberosa L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., ვეგეტაციური და გენერაციული ორგანოების მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები

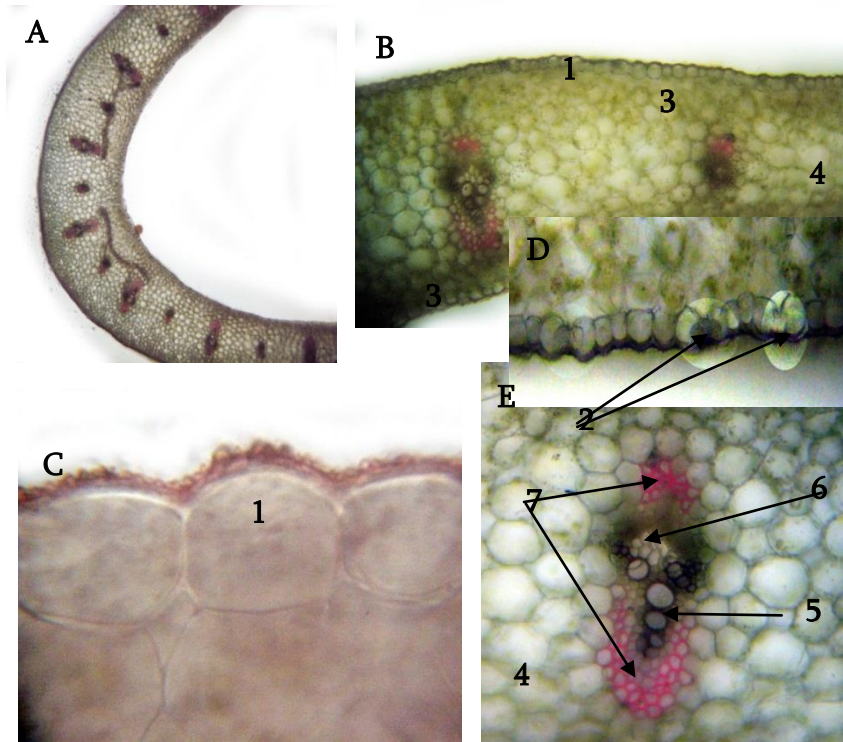
შევისწავლეთ *Polianthes tuberosa* L., ტუბეროზას, მიწისქვეშა და მიწისზედა ვეგეტაციური ორგანოების - ბოლქვის და ფოთლის მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები; *Iris pallida* Lam., ზამბახის, გენერაციული და ვეგეტაციური ორგანოების - ფოთლის, ღეროსა და ნაყოფის მაკრო- და მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები; *Cuminum cyminum* L., ზირას, მიწისქვეშა და მიწისზედა ვეგეტაციური ორგანოების - ფესვის, ღეროსა და ფოთლის მაკრო- და მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები. ბოტანიკურ მეცნიერებაში ფუნდამენტური კვლევის თვალთახედვით მნიშვნელობის გარდა, მცენარის ორგანოების ანატომიური აგებულების სადიაგნოსტიკო მახასიათებლების შესწავლას, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნედლეულის წარმოებისთვის, ეთერზეთოვანი მცენარეების იდენტიფიკაციისა და ნამდვილობის დადგენის მიზნით.

საანალიზო ნედლეული მოპოვებულია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. მცენარეებიდან, 2020 წელს, აქტიური ყვავილობის ფაზაში. მეთოდი აღწერილია თავი №5-ში.

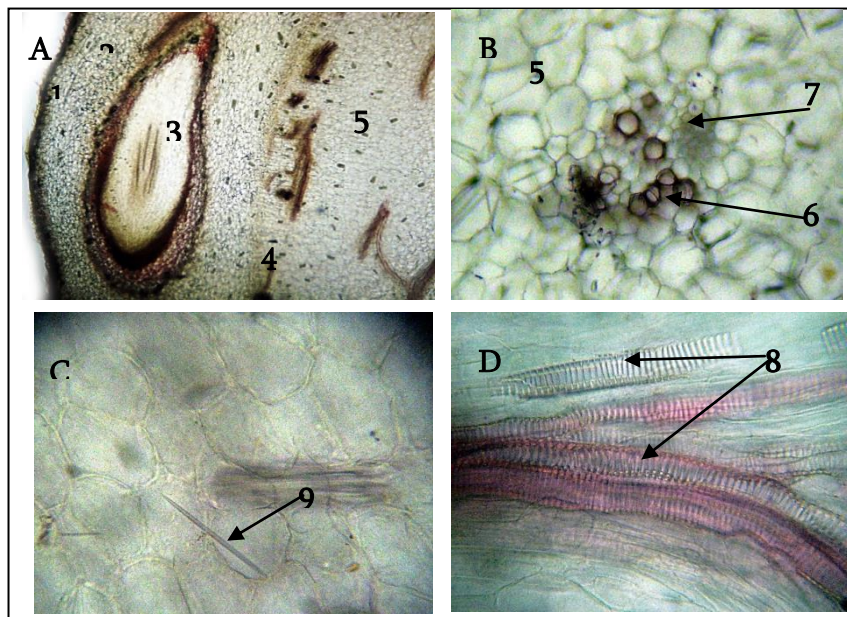
დისერტაციაში მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები აღწერილია სამ ქვეთავში 12 ქვესაკითხის გამოყოფით, რაც დიდი მოცულობის მასალაა, რომელიც მიღებულია მიკროსკოპული კვლევის შედეგის - ქვემოთ მოცემული თვალთვალსაჩინოების გაშიფრვითა და აღწერით (სურ. №№1-14).



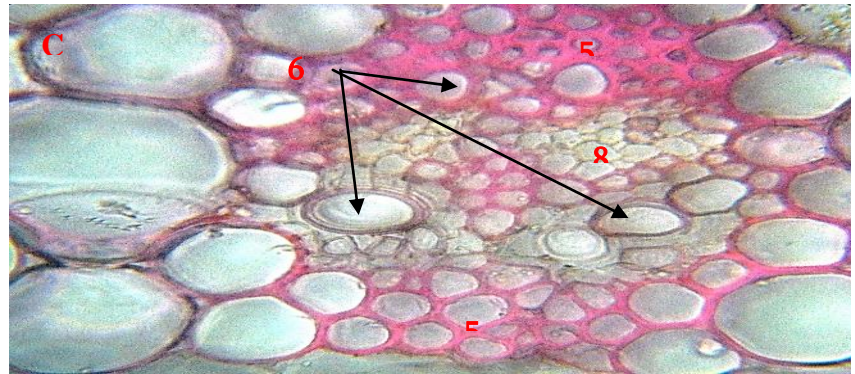
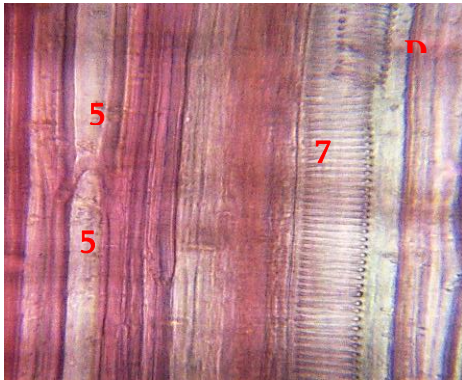
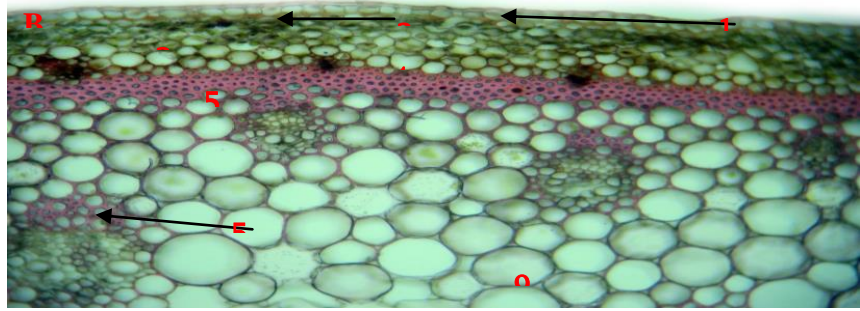
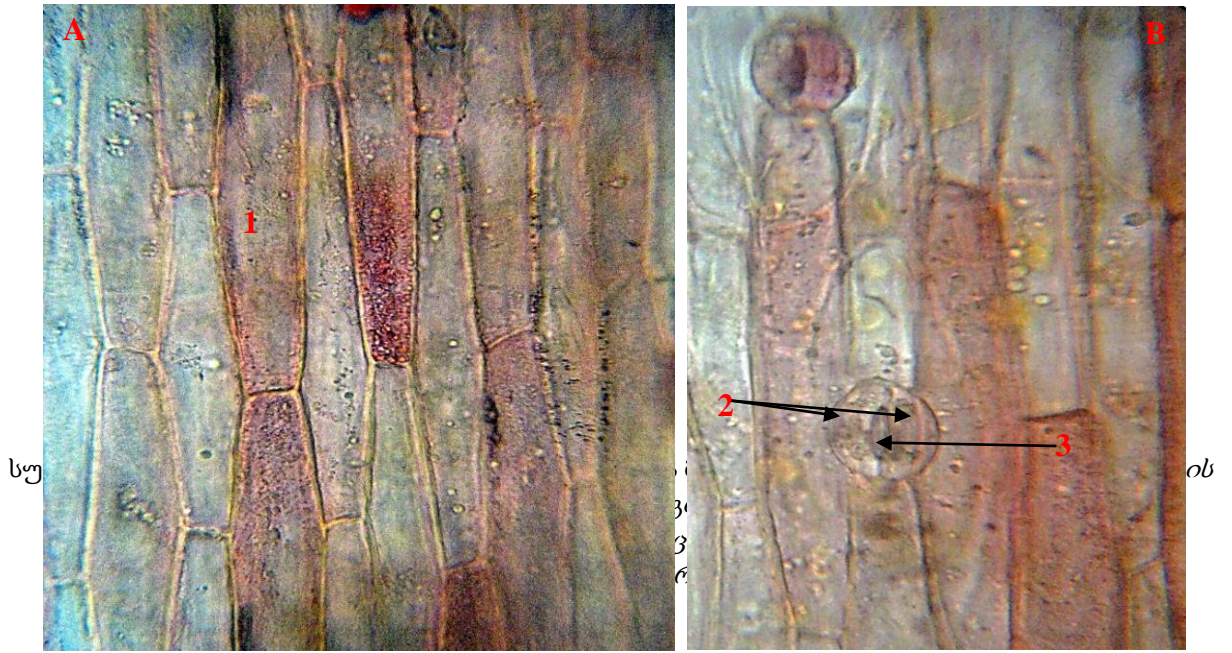
სურ. №1. *Polianthes tuberosa* L. - ს ფოთლის ეპიდერმისის მიკროსტრუქტურა: A. ფოთლის ეპიდერმისის ფუძემდებარე ქსოვილის პანორამა; B. ზღვის აპარტი; 1. არადაგვირისტებული, სწორხაზოვანი, სათითურა-რომბისებური ტიპის უჯრედები; 2. ზღვის მკეტავი უჯრედები; 3. ზღვეთშორისი ხვრელი; 4. სატელიტი უჯრედები; 5. ქლოროპლასტები.



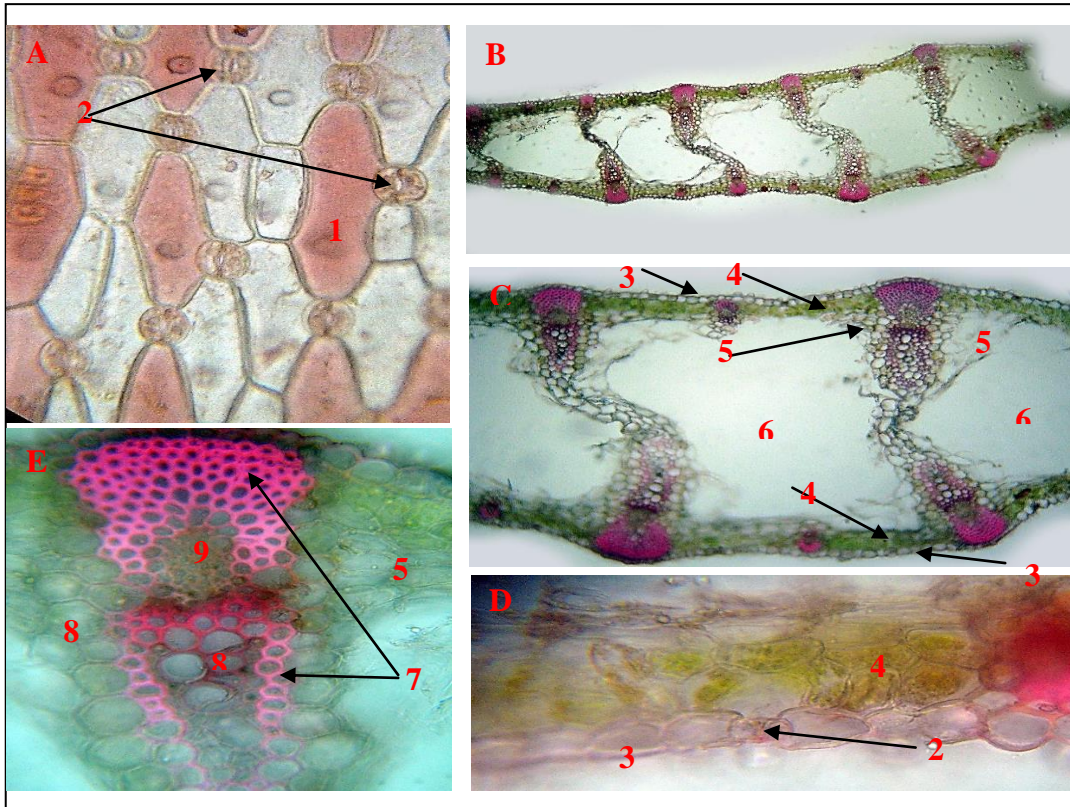
სურ. №2. *Polianthes tuberosa* L. - ს ფოთლის მიკროსტრუქტურა: A. ფოთლის განივი ჭრილის ფრაგმენტი; B. ფოთლის რბილობის ხედი; C. კუტინიზირებული ეპიდერმისის ფრაგმენტი; D. ბაგეთა განწყობა მფარავ ქსოვილში; E. ფოთლის ჭურჭელბოჭკოვანი კოლატერალური ტიპის გამტარი კონა. 1. კუტიკულა, ეპიდერმისი; 2. ბაგის აპარატი; 3. მესერნაირი უჯრედების პარენქიმა; 4. ღრუბლისებური პარენქიმა; 5. მერქანი; 6. ლაფანი; 7. სკლერენქიმული ქსოვილი.



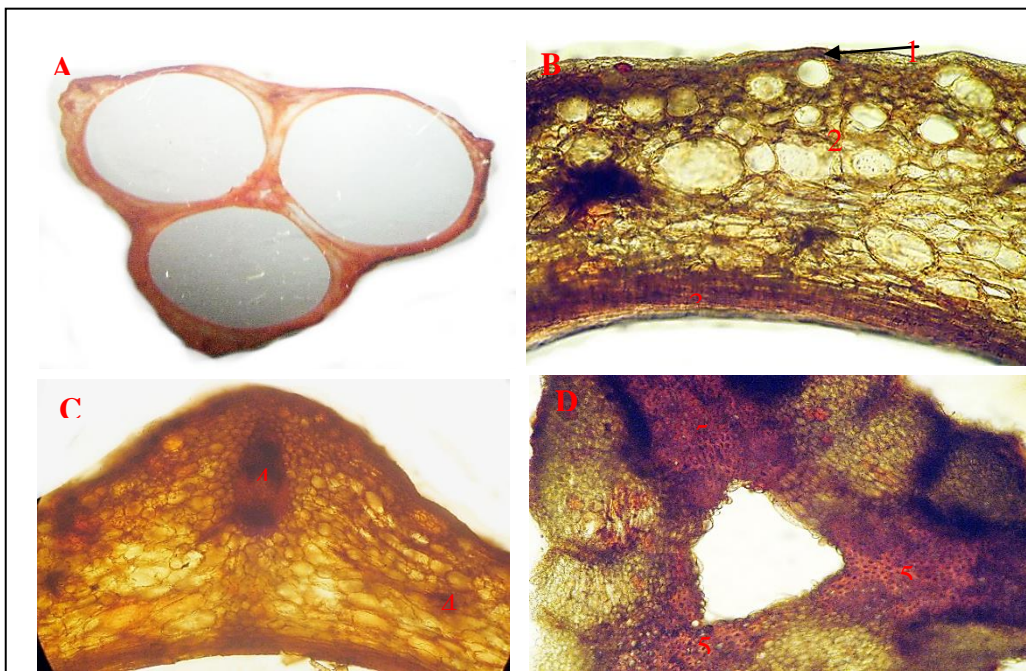
სურ. № 3 . *Polianthes tuberosa* L.-ს ბოლქვის მიკროსტრუქტურა: A. ბოლქვის სტრუქტურის პანორამა; B. გამტარი კონა; C. რაფიდი; D. გამტარი სისტემის ფრაგმენტი სიგრძივი ხედი: 1. პერიდერმა; 2. დიფერენცირებული ჩანასახი; 3. ქერქის პარენქიმა; 4. კამბიუმი; 5. ცენტრალური ცილინდრი; 6. მერქანი; 7. ლაფანი; 8. სპირალურიად გარსგასქელებული გამტარი ჭურჭლები; 9. რაფიდები.



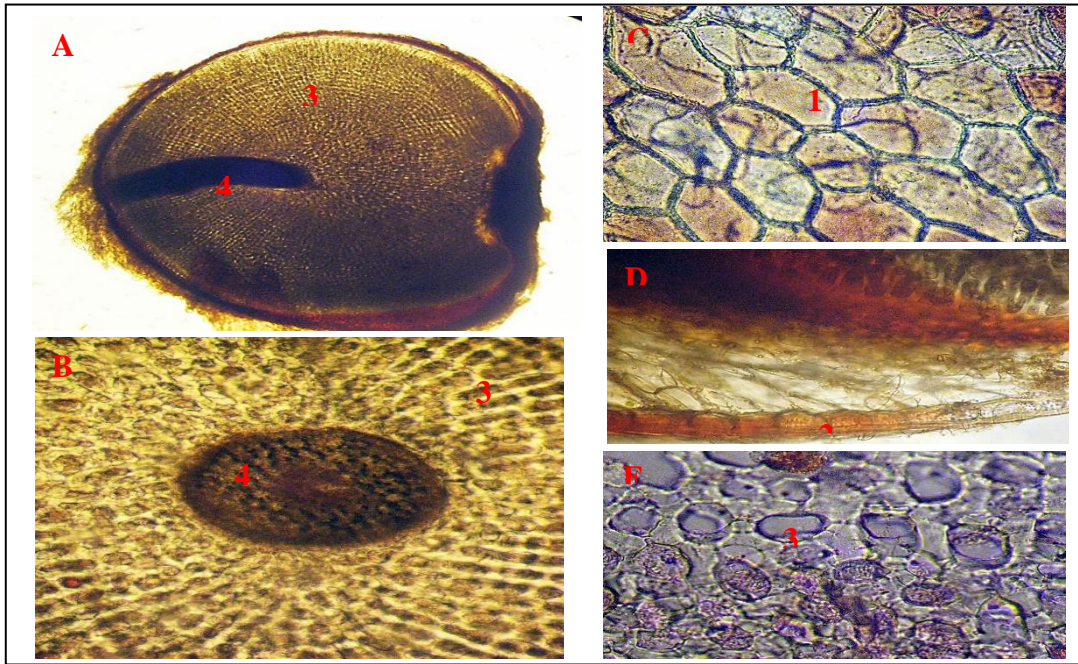
სურ. №5. *Iris pallida* Lam. -ს ღეროს მიკროსტრუქტურა: A. ღეროს სტრუქტურის პანორამა; B. ღეროს ძირითადი სტრუქტურული ელემენტების ფრაგმენტი; C. გამტარი კონის ფრაგმენტი განივ და D. სიგრძე ექსპოზიციაში; 1. ეპიდერმისი; 2. კოლენქიმა; 3. ქლორენქიმა; 4. ქერქის პარენქიმა; 5. სკლერენქიმული ქსოვილი; 6. გამტარი კონის მერქანის სანათურები; 7. სპირალურად გასრგასქელებული ჭურჭელი; 8. ლაფანი. 9. პოლიგონალური უჯრედები.



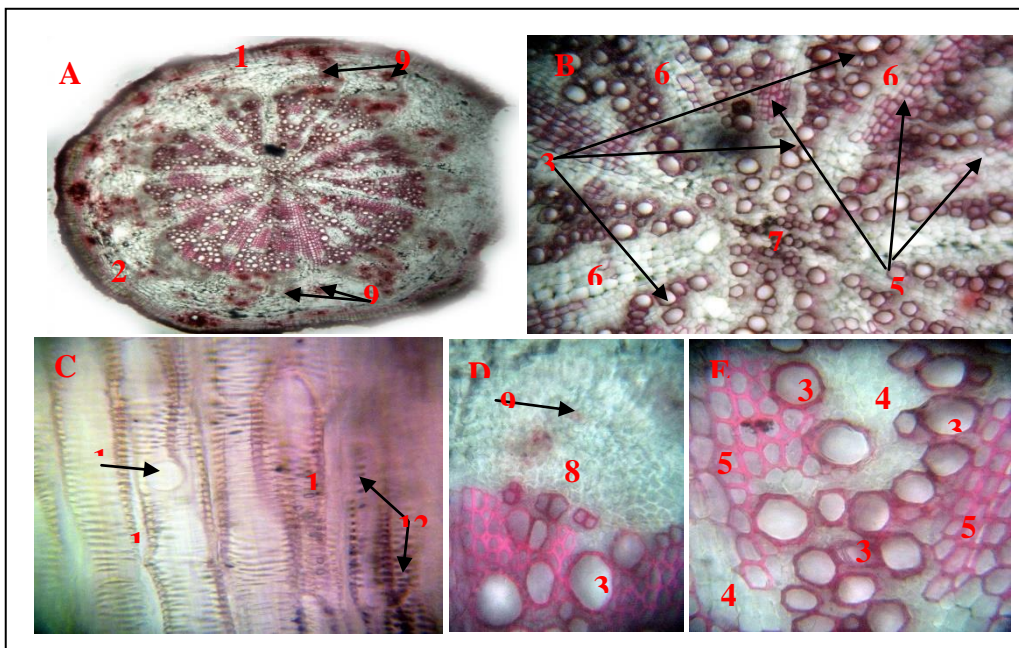
სურ. №6. *Iris pallida* Lam.-ს ფოთლის მიკროსტრუქტურა: A. ფოთლის სტრუქტურის პანორამა; B. ფოთლის რბილობის ფრაგმენტი; C. გამტარი კონების ხედი; D. ფოთლის ეპიდერმული ქსოვილის და მესრისებური პარენქიმის ფრაგმენტი; E. ჭურჭელ-ბოჭკოვანი გამტარი კონა; 1. რომბისებრკედლიანი ფუძემდებარე უჯრედი; 2. ანომოციტური ბაგე; 3. ეპიდერმისი; 4. მესრისებური და 5. ღრუბლისებური პარენქიმის უჯრედები; 6. ობლიტერირებული უჯრედების არე; 7. სკლერენქიმული უჯრედები; 8. მერქნის სანათურები; 9. ლაფანი; 10. გარსშემომფენი ქსოვილი.



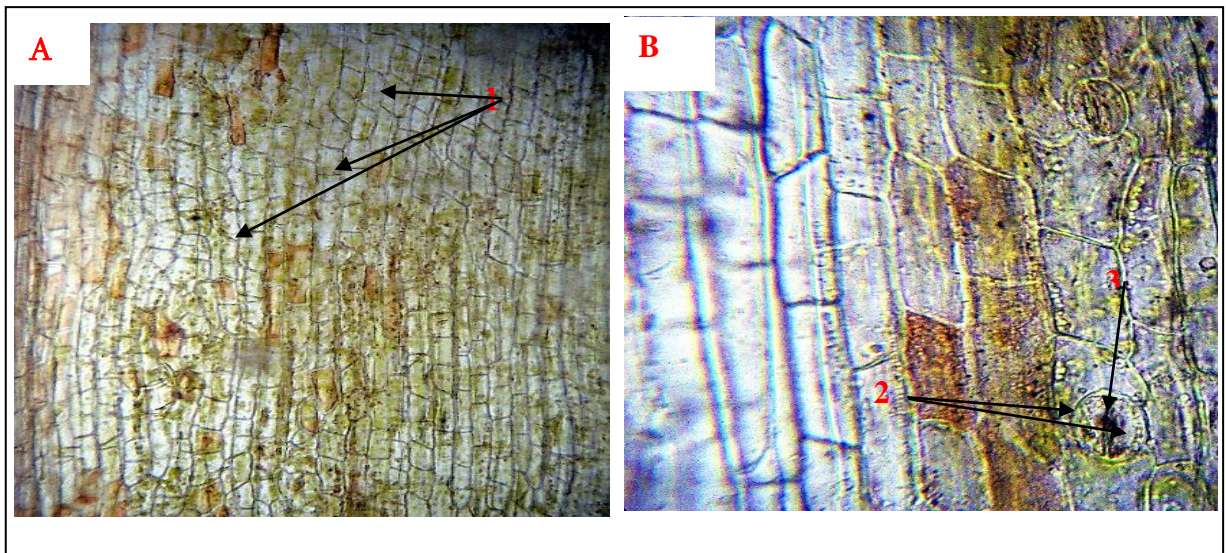
სურ. №7. *Iris pallida* Lam. -ს ნაყოფარემოს მიკროსტრუქტურა: A. ნაყოფარემოს საერთო ხედი; B. ნაყოფარემოს კედლის ფრაგმენტი; C. ნაყოფარემოს კედლის ფრაგმენტი; D. ნაყოფარემოს ბუდეთა შესაყარი; 1. ეგ ზოკარპიუმი; 2. მეზოკარპიუმი; 3. ენდოკარპიუმი; 4. გამტარი კონა; 5. სკლერენქიმა.



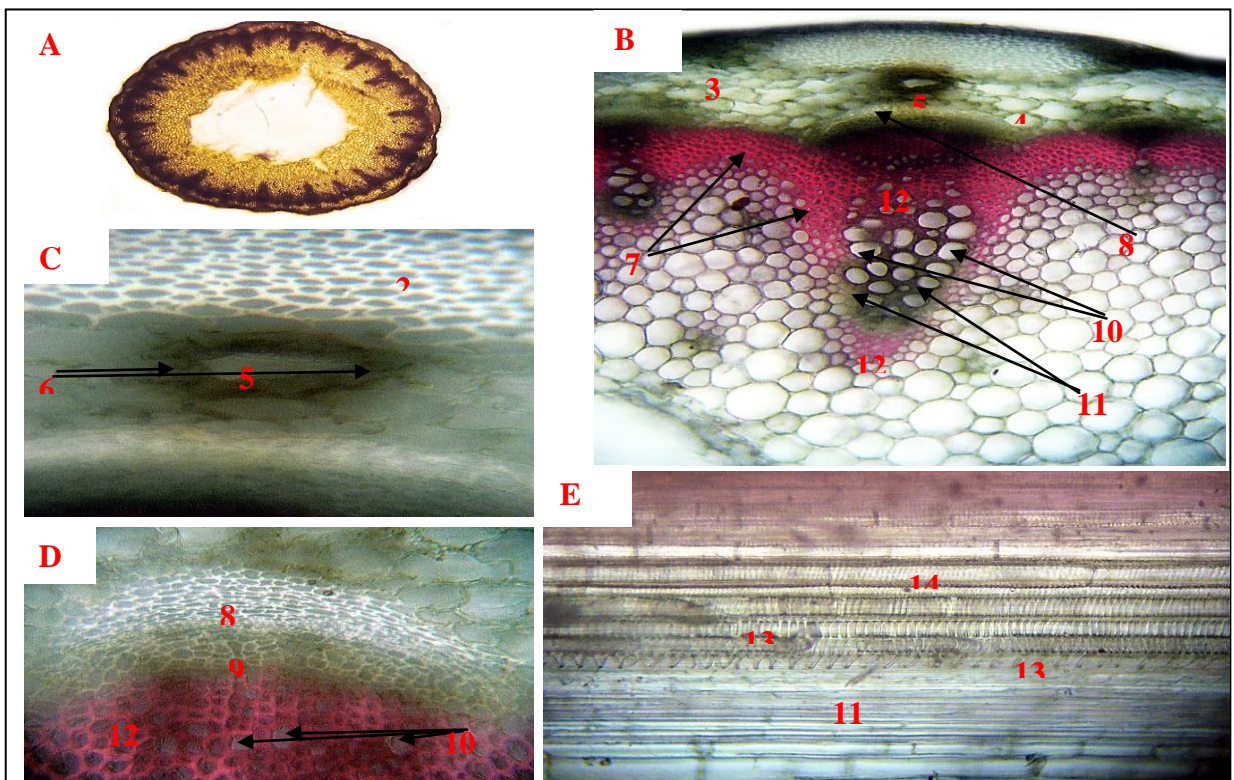
სურ. №8. *Iris pallida* Lam.-ს თესლის მიკროსტრუქტურა: A. თესლის სტრუქტურის ხედი სიგრძივ და B. განივ ჭრილზე; C. თესლის ეპიდერმული ქსოვილის სტრუქტურა ეგზოგენურ ხედზე და D. განივ ჭრილში; E. თესლის ძირითადი პარენქიმა; 1. სწორხაზოვანი, რომბისებრკედლიანი ფუძემდებარე უჯრედები; 2. ეპიდერმისი; 3. არათანაბრად გარსგასქელებული პარენქიმული უჯრედები; 4. ჩანასახი.



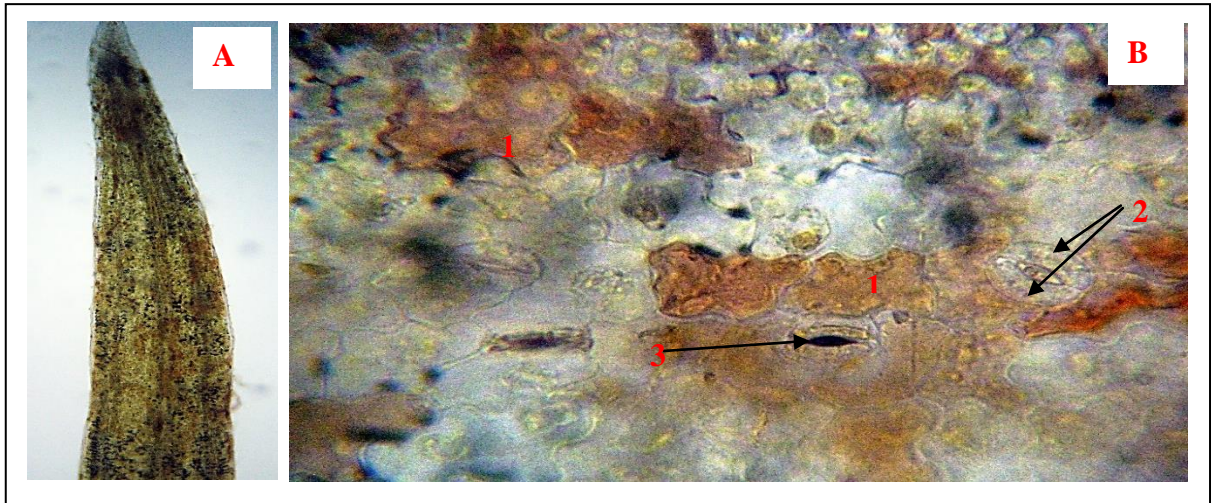
სურ. №9. *Cuminum cyminum* L.-ის ფესვის მიკროსტრუქტურა: A. ფესვის სტრუქტურული არქიტექტონიკის პანორამა; B. პოლიარქული აღნაგობის ცენტრალური ცილინდრის ფრაგმენტი; C. გამტარი ჭურჭლების ფრაგმენტი სიგრძივ ექსპოზიციამში; D., E. გამტარი სისტემის სტრუქტურული ელემენტები; 1. პერიდერმა; 2. ქერქის პარენქიმა; 3. მერქნის გამტარი ჭურჭლები; 4. მერქნის პარენქიმა; 5. ლიბრიფორმი; 6. რადიალური სხივები; 7. პირველადი მერქნის ტრაქეალური ელემენტები; 8. ლაფანი; 9. სეკრეტორული საცავის იდიობლასტური უჯრედი; 10. ზადისებრი და 11. ფლორენი ჭურჭლები; 12. გაქვავებულგარსიანი ფორები; 13. მარტივი პერფორაციული ფირფიტა.



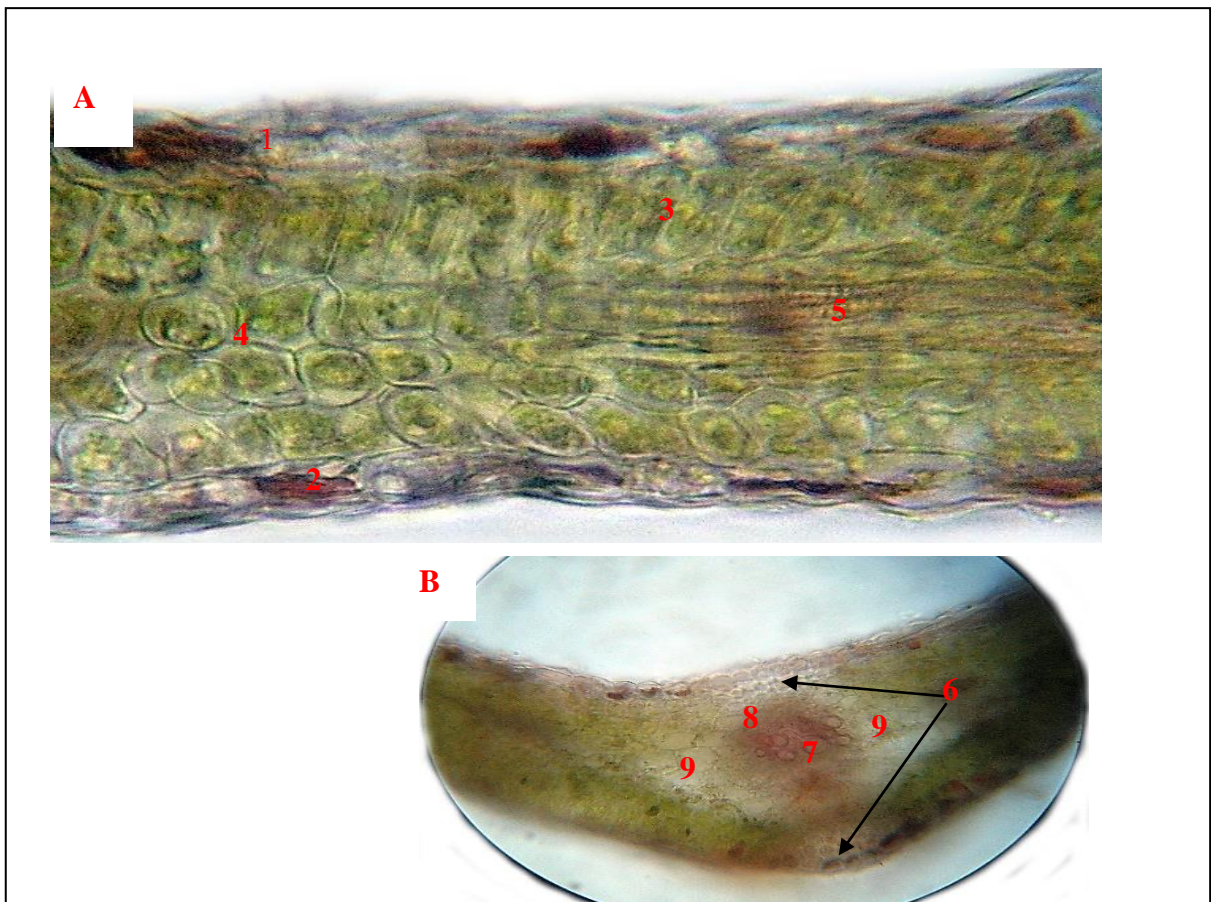
სურ. №10. *Cuminum cyminum* L.-ის ღეროს მფარავი ქსოვილის მიკროსტრუქტურა: A. *Cuminum cyminum*-ის ღეროს ეპიდერმის ფუძემდებარე უჯრედების პანორამა; B. ღეროს მფარავ ქსოვილში სავენტულაციო სისტემის განწყობის ამსახველი ფრაგმენტი; 1. სწორხაზოვანი, კვადრიდახრილკედლიანი ტიპის ეპიდერმული უჯრედი; 2. ანომოციტური ტიპის ბაგის მკეტავი უჯრედები და 3. ბაგეთშორისი ხვრელი.



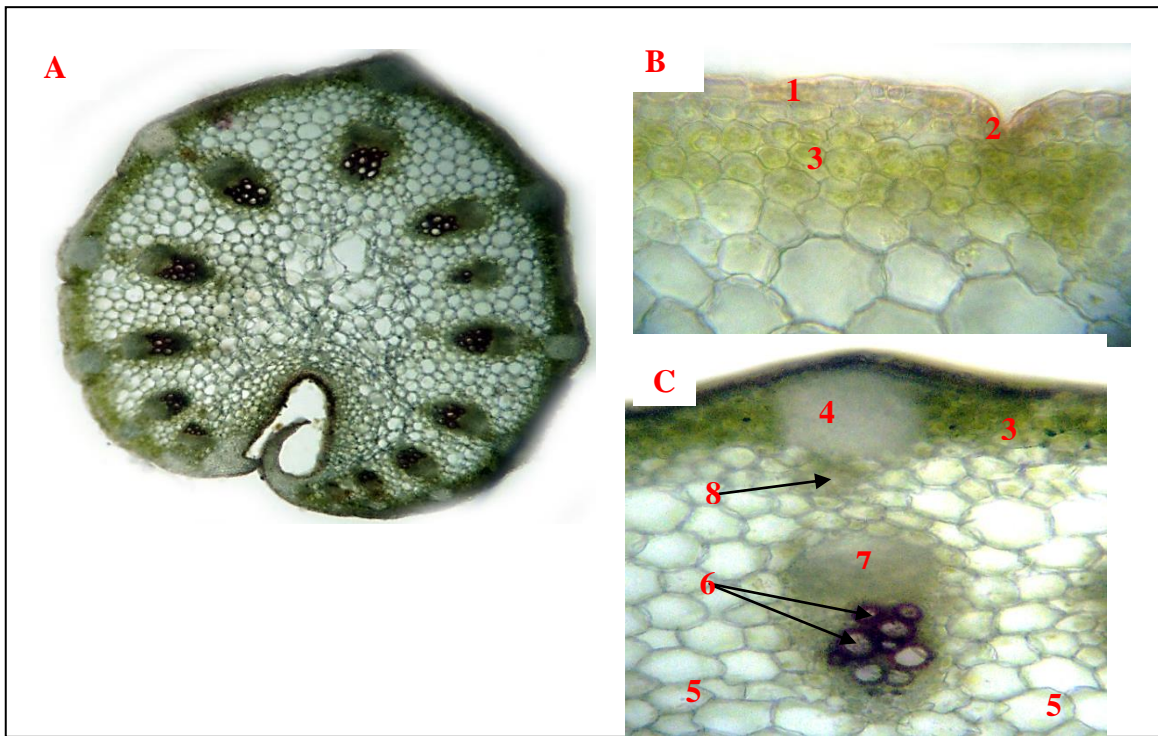
სურ. № 11. *Cuminum cyminum* L.-ის ღეროს მიკროსტრუქტურა: A. ღეროს სტრუქტურის პანორამა; B. ღეროს ძირითადი სტრუქტურული ელემენტების ამსახველი ფრაგმენტი; C. სეკრეტორული სავალის იდიობლასტური უჯრედის ხედი; D. გამტარი ქსოვილის აგრეგატა ფრაგმენტი განივ და E. სივრძივ ექსპოზიციაში; 1. კუტიკულა ეპიდერმისით; 2. კოლენქიმა; 3. ქლორენქიმა; 4. ქერქის პარენქიმული უჯრედები; 5. იდიობლასტური უჯრედი და მისი 6. გარსშემოფენი ქსოვილი; 7. სკლერენქიმული უჯრედები; 8. ლაფანი; 9. კამბიუმი; 10. მერქნის გამტარი ჭურჭლების სანათურები; 11. მერქნის პარენქიმული უჯრედები; 12. მერქნის სკლერენქიმა; 13. სპირალური და 14. ბადისებრი გამტარი ჭურჭლები.



სურ. №12. *Cuminum cyminum* L.-ის ფოთლის მფარავი ქსოვილის მიკროსტრუქტურა: A. ფოთლის სეგმენტის ფრაგმენტი; B. ეპიდერმული ქსოვილის ფრაგმენტი; 1. მრუდბაზოვანი და მრუდკედლიანი ფუძემდებარე უჯრედები; 2. ანომოციტური ბაგის მკეტავი უჯრედები და 3. ბაგეთშორისი ხვრელი.



სურ. №13. *Cuminum cyminum* L.-ის ფოთლის მიკროსტრუქტურა: A. ფოთლის რბილობის დორზოვენტრალური სტრუქტურა; B. მედიანური გამტარი კონა; 1. ეპიდერმისი კუტიკულით; 2. ბაგე; 3. მესრისებური და 4. დრუბლისებური პარენქიმები; 5. სპირალური ანასტომოზი; 6. კოლენქიმა; 7. მერქანი; 8. ლაფანი; 9. გარსშემომფენი ქსოვილი.



სურ. №14. *Cuminum cyminum* L.-ის ფოთლის ყუნწის მიკოსტრუქტურა: A. ფოთლის ყუნწის განაკვეთის პანორამა; B., C. ყუნწის სტრუქტურული ელემენტების ამსახველი ფრაგმენტები; 1. ეპიდერმისი კუტიკულით; 2. ბაგე; 3. ქლოროენქიმა; 4. კოლენქიმა; 5. ძირითადი ქსოვილის პოლიგონალური უჯრედები; 6. მერქნის გამტარ ჭურჭელთა სანათურები; 7. ლაფანი 8. სეკრეტორული საცავის იდიობლასტური უჯრედი.

თავი VII

ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. - ის სხვადასხვა ლოკაციაზე მიღებული ნედლეულის შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის შვიდ სხვადასხვა ლოკაციაზე საკვლევი არომატული სახეობების: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. ზრდა-განვითარების თავისებურებების შესწავლის შედეგად დავადგინეთ, რომ მცენარის ზრდა-განვითარება, ასევე, მიღებული ნედლეულის რაოდენობა და ხარისხი, დამოკიდებულია ნიადაგის მჟავიანობის, ჰუმუსისა და ძირითადი საკვები ნივთიერებების შემცველობის მაჩვენებელზე; სითბოს, სინათლითა და ტენით კარგად უზრუნველყოფაზე; კარგი შედეგები მოგვცა თხევადმა ჰუმინურმა ბიოპრეპარატმაც.

მიზნად დავისახეთ, ლოკაციებზე მიღებული საკვლევი ობიექტების, კერძოდ, ტუბეროზას ყვავილებისა და ბოლქვების, ზამბახის ფესურებისა და ზირას თესლების შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე. ექსპერიმენტისთვის შერჩეული იქნა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლებით გამორჩეული მასალა.

ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრის მიზნით კვლევა ჩავატარეთ გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (*GC-MS*) მეთოდით (თავი 4).

ქვეთავებში VII. 1 - VII. 4, ანოტაციაში, ზოგადად არის მოცემული ექსპერიმენტის შედეგები და ნაჩვენებია ქრომატოგრამები, ხოლო დისერტაციაში დეტალურად არის განხილული ექსპერიმენტის შედეგები, მოცემულია თვალსაჩინოება ყველა ქრომატოგრამისა და მასსპექტრის სახით.

VII.1. *Polianthes tuberosa* L.- ს ყვავილების შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე

Polianthes tuberosa L.- ს ყვავილების ხარისხიანი ნედლეული მიღებული იქნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთისა და აღმოსავლეთ აზიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციებიდან. ამ ორი ლოკაციიდან მიღებული ტუბეროზას ყვავილების *GC-MS* კვლევებით იდენტიფიცირებულია მნიშვნელოვანი ნაერთები, რომლებიც აღირებულია კოსმეტიკაში, პარფიუმერიაში, მედიცინაში და სხვა მიმართულებით.

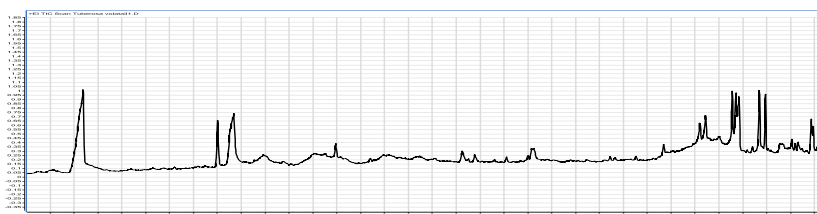
კერძოდ, ეს ნაერთებია,

არადერივატიზირებული:

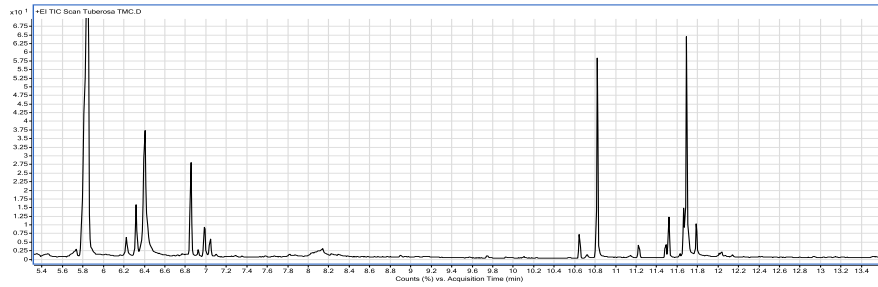
პირანონი: 2,3-დიჰიდრო-3,5-დიჰიდროქსი-6-მეთილ-4(H)-პირან-4-ონი; კუმარანი: 2,3-დიჰიდრობენზოფურანი; 5-ჰიდროქსილმეთილფურფურალი; კუმინოლი: p-ციმენ-7-ოლი; d-გლიცერო-1-გლუკო-ჰეპტოზი; 1,3-დი-იზო-პროპილნაფტალენი; 1,7-დი-იზო-პროპილნაფტალენი; მირისტის მჟავა, ტეტრადეკანის მჟავა; ბენზილ ბენზოატი; β-ჰიდროქსიერბომჟავა; D-მელეზიტოზი: α-D-გლუკოპირანოზიდი, O-α-D-გლუკოპირანოზილ-β-D-ფრუქტოფურანოზილი; მეთილპალმიტატი (სურ. №15).

დერივატიზირებული:

ფლოროგლუცინოლი: 1,3,5-ტრიჰიდროქსიბენზოლი (ტრიმეთილ სილილეთერი); თიმოლი: 2-იზოპროპილ-5-მეთილფენოლი; კარვაკროლი: 2 – მეთილ – 5 (1-მეთილეთილ) ფენოლი; 2 - მეთოქსი - 4 ვინილფენოლი; მეთილ ლინოლეატი: ლინოლის მჟავას მეთილის ეთერი; მეთილიზოსტეარატი: 16 - მეთილესტერი; დილინოლენის მჟავა; ოლეინის მჟავა; სტეარინის მჟავა (სურ. №16).



სურ. №15. *Polianthes tuberosa* L.-ს ყვავილების ექსტრაქტის (არადერივატიზირებული) *GC-MS* ქრომატოგრამა.



სურ. №16. *Polianthes tuberosa* L.-ს ყვავილების ექსტრაქტის (დერივატიზირებული) GC-MS ქრომატოგრამა.

VII.2. *Polianthes tuberosa* L.-ს ბოლქვების შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე

Polianthes tuberosa L.-ს ბოლქვების ხარისხიანი ნედლეული მიღებული იქნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთის, ცენტრალური პარკის, ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპის), ფიტოგეოგრაფიული განყოფილებების ლოკაციებზე.

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ხუთ სხვადასხვა ლოკაციაზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L.-ს ბოლქვების მეთანოლიანი ექსტრაქტების, გაზური ქრომატოგრაფია-მას-სპექტრომეტრული (GC-MS) კვლევის შედეგად გამოვლინდა ბიოსინთეზის პირველადი და მეორადი ნაერთები, კერძოდ:

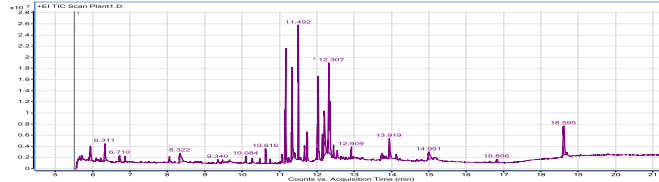
არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების GC-MS კვლევებით დადგენილია სხვადასხვა ნაერთის შემცველობა, იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთები: ცხიმოვანი მჟავები, ელაიდის მჟავის ეთილეთერი (რაც არ გხვდება სხვა ლოკაციებიდან აღებულში), მეთილიზოსტეარატი, ლაქტოზა, პარანონი. სხვა ლოკაციებისაგან განსხვავებით არ აღინიშნება ფურფურალი (სურ. №17.).

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების GC-MS კვლევებით იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთების შემცველობა: პირანონი, ფურანეოლი, ვალერალდეჰიდი, 5-ჰიდროქსიმეთილფურფურალი, 6-ეთილ-2-მეთილპირაზინი, სუპროზა, მელეზიტოზი, გლუკოზა, პალმიტინის მჟავა, პალმიტო ოლეის მჟავა, ეთილპალმიტატი, ოლეინის მჟავა, ლონოლენის მჟავა, ეთილოლეატი (სურ. №18.).

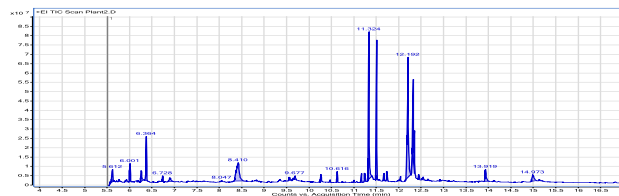
ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ავსტრალიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L. ტუბერების GC-MS კვლევებით დადგენილია სხვადასხვა ნაერთის შემცველობა, იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთები: ფურფურალი, რომელიც შემცირებულია სხვა ლოკაციებთან შედარებით, ძალიან მცირე რაოდენობით პირაზინი (შემცირებულია სხვა ლოკაციებთან შედარებით) (სურ. №19.)

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ცენტრალური პარკის ლოკაციაზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების GC-MS კვლევებით დადგენილია სხვადასხვა ნაერთის შემცველობა, იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთები: მეთილ-2-ეთილ - 5 - მეთილპირაზინი (დომინანტი), მცირე რაოდენობითაა (ევროპულთან შედარებით RT 7.2), 5 -ჰიდროქსი მეთილფურფურალი, რომელიც შემცირებულია ევროპულიდან აღებულთან მიმართებაში. თვისობრივად არ განსხვავდება სხვა ლოკაციებისაგან (სურ. №20).

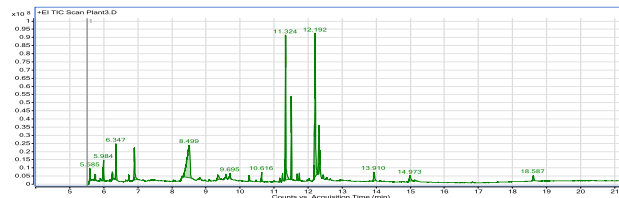
ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ხმელთაშუაზღვისპირეთის ანუ ევროპის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე მიღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების GC-MS კვლევებითაც იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთები: პირანონი (დომინანტი) (სურ. №22.), ფურანეოლი, ვალერალდეჰიდი, 5-ჰიდროქსიმეთილფურფურალი, RT-6.9 (დომინანტი), - 6- ეთილ -2-მეთილპირაზილი, სუპროზა, მელეზიტოზი, გლუკოზა, მანოსი ლაქტონი, პალმიტინის მჟავა, პალმიტო ოლეის მჟავა, ეთილპალმიტატი, ოლეინის მჟავა, ლონოლენის მჟავა, ეთილოლეატი (სურ. №21).



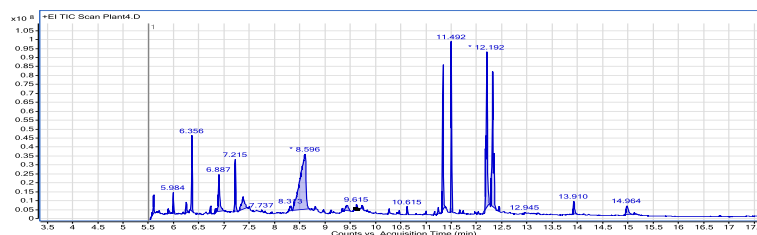
სურ. №17. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა.



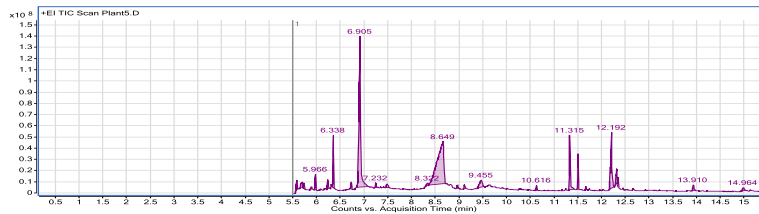
სურ. №18. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა.



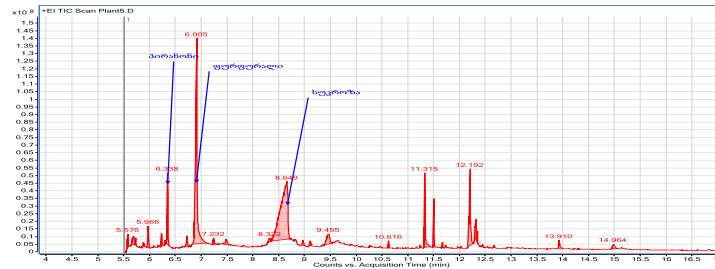
სურ. №19. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ავსტრალიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა.



სურ. №20. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ცენტრალური პარკის ლოკაციაზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა.



სურ. №21. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ევროპის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა.

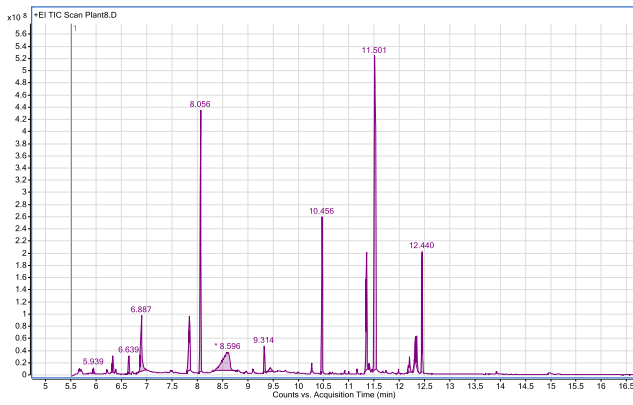


სურ. № 22. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ევროპის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციაზე აღებული *Polianthes tuberosa* L. ბოლქვების ექსტრაქტის GC-MS ქრომატოგრამა, გამოკვეთილი დომინანტი ნივთიერებებით.

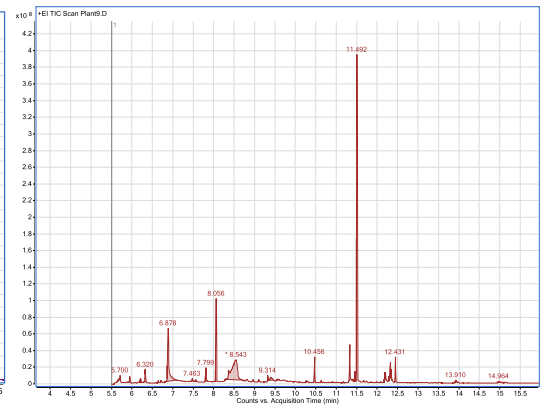
VII.3. *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე

Iris pallida Lam.-ს ფესურების ხარისხიანი ნედლეული მიღებული იქნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთის, ცენტრალური პარკის, ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპის), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილებების ლოკაციებზე.

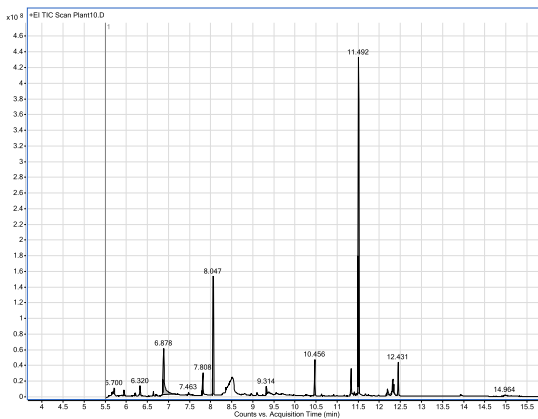
ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ექვს სხვადასხვა ლოკაციაზე მიღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების მეთანოლიანი ექსტრაქტების, გაზური ქრომატოგრაფია-მასსპექტრომეტრული (GC-MS) კვლევის შედეგად გამოვლინდა ბიოსინთეზის პირველადი და მეორადი ნაერთები, კერძოდ: კაპრილის მჟავა, კაპრილის მჟავას ეთილეთერი, 5-ფურან კარბოქსალდეჰიდი (მცირე რაოდენობით), ლაურის მჟავა, ეთილსტეარატი, სუკროზა, მალდოზა, ლაქტოზა, არაქიდინის მჟავის ეთილეთერი, მირისტის მჟავა, ეთილმირისტატი, ჰიდროქსილაურის მჟავა, პალმიტინის მჟავა, სტეარინის მჟავა, ოლეინის მჟავა, მალტოლი, დიჰიდრობენზოფურანი, ციტრალი, ქსილოპირანოზიდი, გამასიტოსტეროლი (სურ.№23-28).



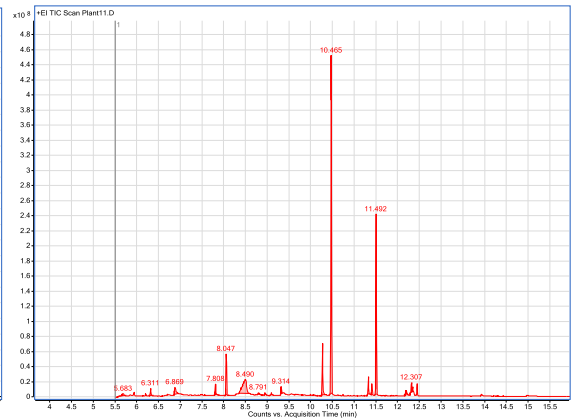
სურ. №23. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ჰიმალაის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა



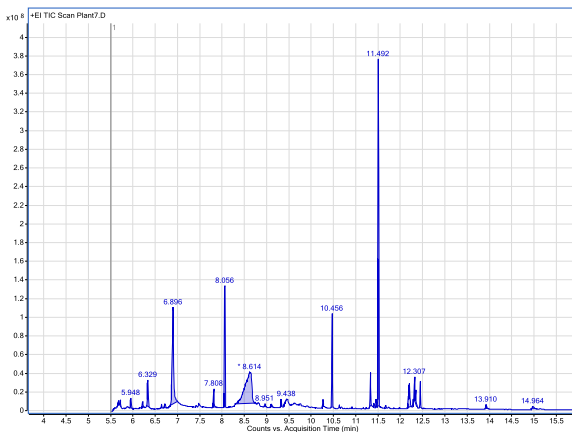
სურ. №24. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა



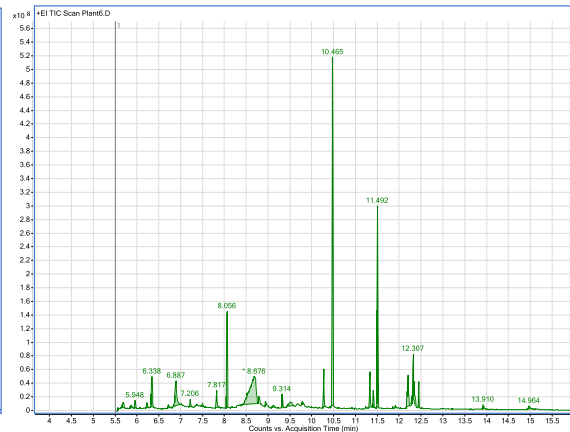
სურ. №25. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ავსტრალიის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა



სურ. №26. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ბაღის არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთის ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა



სურ. №27. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპის) ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა

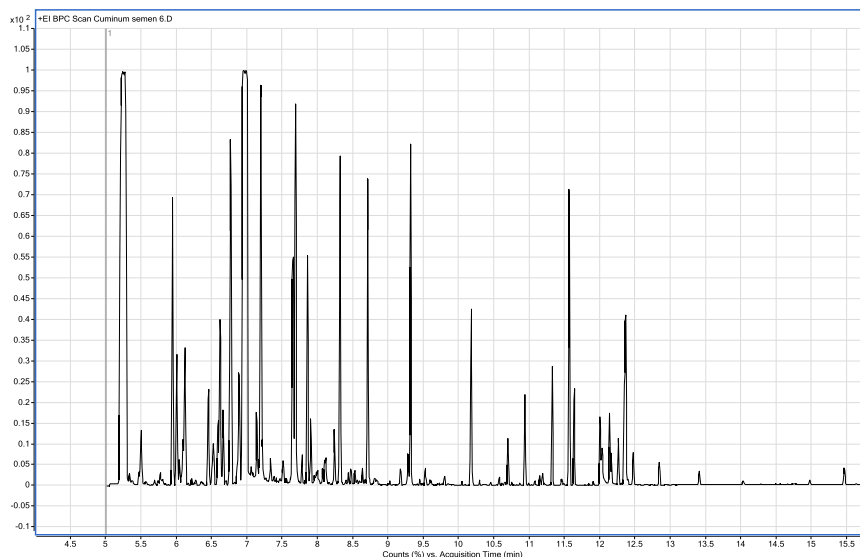


სურ. №28. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ცენტრალური პარკის ფიტოგეოგრაფიული განყოფილების ლოკაციიდან აღებული *Iris pallida* Lam.-ს ფესურების GC-MS ქრომატოგრამა

VII.4. *Cuminum cyminum* L. თესლების შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობაზე

Cuminum cyminum L. თესლების ხარისხიანი ნედლეული მიღებული იქნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთის ლოკაციაზე.

Cuminum cyminum L. თესლების GC-MS კვლევებით იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნაერთები: D-ლიმონენი, ტრანს-p-მენტა-2,8-დიენოლი, 1-ვინილციკლოპექსანოლი, ცის-p-მენტა-2,8-დენ-1-ოლი, ცის - კარვეოლი, ტრანს-კარვეოლი, ტრანს-p-მენტა-1(7),8-დიენ-2-ოლი, ტრანს-p-მენტა-2,8-დიენოლი, კარვეოლი, ტრანს-დიჰიდროკარვონი, (-)-კარვონი (დომინანტი), p-მენტა-1,8-დიენ-3-ონი, (+)-, პენილოლი, ლიმონენ-6-ოლი, ტერპინილ ბუტარატი, ეუგენოლი, კუმალდეჰიდი, ლავამენტი, კარიოფილენოქსიდი, იზოკარიოფილენი, ჰუმულენი, გერანილიზოვალერატი, აცეტეუგენოლი, იზოარომადენდრენი, მირისტის მჟავა, პალმიტის მჟავა, ლინოლენის მჟავა, ოლენის მჟავა, სტეარინის მჟავა, სქუალენი (სურ. №29).



სურ. №29. *Cuminum cyminum* L. - ის თესლების GC-MS ქრომატოგრამა

ამრიგად, ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე მწვანე ტექნოლოგიებით ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების: *Polianthes tuberosa* L. (ტუბეროზა), *Iris pallida* Lam. (ფერმკრთალი ზამბახი), *Cuminum cyminum* L. (ნამდვილი ზირა) ნედლეულის, კერძოდ, ტუბეროზას ყვავილებისა და ბოლქვების, ზამბახის ფესურების, ნამდვილი ზირას თესლების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის გაზომის ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრის (GC-MS) მეთოდით შესწავლის შედეგად, იდენტიფიცირებულია მნიშვნელოვანი ნაერთები, რომელთა ნაწილი ცნობილია და გამოიყენება მედიცინაში, პარფიუმერიაში, კოსმეტიკაში, კვების მრეწველობაში, კულინარიაში და სხვა მრავალი მიმართულებით, გააჩნიათ ანტიოქსიდანტური, ანთების საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობული და სხვა მვირფასი თვისებები.

თავი VIII

ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ყვავილებისგან და ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან ეთერზეთების მიღება „მწვანე ტექნოლოგიებით“

კვლევის ამ ეტაპის მიზანს წარმოადგენდა საკვლევი ობიექტებიდან ეთერზეთების „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღება და მათი შედარებითი დახასიათება.

საკვლევ ობიექტებს წარმოადგენდა ტუბეროზას ყვავილები, ზამბახის ფესურები და ზირას თესლები. ეთერზეთები მივიღეთ ე.წ. „მწვანე ექსტრაქციის“ მეთოდებით ანუ „მწვანე ტექნოლოგიებით“: ჰიდროდისტილაციის; ორთქლით დისტილაციის; გათხევადებული აირებით; მიკროტალღური ჰიდროდისტილაციით; მიკროტალღური გამოხდით გამხსნელის გარეშე და ულტრაბგერითი ექსტრაქციით შემდგომი ჰიდროდისტილაციით (თავი IV).

ზამბახის ფესურებისგან, ტუბეროზას ყვავილებისგან და ზირას თესლებისგან ეთერზეთების მიღების მეთოდების ტექნოლოგიური შეფასების მაჩვენებლები მოცემულია №3-5 ცხრილებში. ეთერზეთების გამოსავლიანობა %-ში განვსაზღვრეთ ნედლეულის აბსოლუტურ მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით.

ცხრილი №3

ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან ეთერზეთების მიღების მეთოდების ტექნოლოგიური შეფასების მაჩვენებლები

ექსტრაქციის მეთოდი	მახასიათებლები			
	ნედლეულის ტენშემცველობა, %	დაწვრილმანე ბული ნედლეულის ნაწილაკების ზომა, მმ	გადადენის დრო, წთ	ეთერზეთის გამოსავლიანობა, %
ფერმენტირებული ნედლეულის (2 წელი) ჰიდროდისტილაცია	5,24	2	120	0,11
60°C ტემპერატურაზე 24 სთ-ის განმავლობაში ფერმენტირებული ნედლეულის ჰიდროდისტილაცია	3,12	2	120	0,10
60°C ტემპერატურაზე 24 სთ-ის განმავლობაში ფერმენტირებული ნედლეულის წყლის ორთქლით დისტილაცია	3,12	2	105	0,09
20%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის წყლიანი ხსნარით დამუშავებული ნედლეულის წყლის ორთქლით დისტილაცია	89,12	2	105	0,11
20%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის წყლიანი ხსნარით დამუშავებული ნედლეულის მიკროტალღური ჰიდროდისტილაცია	89,12	2	120	0,10

20%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის წყლიანი ხსნარით დამუშავებული ნედლეულის მიკროტალღური ექსტრაქცია ექსტრაგენტის გარეშე	89,12	2	120	0,10
20%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის წყლიანი ხსნარით დამუშავებული ნედლეულის ულტრაბგერითი ექსტრაქცია +ჰიდროდისტილაცია	89,12	2	130	0,12
ფერმენტირებული ნედლეულის (2 წელი) გათხევადებული აირით (ფრეონ-12) ექსტრაქცია	5,24	0,5	360	0,13

ზამბახის ფესურებისგან ეთერზეთების მიღების ჰიდროდისტილაციის პროცესის ხანგრძლივობა დადგენილია ექსპერიმენტულად, ეთერზეთების გამოსავლიანობის დინამიკის ცვლილების შესწავლის საფუძველზე. ეთერზეთის გადადენის ინტენსივობა საკმაოდ მაღალია პირველი 30 წთ-ის ჰიდროდიფუზიის დროს და 2 სთ-ის შემდეგ მთავრდება.

ზამბახის ფესურებისგან ეთერზეთების მაქსიმალური გამოსავლიანობა მიიღწევა ორი მეთოდით: 1. 20%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის წყლიანი ხსნარით დამუშავებული ნედლეულის ულტრაბგერითი დამუშავებით და შემდგომი ჰიდროდისტილაციით; 2. ფერმენტირებული ნედლეულის (2 წელი) გათხევადებული აირით (ფრეონ-12) ექსტრაქციით (ცხრილი №3); გამოსავლიანობა ორივე შემთხვევაში თითქმის თანაბარია. ამასთან, „მწვანე“ ტექნოლოგიებთან“ მიმართებაში, უპირატესობა მივანიჭეთ კომბინირებულ მეთოდს (ულტრაბგერითი + ჰიდროდისტილაცია). მოცემული მეთოდით მიღებული ეთერზეთი „კონკრეტია“, 20% თხევადი ეთერზეთის შემცველობით. შემდგომი კვლევები გაგრძელდა აღნიშნული მეთოდით მიღებულ ეთერზეთზე.

ცხრილი №4

ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa L.*) ყვავილებისგან ეთერზეთების მიღების მეთოდების ტექნოლოგიური შეფასების მაჩვენებლები

ექსტრაქციის მეთოდი	მახასიათებლები				
	ექსტრა-გენტი	ნედლეულის ტენშემცველობა, %	დაწვრილმანებული ნედლეულის ნაწილაკების ზომა, მმ	გადადენის დრო, წთ	ეთერ-ზეთის გამოსავლიანობა, %
ჰიდროდისტილაცია	წყალი	88%	8-10	90	0,06
წყლის ორთქლით დისტილაცია	„...“	88%	8-10	90	0,07
მიკროტალღური ჰიდროდისტილაცია	„...“	88%	8-10	90	0,07
მიკროტალღური ექსტრაქცია	-	88%	8-10	90	0,07

ექსტრაგენტის გარეშე					
ულტრაბგერითი ექსტრაქცია + ჰიდროდისტილაცია	წყალი	88%	8-10	100	0,09
გათხევადებული აირით ექსტრაქცია	ფრეონ-12	5,4%	1-2	360	0,05

№4 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ტუბეროზას ყვავილებისგან ეთერზეთის ექსტრაქციის შესწავლილი მეთოდებიდან, აშკარა უპირატესობით გამოირჩევა კომბინირებული მეთოდი: ულტრაბგერით ექსტრაქცია + ჰიდროდისტილაცია. მიღებული ეთერზეთი არის „კონკრეტი“.

ცხრილი №5

ზირას (*Cuminum cyminum L.*) თესლებისგან ეთერზეთების მიღების მეთოდების ტექნოლოგიური შეფასების მაჩვენებლები

ექსტრაქციის მეთოდი	მახასიათებლები				
	ექსტრაგენტი	ნედლეულს ტენშემცველობა, %	დაწვრილმანე-ბული ნედლეულის ნაწილაკების ზომა, მმ	გადადენის დრო, წთ	ეთერზეთის გამოსავლიანობა, %
ჰიდროდისტილაცია	წყალი	3,46	0,7	90	2,5
წყლის ორთქლით დისტილაცია	„...“	3,46	0,7	90	2,8
მიკროტალღური ჰიდროდისტილაცია	„...“	3,46	0,7	90	2,6
მიკროტალღური ექსტრაქცია ექსტრაგენტის გარეშე	-	3,46	0,7	90	2,7
ულტრაბგერითი ექსტრაქცია + ჰიდროდისტილაცია	წყალი	3,46	0,7	100	2,6
გათხევადებული აირით ექსტრაქცია	ფრეონ-12	2,31	0,7	360	2,5

ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემები (ცხრილი №5) მოწმობენ, რომ ზირას თესლებისგან ეთერზეთის მისაღებად მიზანშეწონილია წყლის ორთქლით დისტილაციის მეთოდის გამოყენება.

კვლევის შემდგომ ეტაპზე შევისწავლეთ მაღალი გამოსავლიანობის მეთოდებით მიღებული ეთერზეთების ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. ზამბახის და ტუბეროზას „კონკრეტებისაგან“ მოვამზადეთ აგრეთვე „აბსოლიუ“ („აბსოლუტები“) ეთილის სპირტით ექსტრაქციით. შედეგები მოცემულია №6 ცხრილში.

სხვადასხვა ტექნოლოგიით მიღებული ზამბახის, ტუბეროზას და ზირას ეთერზეთების
ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

მახასიათებლები	პროდუქტის დასახელება				
	ეთერზეთი	კონკრეტი		აბსოლიუ (აბსოლუტი)	
	ზირა	ზამბახი	ტუბეროზა	ზამბახი	ტუბეროზა
გარეგნული სახე	ადვილად მოძრავი სითხეა	სქელი, მალამოსე-რი მასა	სქელი პასტისებური მასა	მოძრავი გამჭვირვალე სითხეა	მოძრავი არა ნიუტონისული დინების სითხეა
ფერი	ღია ყვითელი, მომწვანო-ყავისფერი	მუქი ყვითელი	ყავისფერი	ყვითელი	წითელი-ვარდისფერი
სუნი	ძლიერი, რბილი, სანელებლის, ცხიმინი, ახალი მწვანის ელფერით	ძლიერი იის	გაჯერებული, მძიმე, ტკბილი, ყვავილოვანი არომატით	ძლიერი იის	გაჯერებული, მძიმე, ტკბილი, ყვავილოვანი არომატით
ეთერზეთის სიმკვრივე, 20 °C	0,924	0,912	0,952	0,934	0,983
ეთერზეთის გარდატეხის მაჩვენებელი, 20 °C	1,505	1,439	1,447	1,496	1,495
მჟავურობის რიცხვი, მგ KOH/გ	2,9	178	157	6,2	78
ეთერის რიცხვი, მგ KOH/გ	38	32	108	52	137

მოყვანილი მონაცემებიდან (ცხრილი №6) ჩანს, რომ ზამბახის, ტუბეროზას და ზირას ეთერზეთები, ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით აკმაყოფილებენ შესაბამისი სტანდარტების მოთხოვნებს.

ამრიგად, ზამბახის ფესურებისგან, ტუბეროზას ყვავილებისგან და ზირას თესლებისგან ეთერზეთები მივიღეთ „მწვანე ექსტრაქციის“ მეთოდებით: ჰიდროდისტილაციით; ორთქლით დისტილაციით; გათხევადებული აირებით მიკროტალღური ჰიდროდისტილაციით; მიკროტალღური გამომხდით გამხსნელის გარეშე და ულტრაბგერითი ექსტრაქციით შემდგომი ჰიდროდისტილაციით. ჩვენს მიერ ექსტრაქციის მეთოდების შედარებით ასპექტში შესწავლით დადგენილია, რომ ზამბახის ფესურებისგან და ტუბეროზას ყვავილებისგან ეთერზეთების მიღებისთვის ოპტიმალურია კომბინირებული „მწვანე მეთოდი“: ულტრაბგერითი ექსტრაქცია შემდგომი ჰიდროდი-

სტილაციით; ზირას თესლებისგან ეთერზეთების მაქსიმალური გამოსავლიანობა მიიღწევა ნედლეულის წყლის ორთქლით დისტილაციით.

ზამბახის, ტუბეროზას და ზირას ეთერზეთების ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების შესწავლით დადგენილია, რომ კეთილხარისხოვნებით საკვლევი ობიექტები აკმაყოფილებენ შესაბამისი სტანდარტის მოთხოვნებს.

თავი IX

ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან და *Polianthes tuberosa* L.-ს ყვავილებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების შემადგენლობის შესწავლა გაზური ქრომატოგრაფია- მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით

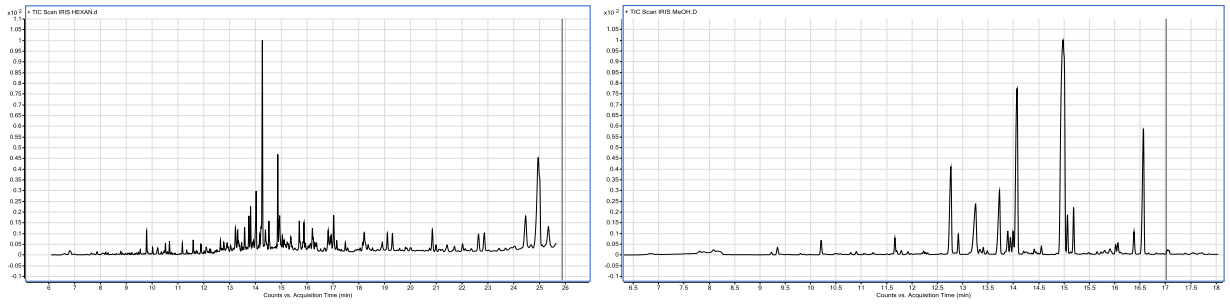
ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან და ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ყვავილებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთები შევისწავლეთ გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით (თავი IV).

ზირას თესლების ეთერზეთში იდენტიფიცირებულია ისეთი მნიშვნელოვანი ნაერთები, როგორცაა: (-)- β -პინენი; -(+)-(R)-ლიმონენი (დომინანტი); 3-კარენი; β -ლინალოლი; ტრანს-p-მენტა-2,8-დიენოლი; ლიმონენის ეპოქსიდი; 6-კამფენონი; ცის-კარვეოლი; p-მენტა-8-ენ-2-ოლი; ტრანს დიჰიდრო-კარვონი; ცის-კარვეოლი; დიჰიდროკარვეოლი; (-)-კარვონი (დომინანტი); პერილალდეჰიდი; (-)-ცის-კარვილ აცეტატი; ლიმონენ-1,2-დიოლი; β -ელემენი; კარიოფილენი.

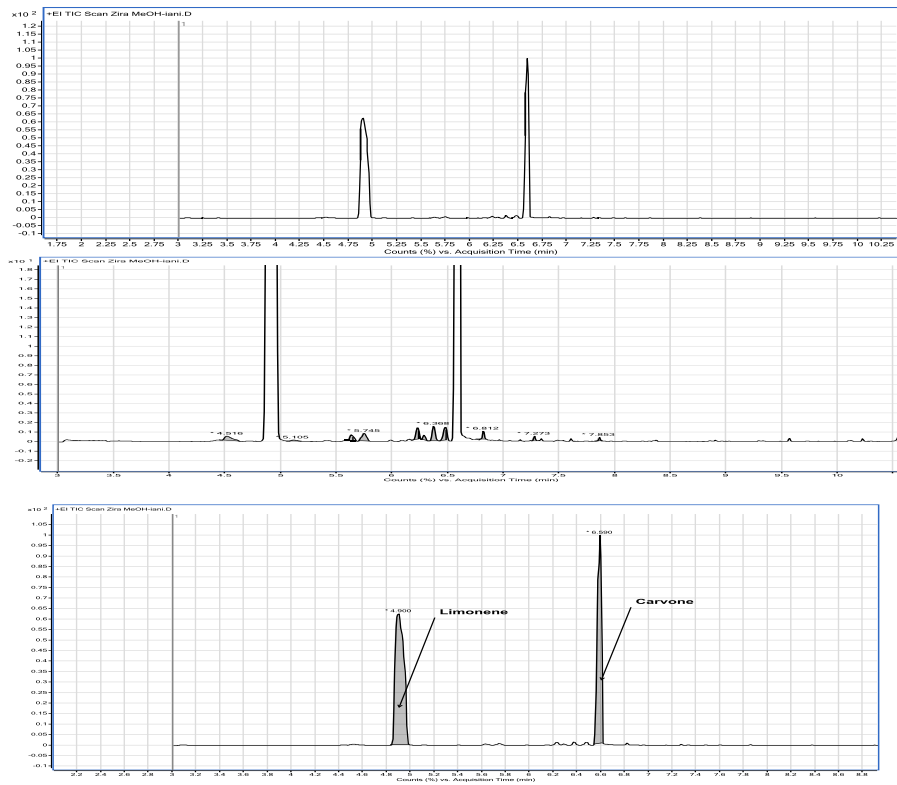
ზამბახის ფესურების ეთერზეთში იდენტიფიცირებულია: ციტრონელოლი; ციტრალი; (\pm)-ცის-ვერბენოლი; β -გერანიოლი; 2,3 - ეპოქსიგერანიალი; α -ციტრალი; (R)-ლავანდულილ-აცეტატი; დიჰიდროფსუდოიონონი; გერანილ - ვინილ - ეთერი; ბენზოფურანი; თიმოლი; მეთილ-ცის - ცინამატი; ვანილინი; ვანილილ - მეთილ - კეტონი; p - კუმარის მჟავას მეთილ ესტერი (დომინანტი); მეთილ-p-კუმარატი (დომინანტი); ფერულის მჟავას მეთილესტერი (დომინანტი); მეთილ - 3,4-დიმეთოქსიცინამატი.

ტუბეროზას ყვავილების ეთერზეთში იდენტიფიცირებულია აქროლადი ნაერთები: მეთილბენზოატი; პირანონი; ფლოროგლუცინოლი; დიჰიდროკუმარონი (კუმარანი), p-ციმენოლი.

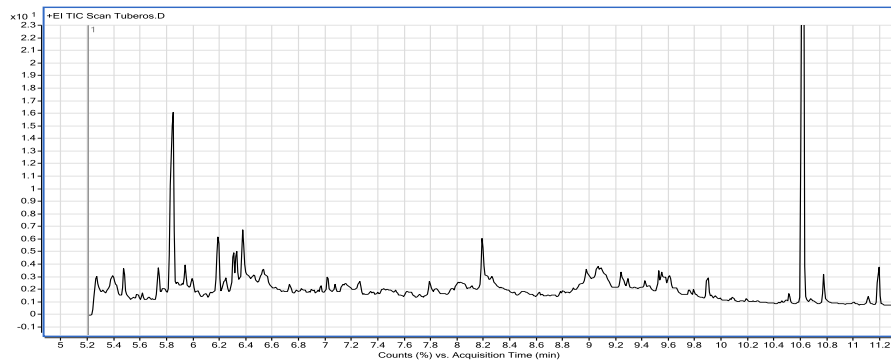
დისერტაციაში მოცემული გვაქვს თითოეული ნივთიერების ქრომატოგრამა და მასსპექტრები, ავტორეფერატში მოგვყავს ზოგადი ქრომატოგრამები და მასსპექტრები (სურ.№30-32).



სურ. №30. *Iris pallida* Lam.-ს ფესურებიდან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთის GC-MS ქრომატოგრამები



სურ. №31. *Cuminum cyminum* L.-ს თესლებიდან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთის GC-MS ქრომატოგრამები



სურ. №32. *Polianthes tuberosa* L. ყვავილებიდან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთის GC-MS ქრომატოგრამა

თავი X

***Iris pallida* Lam. ფესურებისგან, *Polianthes tuberosa* L. ყვავილებისგან და *Cuminum cyminum* L. თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების სკრინინგი ანტიბაქტერიული აქტივობაზე**

კვლევის შემდეგ ეტაპზე, მიზნად დავისახეთ, ჩვენს მიერ ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული, მწვანე ტექნოლოგიებით გამოზრდილი ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ყვავილებისგან და ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული მოქმედების შესწავლა.

ზამბახის ფესურებისგან და ტუბეროზას ყვავილებისგან ოპტიმალური კომბინირებული „მწვანე მეთოდით“ ულტრაბგერითი ექსტრაქცია შემდგომი ჰიდროდი-სტილაციით, ხოლო ზირას თესლებისგან წყლის ორთქლით დისტილაციით მაქსიმალური გამოსავლიანობით მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული აქტივობის შესასწავლად, კვლევა განხორციელდა გიორგი ელიავას სახელობის ბაქტერიოფაგიის, მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის ინსტიტუტში (თბილისი, საქართველო).

საკვლევი ნიმუშების ანტიმიკრობული აქტიურობის ინ ვიტრო შეფასება ჩატარდა “Spot Test” - წერტილოვანი ტესტირების მეთოდით, ბაქტერიული შტამების განსაზღვრული ნაკრების მიმართ შემდეგ კულტურებზე: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomona spp.*

წერტილოვანი ტესტირების მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ინდიკატორული შტამების ბულიონიანი კულტურის 0.2 მლ ერევა 2.5მლ ნახევრად თხიერ (0.7%) აგარს და გადააქვთ პეტრის ფინჯნებზე, რომლებზეც წინასწარ შემოხაზული უნდა იყოს 1სმ დიამეტრის წრეები. აგარის გამკვრივების შემდეგ (20 წთ) საკვლევი ფილტრატების 10^{-2} 10^{-4} 10^{-6} 10^{-8} განზავებებიდან 0.01 მლ მოცულობით აწვეთებენ შემოხაზულ წრეებში. ფინჯნებს ტოვებენ ნახევრად სახურავ ახდილ მდგომარეობაში წვეთების გაშრობამდე. შემდგომ ხდება ფინჯნების ინკუბირება თერმოსტატში 37°C-ზე 18-24 სთ განმავლობაში. პრეპარატის ზემოქმედება ბაქტერიულ ნაზარდზე აღინიშნება ლიზისური უბნების არსებობით. “Spot Test” საშუალებას იძლევა განისაზღვროს გამოსაკვლევი ფილტრატის აქტიურობის ხარისხი.

პრეპარატის ლიზისური აქტივობის და სპექტრის განსაზღვრა - ლიზისური აქტივობისა და სპექტრის განსაზღვრისათვის ვიღებთ 24 საათიანი ბაქტერიული კულტურის ჩამონარეცხს ირიბი აგარიდან, ვაზავებთ ათჯერ (108 უჯრ/მლ), ვაკეთებთ გაზონს პეტრის ფინჯანზე, როგორც ეს Spot test -ის მეთოდშია აღწერილი და ვაწვეთებთ 10 μ ლ პრეპარატს. 37 °C- ზე 18 - 24 საათიანი ინკუბაციის შემდეგ პრეპარატის მიერ წარმოქმნილი ლიზისური ზონების ხარისხის მიხედვით ხდება ლიზისური აქტივობის განსაზღვრა.

ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ყვავილებისგან და ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული აქტივობის სკრინინგის შედეგები მოცემულია №7 ცხრილში.

Iris pallida Lam. ფესურებისგან, *Polianthes tuberosa* L. ყვავილებისგან და *Cuminum cyminum* L. თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული აქტივობის სკრინინგის შედეგები

შტამი	საკვლევი ეთერზეთების დასახელება		
	ზამბახი	ტუბეროზა	ზირა
<i>Streptococcus. spp</i>	-	-	R
<i>Streptococcus pyogenes</i>	-	4+	-
<i>Escherichia coli</i>	4+	-	4+
<i>Salmonella typhimurium</i>	4+	-	3+
<i>Proteus vulgaris</i>	4+	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	4+	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	3+	3+	4+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3+	-	4+
<i>Klebsiella Spp.</i>	3+	-	3+
<i>Proteus spp.</i>	3+	-	3+
<i>Streptococcus. spp</i>	4+	-	-
<i>Enterococcus spp</i>	4+	-	4+
<i>Shigella spp</i>	3+	-	3+
<i>Staphylococcus spp</i>	R	-	R
<i>Enterobacter spp</i>	4+	-	4+
<i>Pseudomona spp</i>	2+	-	2+

ცხრილიდან ჩანს, რომ საკვლევი ობიექტებს გააჩნია გამოხატული ანტიბაქტერიული ეფექტი. ფართო სპექტრის ანტიბაქტერიული მოქმედებით გამოირჩევა ზირას თესლებისგან და ზამბახის ფესურებისგან მიღებული ეთერზეთი.

ამრიგად, ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ჩვენს მიერ ინტროდუცირებული, მწვანე ტექნოლოგიებით გამოზრდილი ზამბახის (*Iris pallida* Lam.) ფესურებისგან, ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ყვავილებისგან და ზირას (*Cuminum cyminum* L.) თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული მოქმედების შეს-

წავლის შედეგად, ბაქტერიული შტამების განსაზღვრული ნაკრების მიმართ შემდეგ კულტურებზე: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomona spp.* დადგენილია:

- 1) საკვლევ ობიექტებს გააჩნია გამოხატული ანტიბაქტერიული ეფექტი;
- 2) ფართო სპექტრის ანტიბაქტერიული მოქმედებით გამოირჩევა ზირას თესლებისგან და ზამბახის ფესურებისგან მიღებული ეთერზეთი;
- 3) განსაკუთრებით მაღალი ანტიბაქტერიული აქტივობა აჩვენა: ა) ზირას თესლების ეთერზეთმა ბაქტერიულ შტამებთან მიმართებაში: *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; ბ) ზამბახის ფესურების ეთერზეთმა შემდეგ ბაქტერიულ შტამებთან მიმართებაში: *Escherichia coli*; *Salmonella typhimurium*; *Proteus vulgaris*; *Streptococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; გ) ტუბეროზას ყვავილების ეთერზეთმა ბაქტერიულ შტამებთან მიმართებაში: *Streptococcus pyogenes*; *Enterococcus faecalis*.

დასკვნები

ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ბაზაზე, პირველად არის შესწავლილი ზოგიერთი არომატული მცენარის ინტროდუქციისა და გადამუშავების მწვანე ტექნოლოგიები.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე, ჩამოყალიბებულია დასკვნები:

1. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის კოლექციისთვის ახალი, არომატული მცენარეების - ტუბეროზა - *Polianthes tuberosa* L., ილი - *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., არაბული ყავა - *Coffea arabica* L., კონგოლეზის ყავა - *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner., ნამდვილი ზირა - *Cuminum cyminum* L., სინამაქის ხე - *Cassia angustifolia* Delile., ფერმკრთალი ზამბახი - *Iris pallida* Lam., ვანილი - *Vanilla planifolia* Jacks., კოჭა - *Zingiber officinale* Roscoe., ყვითელი კოჭა - *Curcuma longa* L., ინტროდუქციის პირველადი შედეგების გაანალიზების მიზნით, ღია გრუნტში ზრდა-განვითარების თავისებურებების შესწავლის შედეგად დადგენილი იქნა:

ა) თესლიდან და ბოლქვიდან აღმონაცენი ყველა სახეობამ განივითარა;

ბ) ღია გრუნტის პირობებში სრულ ვეგეტაციურ და გენერაციულ განვითარებას გადის სახეობები: *Polianthes tuberosa* L., *Cuminum cyminum* L., *Iris pallida* Lam. ისინი ყვავილობენ, ივითარებენ ნაყოფსა და ნაწილობრივ, თესლს, რაც ახალ გარემო პირობებთან სრული ადაპტაციის მაჩვენებელია;

გ) *Cassia angustifolia* Delile. ღია გრუნტის პირობებში ყვავილობს, მაგრამ ვერ ასწრებს სათესლე პარკების განვითარებას. დეკემბრის თვეში მცენარე იყინება და ხმება. ორანჟერიის პირობებში მცენარე ყვავილობს, ნაყოფმსხოიარობს და ივითარებს თესლს;

დ) სახეობებისთვის: *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Coffea arabica* L., *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner., *Vanilla planifolia* Jacks., ორანჟერიის პირობებში ხელსაყრელი ვეგეტაციური განვითარება ნორმალურად მიმდინარეობს, გენერაციული განვითარება აღენიშნება *Coffea arabica* L.- ს და *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner - ს;

ე) ღია გრუნტის პირობებში, ვეგეტაციური ორგანოები სრულ განვითარებას აღწევენ, თუმცა, არ ყვავილობენ: *Curcuma longa* L.; *Zingiber officinale* Roscoe.; *Elettaria cardamomum* (L.) Maton.

2) ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ - კლიმატურ პირობებში ინტროდუცირებულ არომატულ მცენარეებში, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის შესწავლის მიზნით შერჩეული მნიშვნელოვანი არომატულ-სახელებელი სახეობების: *Cassia acutifolia* Delile. - თესლი, ყვავილი, ფოთოლი; *Cuminum cyminum* L. - თესლი; *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner. და *Coffea Arabica* L., ფოთლები და ნაყოფი; *Vanilla planifolia* Jacks. - ფოთლები; *Elettaria cardamomum* (L.) Maton. - ფოთლები, ანალიზის შედეგად:

ა) თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სკრინინგის შედეგად, გამოვლენილია ეთერზეთების, გლიკოზიდების, ფლავონოიდების აგლიკონების შემცველობა;

ბ) გაზური ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის GC-MS მეთოდით, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის შესწავლის შედეგად, იდენტიფიცირებულია სხვადასხვა კლასის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. ეთერზეთების შემცველობა დადგენილია ყველა საკვლევ სახეობაში.

3. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებაში, განსხვავებული ექსპოზიციისა და ნიადაგების პირობებში, შვიდ ლოკაციაზე: აღმოსავლეთ აზიის, ჰიმალაის, ავსტრალიის, ხმელთაშუაზღვისპირეთის (ევროპული), ჩრდილოეთ ამერიკის ფიტოგეოგრაფიულ განყოფილებებში, ცენტრალურ პარკსა და ექსპერიმენტულ ნაკვეთზე, მწვანე აგროტექნიკური ღონისძიებების შედეგად მიღებული არომატული მცენარეების: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., ზრდა-განვითარების თავისებურებების შესწავლის შედეგად, დადგენილია:

ა) *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., საკმაოდ კარგად ეგუებიან ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებს;

ბ) საკვლევი ობიექტები ზრდისა და განვითარების სრულ ციკლს გადიან მზის კარგი განათებისა და ნიადაგის ნაყოფიერებით გამორჩეულ ლოკაციებზე, ასევე, მათ ვეგეტაციურ-გენერაციულ განვითარებას მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მინერალური და ორგანული ნივთიერებების შემცველობის თხევადი ჰუმინური ბიოპრეპარატის გამოყენება;

გ) ლოკაციებზე მაღალი ანტიმიკრობული მოქმედების მერქნიანი მცენარეების გარემოცვა განაპირობებს საკვლევი სახეობების მავნებელ-დაავადებებისგან თავისუფალი, ჯანსაღი ნარგაობის მიღებას;

დ) ზრდა-განვითარების სრული ციკლი *Polianthes tuberosa* L. - ს შემთხვევაში, მოიცავს მასიდან დეკემბრის ჩათვლით პერიოდს; *Iris pallida* Lam.-ს შემთხვევაში, იანვრიდან სექტემბრის ჩათვლით პერიოდს, ხოლო *Cuminum cyminum* L.-ის შემთხვევაში, თითქმის მთელ წელიწადს;

ე) საკვლევი ობიექტებიდან, სრულ გენერაციულ განვითარებას გადის: *Iris pallida* Lam. და *Cuminum cyminum* L., ხოლო *Polianthes tuberosa* L. ყვავილობს, მაგრამ არ ნაყოფმსხმოიარობს;

ვ) *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L.- ის გამრავლება ბათუმის ბოტანიკური ბაღის პირობებში შესაძლებელია მწვანე, აგროტექნიკური ღონისძიებების შედეგად მიღებული ადგილობრივი რეპროდუქციის სათესი და სარგავი მასალით: *Cuminum cyminum* L.-ისა და *Iris pallida* Lam.-ს შემთხვევაში, თესლით; *Polianthes tuberosa* L.-ს შემთხვევაში, ვეგეტაციურად, ვეგეტაციის პროცესში წარმოქმნილი მრავალი შვილეული ბოლქვის საშუალებით.

ზ) ბათუმის ბოტანიკური ბაღის ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში, ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., მწვანე ტექნოლოგიებით გაშენება, წარმატებით არის შესაძლებელი.

4. შესწავლილია *Polianthes tuberosa* L.- ს მიწისქვეშა და მიწისზედა ვეგეტაციური ორგანოების - ბოლქვის, ფოთლის, მიკროსტრუქტურული; *Iris pallida* Lam.- ს გენერაციული და ვეგეტაციური ორგანოების - ფოთლის, ღეროსა და ნაყოფის; *Cuminum cyminum* L.- ის მიწისქვეშა და მიწისზედა ვეგეტაციური ორგანოების - ფესვის, ღეროსა და ფოთლის მაკრო- და მიკროსტრუქტურული მახასიათებლები. დადგენილია სადიაგნოსტიკო ნიშნები, რასაც ბოტანიკურ მეცნიერებაში ფუნდამენტური კვლევის თვალთახედვით მნიშვნელობის გარდა, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნედლეულის წარმოებისთვის, ეთერზეთოვანი მცენარეების იდენტიფიკაციისა და ნამდვილობის დადგენის მიზნით.

5. ბათუმის ბოტანიკური ბაღის სხვადასხვა ლოკაციაზე, არომატული მცენარეების *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., ნედლეულის, კერძოდ, ტუბეროზას ყვავილებისა და ბოლქვების, ზამზახის ფესურებისა და ზირას თესლების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის გაზური ქრომატოგრაფია - - მასსპექტრომეტრიის (GC-MS) მეთოდით შესწავლის შედეგად, იდენტიფიცირებულია სხვადასხვა კლასის ნაერთები, რომელთა ნაწილი ცნობილია და გამოიყენება მედიცინაში, პარფიუმერიაში, კოსმეტიკაში, კვების მრეწველობაში, კულინარიაში და სხვა მიმართულებით, გააჩნიათ ანტიოქსიდანტური, ანთების საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობული და სხვა თვისებები.

6. ექსტრაქციის მეთოდების შედარებით ასპექტში შესწავლით დადგენილია, რომ *Iris pallida* Lam.-ს ფესვებისგან და *Polianthes tuberosa* L.-ს ყვავილებისგან ეთერზეთების მიღებისთვის ოპტიმალურია კომბინირებული „მწვანე მეთოდი“: ულტრაბგერითი ექსტრაქცია შემდგომი ჰიდროდისტილაციით; *Cuminum cyminum* L.-ის თესლებისგან ეთერზეთების მაქსიმალური გამოსავლიანობა მიიღწევა ნედლეულის წყლის ორთქლით დისტილაციით.

7. *Polianthes tuberosa* L.- ს, *Iris pallida* Lam.- ს, *Cuminum cyminum* L. - ის ეთერზეთების ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების შესწავლით დადგენილია, რომ კეთილხარისხოვნების მაჩვენებლებით საკვლევი ობიექტები აკმაყოფილებენ შესაბამისი სტანდარტის მოთხოვნებს.

8. *Iris pallida* Lam.- ს ფესვებისგან, *Cuminum cyminum* L.- ის თესლებისგან და *Polianthes tuberosa* L.- ს ყვავილებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ქრომატოგრაფია - მასსპექტრომეტრიის (GC/MS) მეთოდით ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ საკვლევი ეთერზეთები შეიცავენ: ტერპენებს, ტერპენოიდებს, ფენოლის ნაწარმებს, ალიფატურ და არომატულ კომპონენტებს.

9. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული, „მწვანე ტექნოლოგიებით“ გამოზრდილი *Iris pallida* Lam.-ს ფესვებისგან, *Polianthes tuberosa* L.-ს ყვავილებისგან და *Cuminum cyminum* L.-ის თესლებისგან „მწვანე ტექნოლოგიებით“ მიღებული ეთერზეთების ანტიბაქტერიული მოქმედების შესწავლის შედეგად, ბაქტერიული შტამების განსაზღვრული ნაკრების მიმართ შემდეგ კულტურებზე: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, დადგენილია: 1)

საკვლევ ობიექტებს გააჩნია გამოხატული ანტიბაქტერიული ეფექტი; 2) ფართო სპექტრის ანტიბაქტერიული მოქმედებით გამოირჩევა ზირას თესლებისგან და ზამბახის ფესურებისგან მიღებული ეთერზეთი; 3) განსაკუთრებით მაღალი ანტიბაქტერიული აქტივობა აჩვენა: ა) ზირას თესლების ეთერზეთმა - *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; ბ) ზამბახის ფესურების ეთერზეთმა - *Escherichia coli*; *Salmonella typhimurium*; *Proteus vulgaris*; *Streptococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; გ) ტუბეროზას ყვავილების ეთერზეთმა - *Streptococcus pyogenes*; *Enterococcus faecalis* ბაქტერიულ შტამებთან მიმართებაში.

10. შესრულებული კვლევის საფუძველზე, პირველად ბათუმის ბოტანიკური ბაღის არსებობის განმავლობაში, შეიქმნა არომატულ მცენარეთა ექსპერიმენტული ნაკვეთი და საფუძველი ჩაეყარა არომატულ-სანელებელი მცენარეების კოლექციის გაშენებას.

11. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ინტროდუცირებული არომატული მცენარეების: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., მოვლა-მოყვანისა და გადამუშავების მწვანე ტექნოლოგიების შემუშავებული მეცნიერული საფუძვლები, ეკოლოგიურად სუფთა სანედლეულო ბაზის შექმნისა და მათგან ეთერზეთების მიღების საწინდარია.

დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული ნაშრომების სია:

1. L. Kodanovi, M. Jokhadze, M. Metreveli, D. Berashvili, A. Bakuridze „Introduction of aromatic plants in the Batumi Botanical Garden and their research for the content of biologically active compounds“. Georgian Medical News - 2020, Tbilisi - New York, ISSN 1512-0112; No7-8 (304-305), pp.153-157. [privacy \(geomednews.com\)](http://privacy.geomednews.com)
2. L. Kodanovi, A. Bakuridze, M. Metreveli, M. Jokhadze, D. Berashvili, A. Meskhidze „Biological characteristics of growth and development of *Polianthes tuberosa* L. in soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden“. IJSRM - International Journal of Science and research methodology India; ISSN 2454-2008, Vol.:17, Issue 1, pp. 93. <https://docplayer.net/203171125>.
3. L. Kodanovi, M. Metreveli, „The Study Results of Some Introduced Medical-Atomatic Plants in Conditions of Batumi Botanical Garden“, Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia, 2019. International Scientific Conference „Green Medications – By Green Technologies –For Healthy Life“. <https://tsmu.edu/conference2019/index.php?lang=en>
4. Kodanovi L. „Introduction of therapeutic, aromatic, exotic species in Batumi botanical garden and its results“. Conference Hall of Hotel “Radisson Blu”, Batumi, Georgia, 2017, International scientific Conference „Future technologies and quality of life“, pp. 124-125. <https://tsmu.edu/lifeconference2017/ABSTRACTS.pdf>
5. ლ. კოდანოვი „მედიცინაში გამოყენებული ზოგიერთი სამკურნალო არომატული მცენარის ინტროდუქცია და კულტივაცია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში“. ახალგაზრდთა მეცნიერთა და სტუდენტთა კონფერენცია „თანამედროვე ბიომედიცინის აქტუალური საკითხები“, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 29 სექტემბერი, 2019.
6. ლ. კოდანოვი, ა. ბაკურიძე, მ. მეტრეველი „ტუბეროზას (*Polianthes tuberosa* L.) ინტროდუქციის პირველადი შედეგები ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში“. III სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ბიომრავალფეროვნება და საქართველო“, თბილისი, საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღი, 2017.
7. ლ. კოდანოვი, ა. ბაკურიძე, „სამკურნალო-არომატული მცენარეების ინტროდუქცია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში“. II სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ბიომრავალფეროვნება და საქართველო, თბილისი, საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღი, 2016.

LEPL - Batumi Shota Rustaveli State University

Faculty of Natural Sciences and Health Care

Department of Biology



LANA KODANOVI

**GREEN TECHNOLOGIES OF INTRODUCTION AND
PROCESSING OF SOME AROMATIC PLANTS**

Submitted for the degree of Doctor of Biology

Specialty: **Plant Biodiversity**

A B S T R A C T

Of the dissertation

Batumi

2021

The dissertation thesis has been prepared at the department of biology, the faculty of Natural Sciences and Health Care, Batumi Shota Rustaveli State University.

Scientific Supervisors:

Mariam Metreveli - Doctor of Biology, Senior Scientist of Institute of Phytopathology and Biodiversity of Batumi Shota Rustaveli State University.

Aliosha Bakuridze – Doctor of Pharmacy, Professor of Tbilisi State Medical University.

Dissertation Experts:

Ketevan Dolidze - Professor of Batumi Shota Rustaveli State University, Head of Undergraduate and Doctoral educational programs in biology, Doctor of Biology.

Inga Diasamidze - Assist. Professor of Batumi Shota Rustaveli State University, Doctor of Biology.

Julieta Jakeli - Doctor of Biology, Head of the Department of Collection of Exotic Plants of the Batumi Botanical Garden.

The Dissertation thesis is going to be defended on June 23, 2021 at 13:00 o'clock, at the dissertation council meeting of faculty of Natural Sciences and Health Care, Batumi Shota Rustaveli State University.

Adress: № 35 Ninoshvili Str., Batumi 6010, the second Building of the University, room № 328.

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

Academic Secretary of the Dissertation Council, Dr. of Biology, Associated Professor: **Nana Zarnadze**

Introduction

Theme topicality:

Aromatic plants take a special place in the world of plants. They vary with their wide range of diversity and the origins of their natural coverage. More than 2000 species of aromatic plants are known for the world, among them 43.6% grow in tropics, 9,3% in the subtropical zone, 19,5% in the temperate zone and the rest of the species can be found in various zones (*Marshall, 2011*).

Production of aromatic substances was intensively developed in the middle centuries. Essential oils were widely used in the pharmaceutical, food and especially, perfumery industry. Despite the development of synthetic substances, natural essential oils appear irreplaceable for making food, medicinal, perfumery, cosmetic production, etc. They have the biggest medicinal qualities. Medicinal-aromatic plants play a significant role all over the world in terms of economic, social, cultural and ecological aspects. These are secondary products of herbal metabolism used for producing medicinal preparations to avoid different diseases and preserve health. Besides officinal medicine, aromatic-healing plants are used in traditional medicine by 80% of the world population. Most aromatic plants used in officinal and folk medicines grow wild. Therefore, the conservation of aromatic plants in nature and their intensive cultivation has recently become a very topical issue due to increased consumption of aromatic plants, commercial activities and their influence on habitats and species (*Marshall Elaine, 2011; Aftab, 2020; Patel, 2015*).

The stock of wild-growing aromatic plants in Georgia is not big. However, the natural climatic conditions of our country allow their cultivation. This is proved by industrial plantations of geranium, jasmine, rose, basil, etc. created and cultivated by the introduction in Georgia last century. They were used to produce essential oils. Today, essential oils are imported rather than exported.

Anthropological influence on natural phytocenosis of wild-growing plant species causes catastrophic reduction of the stock or extinction of some species. The said problem is topical in terms of an economical point of view as the contemporary industry (food, pharmacy, etc.) requires a new base of guaranteed raw materials for the development, which can be achieved through the introduction or cultivation (*Batumi Botanical Garden 100, 2012; Бойкова, 2013; Баханова, 2009; Кочетов, 2008*). Deliberate research about the introduction of some plant species containing essential oils started in the 1960s. Many scientific works done by Georgian and foreign scientists were dedicated to the mentioned issues.

Georgia has culture, traditions and experience of cultivating aromatic plants with the help of introduction and producing essential oils from them. It must be also noted, that nowadays, special attention is given to creating a healthy environment and products without chemistry but using green technologies. *Organic* quality production is possible to get from ecologically clean raw materials introduced and cultivated without poisonous chemicals, chemical pesticides, etc. Therefore, the introduction and processing of plants containing essential oils with the help of green technologies are one of the topical issues. Botanical gardens are the best venues for studying the process of introduction and cultivation of aromatic plants. In some countries, they were established as collection and research centers for live collections of medicinal, aromatic, edible, decorative and other plants of local and foreign flora (*Bidzinishvili, 2012*).

Gardens of medicinal plants are available in many botanical gardens of the world comprising the collections of medicinal-aromatic plants with various usage and significance. The collection of medicinal-aromatic plants is not separated in the Batumi Botanical Garden. However, lots of

introduced aromatic hardwood species are available in the collections of hardwood plants of the garden. It is noteworthy, that the stock of wild-growing aromatic plants is not big in Georgia. Therefore, researches on the introduction and cultivation of aromatic plants are important to be carried out.

Research aims and objectives

The research aim is the introduction of some aromatic plants in the Batumi Botanical Garden by green technologies and elaboration of green technologies for their processing.

The following tasks were accomplished to achieve the goals:

- Selecting aromatic plants for introduction;
- Analyzing general biological and ecological characteristics of donor floristic regions;
- Analyzing host soil and climatic conditions, host plants and limiting factors of introduced aromatic plants; selecting the adaptation conditions for introduced aromatic plants
- Testing of the primary introduction of some aromatic plants;
- Elaborating agrotechnical activities for growth and development of introduced aromatic species without chemistry but natural materials;
- Studying growth and development peculiarities of introduced aromatic plants;
- Identifying the adaptation opportunities and quality of introduced aromatic plants;
- Studying microstructural characteristics of vegetative and generative organs of introduced aromatic plants;
- Screening the extracts of introduced aromatic plants on antibacterial activities;
- Studying the content of bioactive compounds of aromatic plant materials introduced by green agrotechnical activities on the locations of the Batumi Botanical Garden by Gas chromatography – mass spectrometry *GC/MS* method;
- Elaborating green technologies for obtaining essential oils from introduced aromatic plants;
- Studying the chemical content of essential oils obtained from introduced aromatic plants by green technologies by Gas chromatography – mass spectrometry *GC/MS* method;
- Screening the essential oils obtained from introduced aromatic plants on antibacterial activities;

Research object:

At the first phase of the research, the research objects were 14 aromatic plant species introduced by us in the Batumi Botanical Garden. At the second phase of the research, the aromatic species - *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. introduced by us in the soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden by Green Technologies were selected as the final research objects.

Scientific novelty - The growth and development characteristics of some aromatic plants at seven different locations of the Batumi Botanical Garden with various expositions and soils and agrotechnical activities necessary for the perfect development of their life cycles without any chemical means were studied for the first time, at the base of the Batumi Botanical Garden. Most of them are introduced to the soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden for the first time, the rest of them is reintroduced.

Based on the studies of the aromatic plant raw materials on the content of bioactive substances introduced without chemical means under the conditions of open soil of Batumi Botanical Garden, significant compounds were detected. They have antioxidant, antipneumonic, antimicrobial and other qualities; Part of them is known and used in medicine, perfumery, cosmetics, food industry, culinary and other various directions. Their antibacterial activities are studied. The content of essential oils received from aromatic plants is detected.

Practical values – Presented scientific basics of green technologies of growth-development and processing of some species of aromatic plants *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., has great importance for the creation of the base of ecologically clean raw materials.

Green technologies for obtaining essential oils from introduced aromatic plants are elaborated.

Introduction and processing of essential oil-containing plants by agrotechnical activities provide the creation of an ecologically healthy environment and production, which will support the preservation and enrichment of the diversity of flora. The said issue represents a challenge for the contemporary world.

Based on this paper, the first experimental plot of aromatic plants in the history of the Batumi Botanical Garden was established and the collection of aromatic-spicy plants was decided to arrange.

Thesis approbation:

Research outcomes as the basis for the thesis were presented at international scientific conferences: II Scientific-Practical Conference -Biodiversity and Georgia (Tbilisi, 2016); III Scientific-Practical Conference - Biodiversity and Georgia (Tbilisi, 2017); International Scientific Conference – Future Technologies and Life Quality (Batumi, 2017); Scientific-Practical Conference - Green Medications – By Green Technologies For Healthy Life (Tbilisi, 2019); Young scientist and Student Conference – Actual Issues of Contemporary Biomedicine (Batumi, 2019); International Symposium in Veterinary Medicine (Akhaltzikhe, 2021).

Publications - Seven scientific works about the said thesis theme have been published. Three of them can be found in reviewed magazine and one in the impact-factor magazine.

Thesis volume and structure – The paper includes 185 printed pages, comprising of an introduction, 11 chapters, 19 sub-chapters, conclusions, bibliography and annex. The paper also covers 9 tables, 72 photos and a bibliography, including 143 titles among them are 116 foreign ones. The thesis annex covers 6 appendices including 1 table and 56 pictures (chromatograms and mass spectra of chemical compounds)

Bibliography overview

The first chapters of the thesis analyze the results of literature overview: diversity of aromatic plants, cultivation history and practical values; Concept and importance of introduction and production of aromatic plants by green technologies; General description of aromatic plants newly introduced to the Batumi Botanical Garden; Comparative description of soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden and natural spreading areas of research aromatic plants;

Research outcomes are included in **the experimental part**,

In the fourth and further chapters:

Chapter IV. Research venue, object and methods

IV.1. Research venue:

At the first phase of the research, the research objects were 14 aromatic plant species introduced by us in the Batumi Botanical Garden:

1. *Cuminum cyminum* L.
2. *Polianthes tuberosa* L.
3. *Crocus sativus* L.
4. *Iris pallida* Lam.
5. *Curcuma longa* L.
6. *Pogostemon patchouly* Pellet. = *Pogostemon cablin*. (Blanco).
7. *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson
8. *Zingiber officinale* Roscoe.
9. *Elettaria cardamomum* (L.) Maton.
10. *Cistus ladaniferus* Stokes.
11. *Coffea arabica* L.
12. *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner.
13. *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews.
14. *Cassia angustifolia* M.Vahl.

At the second phase of the research, the aromatic species - *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. introduced by us in the soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden by green technologies were selected as the final research objects.

IV.2. Research methods and research venue

Studying growth and development peculiarities and phenological phases of introduced aromatic plant species under the local soil and climatic conditions were carried out by Beideman and Serebriakov, Elagin and Lobanov's methods (*Beideman*, 1974; *Elagin*, 1979; *Serebriakov*, 1974). The research was conducted on the base of the Batumi Botanical Garden.

The acidity of the soil, the rate of humus and the content of the main feeding elements, namely, pH, humus %, total nitrogen %, K₂O%, P₂O₅ % were determined at seven different locations of the Batumi Botanical Grden. The state method 26107-91 (*Methods for determination of total nitrogen, Moskow*, 2019) was applied for the identification of total nitrogen; Phosphorus and potassium moving particles were determined by Oniani's method, modification by the state method 26206-91 (*Phosphorus and potassium by Oniani method modified by CINAO*, 2013, *Moskow*). Phosphorus was determined by phytoelectrocolorimeter at a wavelength of 710nm; Potassium was detected by Atomic Absorption Spectrometry; humus and pH were determined by the express method. The research was carried out based on LEPL Laboratory Research Center of the Ministry of Agriculture of Ajara.

For studying anatomical structure, microstructural characteristics of vegetative and generative organs of the research species, transversal, longitudinal and surface cuticles of preparatory samples were done by a sharp razor from a live unfixed material, collected from a medial part of a leaf plate and midrib. Slices were kept in safranin solution for 24 hours and placed in glycerin on the slide. Observation of specimens was done using Carl Zeiss, Jeneval light microscope; digital images were taken by a camera Canon Digital IXUS75 and post-processed using Adobe Photoshop CS5 software. The research was carried out at the base of Iovel Kutateladze Parmacochemistry Institute of the Tbilisi State Medical University.

Plants screening on the content of bioactive compounds was carried out by quantitative reactions and thin-layered chromatography (*H. Wagner, S. Bladt*, 2nd edition, 2003; *Pharmacopoeial*, 2013; *Vachnadze*, 2012). The research was done at the base of the department of Pharmaceutical Technology of the Tbilisi State Medical University.

For the identification of the content of biologically active substances, the study was conducted with gas chromatography-mass spectrometry GC/MS method at the Toxicology and Chemical Expertise Laboratory of Levan Samkharauli Court Expertise National Bureau (Georgia). Raw materials for analysis were dried, received samples were parted in following the requirements of the 10th edition of the State Pharmacopeia. Raw materials taken for analysis were parted under the requirements of the State Pharmacopeia. Each of them was weighed by electric scale (*AMERICAN WEIGH SCALES, Model No.: PNX-1001 SN; Capacity. 1000g x 0.1g Operating Humidity: 10-85 % RH; Power: 12V DC 500Ma Max Operating temp: 10°C to 40°C*). After weighing, raw materials were placed in Erlenmayer flasks. 5,0-5,0 gr of parted plant materials was added 25,0-25,0 ml Methanol. Materials were left at room temperature for 24 hours and then filtered by ash-free filter paper. Filtrates were placed in files and left there in suction boxes for ethanol evaporation. After evaporation of the organic solvent, mixture of derivatization solvents was separately added to dry remains: *BSTFA/EtAc* (55:50 mkl), heated at 70°C for 20 minutes. After cooling 1-1 mkl Was studied by tandem chromat mass spectrometry – device: Agilent Technologies 7000 GC/MS/MS Tripe Quad; column - Elite 5-MS; 30MX250 µm X 0,25 µm; furnace temperature - 60C-310C (program regime); injector temperature - 250C; transfer line temperature – 310C; airborne – helium 1ml/m, ionization source - El-70 ev; scanning regime - TIC. For identification of the target substance in the object under study, mass spectrums of the peaks existing on chromatographs were compared with the mass spectrums of the substances existing in the database (NIST 2016).

Essential oils were received from iris roots, tuberos flowers and cumin seeds by so-called Green Extraction methods or green technologies: hydrodistillation; steam distillation; liquefied gases, microwave-assisted hydrodistillation, microwave-assisted distillation without solvents and ultrasound-assisted hydrodistillation extraction (*Войткевич*, 1999; *Хохлов и др., МЕЖГОС. СТАНД. ГОСТ 34213 — 2017; Сафин и др., Jibrin et all.*, 2014). We used the Clevenger apparatus for hydrodistillation and *EURO FOOD and BREW* machine for steam extraction. With the help of the said machine, essential oils are obtained by steam; after the steam gets cold, condensate appears in the oil collector. Technical characteristics for the machine are as follows: steam temperature - 90-95°C, steam pressure - 0,2 bar, essential oil obtainability - 0,1-100 g/h., essential oil extraction time - 2 hours; microwave-assisted extraction was conducted with an extragent (water) and without it. Obtaining essential oils without extragents takes place by microwave heating energy and dry distillation methods (Pic.N1); The extraction of essential oils was carried out by a combined method:

ultrasound and hydrodistillation. At first, raw materials are loaded in an evaporating flask, water is added to and treated by ultrasounds. Ultrasonicators are used as the source of ultrasounds. The amplitude of ultrasounds consists of 60% (ultrasound frequency is equal to 20 kHz). Ultrasound treatment duration is 10 min. After ultrasound treatment, essential oils are obtained by hydrodistillation with the Clevenger apparatus (Pic.N2). The obtainability of essential oils in percentages (%) was determined by calculating the absolute dry mass of raw materials. The research was done at the base of the department of Pharmaceutical Technology of the Tbilisi State Medical University.

Studying the antibacterial activities of the plant materials was conducted under *in vitro* conditions by the *Spot test (screening)* method. Plant excerpts were prepared by the maceration method. Bacterial pathogens causing various human diseases were used while testing. For the identification of antibacterial activities, the research was carried out at the base of the department of Pharmaceutical Technology of the Tbilisi State Medical University and the George Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology.

Statistical processing of outcomes. The research outcomes are processed by the statistical program - Sigma STAT. Each experiment was conducted 3 times minimum and average meanings (Mean = M) and average standard deviations (Standard Deviation =SD) of received results were calculated.

Chapter V

Growth and development peculiarities of *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. introduced to the Batumi Botanical Garden at different locations.

Note: *At the beginning of the research, exotic aromatic plants unavailable for the collection of the Batumi Botanical Garden were selected. For their propagation, growth and studying, we ordered primary materials or seeds and seedlings, up to 30 species from different websites and Seed Exchange Foundation between botanical gardens. For the first time, they were sowed and planted under closed soil conditions or orangery. Based on the observations of sowings and shoots of most species of these plants along with the importance of certain species of aromatic plants, species were selected for the research to be planted in an open soil: Cuminum cyminum L., Polianthes tuberosa L., Iris pallida Lam., Curcuma longa L., Zingiber officinale Roscoe., Elettaria cardamomum (L.) Maton., Coffea arabica L., Coffea canephora Pierre ex A.Froehner., Vanilla planifolia Jacks. ex Andrews., Cassia angustifolia M.Vahl. The first experimental plot was separated, where agrotechnical activities for growth and development of these species were carried out without chemicals but Green Technologies. Their growth and development characteristics were studied; screening of obtained raw materials - grass, tubers, flowers, seeds - on the content of bioactive substances was done by thin-layered Chromatography and Gas chromatography - Mass Spectrometry GC-MS method (The results of this stage of the research are available in the annex).*

The results of this stage of the research are presented as annex including 6 chapters, 1 table and 56 photos (chromatograms and massspectrums of chemical compounds).

Based on the analysis of primary outcomes of the introduction of new aromatic plants to the collection of the Batumi Botanical Garden, we can conclude, that full vegetative and generative development under the conditions of an open soil occurs with the following species: *Polianthes tuberosa* L., *Cuminum cyminum* L., and *Iris pallida* Lam. They flower, partially develop fruit and seeds, which is an indicator of their adaptation to new environmental conditions. The said three species were selected as final objects for our further research.

Tuberose is endemic to Mexico; Pale iris is native to the Balkan Peninsula. Mediterranean cliffy locations are advantageous for them; The genus cumin is considered to be native to Minor Asia. However, the coverage area for true cumin is closer to Eastern and Mediterranean regions, where it has been actively produced and consumed since ancient times. Cumin was known 5000 years BC, its seeds were discovered in fossils in Egypt, that's why the Mediterranean region is recognized as its homeland.

The research objects belong to dry and warm climates. They require sunlight for a longer time, less humidity in the air, and mild winter for their normal growth and development.

A general description of soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden is available in the chapter III of the literature overview. Based on the overview, the soil and climatic conditions of Ajara littoral and, particularly, Batumi Botanical Garden is characterized by humid subtropical climate. The main limiting factor in the process of introducing subtropical and tropical plants to Ajara littoral is low winter temperature and heavy precipitation for certain years. Meteorological data of Batumi coastline in 2015-2020 is described in the chapter IV, of the dissertation literature overview. The charts (<https://www.meteoblue.com>) show, that by this period During last 5 years, a bit stricter winter was recorded in 2016 and ongoing 2020, not typical for Ajara littoral, in particular, for the Batumi Botanical Garden. The absolute minimum temperature was -1.9°C in January, in 2016 and for the current year, it fell down to -4,7-6°C in the 2nd decade of February. Moreover, in certain places of the littoral even -10-14°C was confirmed. Average monthly precipitation was extremely high in March, July, August, September, October and December, in 2018-2019, fluctuating between 100,9 mm- 388,5mm. Average relative humidity reaching 86-96 %, which is quite high amount, was revealed in March, May, June-July, August and October, in 2017-2019, while in the other months it achieved 79-82 %.

V.1. Description of the locations of the Batumi Botanical Garden, allocated for studying the growth and development of aromatic species

Since 2018, for thorough studies of the growth and development peculiarities and adaptation quality of tuberose, pale iris and true cumin under the conditions of the Batumi Botanical Garden, plant and seed materials obtained from research objects grown on the experimental plot of aromatic plants in 2016-2017, have been planted and sowed in seven different locations with various expositions and soil conditions of different phytogeographical sections of the garden: East Asian, Himalayan, Australian, Mediterranean (European), North American sections, central park and experimental plot. Since 2017-2018, the second experimental plot was selected for aromatic plants, which is located closer to the East, with good sunlight, but more humid than the previous one.

In all locations, the plant was placed in 15-20 cm deep and 20 cm diameter pits added to substrate peat-perlite-ground with the ratio-1:1:1. Considering literature data (Metreveli, 2003, 2007, 2009, 2017, 2019), hardwood plant surroundings and the degree of their phytoncidic activity was carefully observed, as phytoncids are extremely important for improving the air quality and preventing the development of pathogen microorganisms.

Location №1 lies on the Central Park territory. *Hamamelis mollis*, *Loropetalum chinense*, *Myrtus communis*, *Eucalyptus viminalis*, *Eucalyptus cinerea* create the habitat around. All of them are the plants with high microbial activity.

Location №2 is situated in Australian floristic department. *Laurocerasus officinalis*, *Eucalyptus cinerea*, *Hakea saligna*, *Abelia grandiflora* and *Aucuba japonica* create the habitat around. Cherry laurel, eucalyptus and abelia are distinguished by enough high antimicrobial activity.

Location №3 can be found in Himalayan floristic department, in the habitat of pine trees: *Pinus massoniana*, *Pinus pinaster*, *Pinus pallasiana*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Styrax yaponica*. Pine trees are well-known environment improving coniferous plants.

Location №4 is positioned in East Asian floristic department. The following plants create the habitat: *Parrotiopsis jacquemontii*, *Corylopsis veitchiana*, *Mahonia lomariifolia*. All the three species share high antimicrobial activities.

Location №5 can be found in North American floristic department. The habitat is created by the group of *Hamamelis virginianas*, also *Pinus taeda*, *Pinus sylvestris*, *Crataegus macrosperma* var. *Pastorum*, *Crataegus lucorum*, *Crataegus pringlei*, *Catalpa bignonioides*. Hamamelis and pine trees possess strong antimicrobial activities.

Location №6 lies in European floristic department. *Parrotia persica*, *Cerasus avium* create the habitat around. Iranian ironwood is distinguished by high phytoncidity.

Location №7 - Unlike other locations, the experimental plot is located in an open, vast territory with good sunlight, no shades by other plants.

Bio preparations are considerably beneficial for the growth and development process of tuberose. Therefore, we applied for the bio preparation called GeoHumate. It is 100% natural preparation, special liquid humic fertilizer for active growth and development of the plant, distinguished by high penetrability in the soil without the risk of phytotoxicity. Physical and chemical composition of the bio fertilizer is the following: 12% liquid; fraction of total mass of organic compound, not less than 12.5% including humic acid not less than 34%, fulvic and other organic acids reach not less than 25%; fraction of total mass of mineral compound is not less than 1.0% including fraction of total mass of macro elements: $N \geq 1,2\%$, $P_2O_5 \geq 0,55\%$, $K_2O \leq 16,5$, $CaO \geq 0,56\%$, $S < 2,1\%$, $MgO \leq 0,32\%$, $Fe_2O_5 \leq 0,5\%$. Fraction of total mass of microelements: $ZnSO_4 \leq 0,41\%$, $CuSO_4 \leq 0,08\%$, $MnSO_4 \leq 0,08\%$, $CoSO_4 \leq 0,03\%$, $(NH_4)_2MoO_4 \leq 0,7\%$, $H_3BO_4 \leq 0,3\%$, $KIO_3 \leq 0,03\%$.

20 ml bio preparation was diluted in 5 l water; tuberose was watered in the morning hours, the plants were watered every three days, some plants were isolated for control.

For the analysis of the outcomes of phonological observations of the plants, it is important to study the soil content along with exposition peculiarities, as the presence of elements in the soil is essential for plant metabolism and full life cycle; the soil is one of the main factors for plant introduction. Therefore, we studied soil samples taken from all seven locations. The acidity of the soil, the rate of humus and the content of the main feeding elements, namely, pH, humus %, total nitrogen %, K_2O %, P_2O_5 % were determined.

The outcomes of the analysis of soil samples are available in Table №1, it's clear that some results according to the locations differ from each other.

The Himalayan, East Asian and European phytogeographical sections are distinguished by fertile soil among selected locations.

Table №1

The outcomes of the analysis of soil samples taken from different locations of the Batumi Botanical Garden

№	Location	Arrangement of the locations in the Batumi Botanical Garden	Rate of the content of acidity, humus and basic nutrients of soil				
			pH	Humus %	Common nitrate %	K ₂ O%	P ₂ O ₅ %
1	№1	Central park	4	2	0.1	0.06mg/l	35
2	№2	Australian phyto-geographical department	4.5	1	0.05	0.08 mg/l	12
3	№3	Himalayan phyto-geographical department	5	5.0	0.25	0.08 mg/l	18
4	№4	East Asian phyto-geographical department	4.5	3	0.15	0.08 mg/l	10
5	№5	North American phyto-geographical department	5.0	1	0.05	0.08 mg/l	20
6	№6	Mediterranean (Europe) phyto-geographical department	5.0	3	0.15	0.08 mg/l	35
7	№7	Experimental plot of aromatic plants	4.5	1	0.05	0.06 mg/l	18

V.2. Growth and development peculiarities of *Polianthes tuberosa* L. in different locations of the Batumi Botanical Garden

The tubers of *Polianthes tuberosa* L. were planted in seven different locations with various expositions and soil conditions of different phytogeographical sections of the Batumi Botanical Garden: East Asian, Himalayan, Australian, Mediterranean (European), North American sections, central park and experimental plot. The vegetative development took place very well at all locations.

On the basis of phenological observations conducted in 2019, it was identified, that flowering stem was developed only in the locations of the experimental plot and East Asian section, in the second decade of July. Massive flowering period started in the third decade of August. The first decade of September was a period of decreased flowering; flowering period was finished in the third decade. Flowering stems appeared again in the 1st decade of November, on the territory of the experimental plot. Massive flowering started in the 3rd decade of November and finished in the 3rd decade of December. The flowering stem was 85-93 cm tall. The first blooming period was longer than the second one. Its blooming period was finished earlier in the East Asian section than in the experimental plot; in the end of August, the flowering period was fully finished. The flowering stem was 45-49 cm tall.

In accordance with 2020 observations, tuberoses developed multiple child tubers underground in the 2nd decade of January, in the experimental plot and all locations. Its aboveground part appeared

in the 2nd decade of May reaching 5-15 cm in the 3rd decade of May. The shoots were best visible in the experimental plot, central park and East Asian section. The flowering stems were well-developed in the experimental plot, at the end of July –beginning of August. Massive flowering started in the end of August. The main distinguishing points of the flowering period of tuberose compared to the other years, were multiple catkins on the flowering stem as well as its typical subtle, sweet, strong aroma, that could be smelled for the first time. East Asian phyto-geographical section was noted as the location with less flowering quality, although more massive than other ones.

While blooming, a spike-shaped catkin is developed on the top of a flowering stem of tuberose containing about 10-40 flower buds. Tubular flowers are 50 mm wide and 60 mm long. Pinkish smooth and dense crown petals have sharp tops. Buds are gradually opened, ones located in the bottom of the catkin are first to open. They stay open during 3-4 days, then finish flowering and the other buds start to open; flowering period continues for a long period, during 2-3 months and more. At the place of shriveled flower, there are developed box-type oblong, oval-shaped fruit-like formations. However, at this stage, it is impossible to develop the seeds in the conditions of the Batumi Botanical Garden. Therefore, only vegetative propagation is available with the help of fresh child tubers.

We planted the tubers with conical shapes; their surfaces are covered with dense, brown scales, 50-60 mm in diameter. Based on our observations, lifespan of tubers includes up to 2 years – after the processes of their germination, stem development, leafing, bud development, flowering, end of flowering and withering of above-ground organs, child tubers start to develop; the same cycle is repeated for the next year and for the third year, the lifespan of the main tuber is finished and child tubers are used for planting materials.

The best development (flowering) of tuberose was revealed at the experimental plot, while the least efficient appeared the dry, inclined slope of the East Asian section. Following the table (№1), the experimental plot isn't distinguished by the content of microelements. We think, that, unlike other locations, the experimental plot is located in more open, a sunlit vast territory with no shades from the other plants, which has one of the crucial significances and also, treatment with Geohumate rich in organic and mineral substances helping plants to grow and develop properly. It is also noted in the instruction, that the said bio preparation protects plants from harmful diseases.

Harmful diseases typical to tuberose are frequently discussed in the literature. Some pests affect badly with crops. They are *Thysanoptera* and *Red spider – Tetranychus*, possible to control by insecticides. In recent years, manufacturers from Mexico have noticed, that some damages are caused by *Scyphophorus acupunctatus* (Camino, 2002). *Fusarium oxysporium* is known as a fungus disease typical to tuberose, causing quite a big loss of crops (Muthukumar, 2006). No harmful diseases were detected on our research objects, which may be conditioned by phytocindic plants in the surroundings and the positive influence of bio preparations.

V.3. Growth and development peculiarities of *Iris pallida* Lam. at different locations of the Batumi Botanical Garden

The roots of *Iris pallida* Lam. were planted in seven different phytogeographical sections with various expositions and soil conditions of the Batumi Botanical Garden East Asian, Himalayan, Australian, Mediterranean (European), North American sections, central park and experimental plot. The vegetative development phases were conducted normally at all locations, flowering differs

according to the locations, vegetative and generative development is more efficient among the examples treated with bio preparations. Full vegetative and generative development was revealed at the experimental plot of aromatic plants, while Australian and Himalayan phytogeographical sections appeared less efficient. Under the conditions of the Batumi Botanical Garden, from the second decade of January, *Iris pallida* starts to develop its above-ground organs, this process is revealed at every location; its flowering stem is developed in the second decade of April, massive flowering starts in the end of April and the first decade of May. In 2020, the first fruit-bearing was pointed at the experimental plot and Himalayan phytogeographical section. Flowering ends at the end of May in parallel with the fruit development. The fruit starts ripening in the middle of July, brown spots are visible on some areas of the fruit. The first fully ripen fruit was detected at the end of July. As for the Himalayan phytogeographical section, the first fully ripen fruit appeared at the end of August. The height of the flowering stem reaches 75-95 cm at the experimental plot and 40-45 cm at the Himalayan phytogeographical section. The seed is in the box, which turns brown while gets ripen. Iris developed perfect seeds at the experimental plot among seven locations of the Batumi Botanical Garden. The seed was matured at the end of July at the said location, although for the Himalayan phytogeographical section, seed ripening occurred at the end of August and the first half of September.

V.4. Growth and development peculiarities of *Cuminum cyminum* L. at different locations of the Batumi Botanical Garden.

Cuminum cyminum L. were sowed at seven different phytogeographical sections with various expositions and soil conditions of the Batumi Botanical Garden East Asian, Himalayan, Australian, Mediterranean (European), North American sections, central park and experimental plot. *Cuminum cyminum* L. was sowed in March-April, 2019. The first shoots at these locations were visible at the beginning of April and massively appeared in the third decade of April. *Cuminum cyminum* started to develop its first leaves in the first decade of May, while flowering started at the end of July and the beginning of August. Massive flowering starts from the end of August continues for a long period and some examples at the experimental plot are still in blossom in the second decade of January, while some of them develop fruits. Based on literature sources (*Rezvani, 2014*), for increasing cumin seed production, it is better to sow them in Autumn. Therefore, we conducted one experiment by sowing the seeds in Autumn (19.11. 2019). The first plantings appeared in the third decade of December. The leaves started to develop in the second decade of February, flowering started in June and August was pointed out as its massive flowering period. The seed got matured in Autumn (IX-X). If compared the plants sowed in open soil in Spring and Autumn, it is obvious, that plants sowed in Spring accomplish the full cycle of their development sooner. Plants treated with bio preparations are much better in growing and fruit-bearing too.

The plants seeded in Spring, 2019, especially at the locations of the experimental plot and the Central Park, are distinguished by normal vegetative and generative development, based on observations done in Autumn, 2020. The most efficient appears the development of plants treated with bio preparations, they bloom and form seeds.

If compared the development peculiarities of the plantings of *Cuminum cyminum* L. from various locations of the garden, sowed in 2019-2020 and the plantings at the experimental plot taken from the orangery in 2016-2017, we can conclude, that the best development, massive flowering and

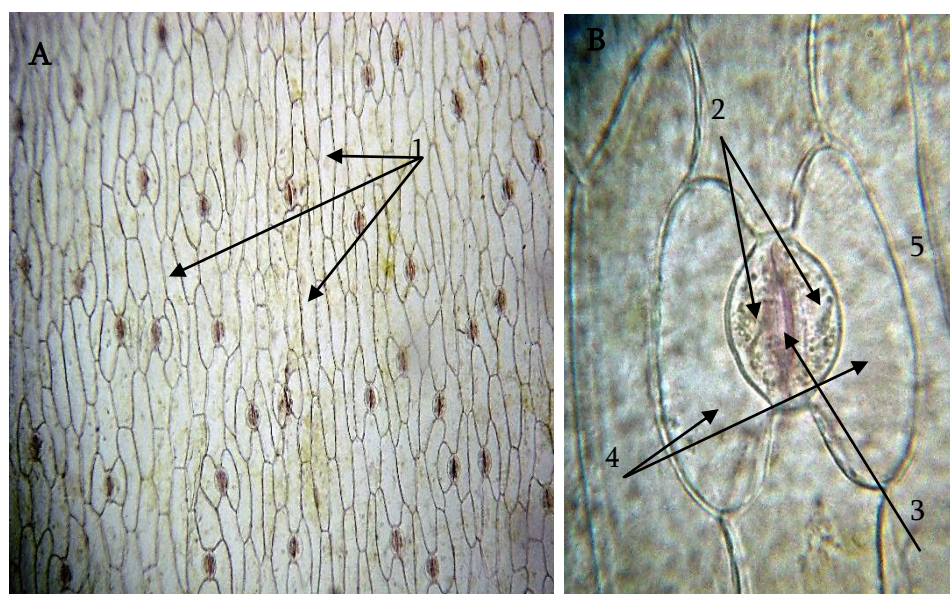
Chapter VI

Microstructural characteristics of vegetative and generative organs of *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L.

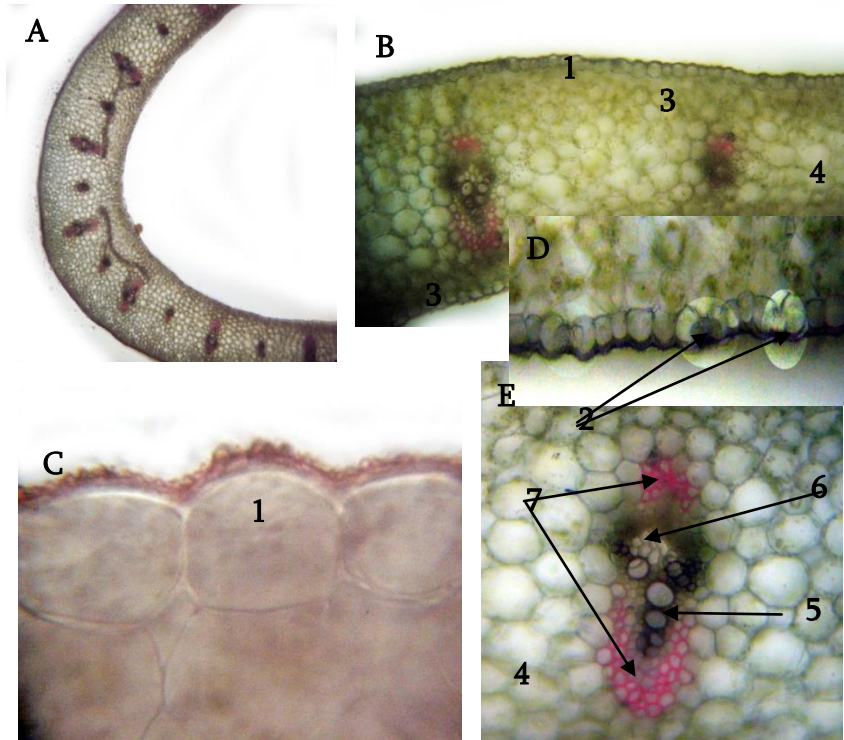
We studied microstructural characteristics of underground and aboveground vegetative organs - root, tuber and the leaf of *Polianthes tuberosa* L.; Macro and microstructural characteristics of vegetative and generative organs - leaf, stem and fruit of *Iris pallida* Lam.; Macro and microstructural characteristics of underground and above-ground vegetative organs - leaf, stem and the leaf of *Cuminum cyminum* L.

Research raw materials are obtained from *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L. introduced to the Batumi Botanical Garden by green technologies in 2020 during the active blooming phase. The method is described in chapter №5.

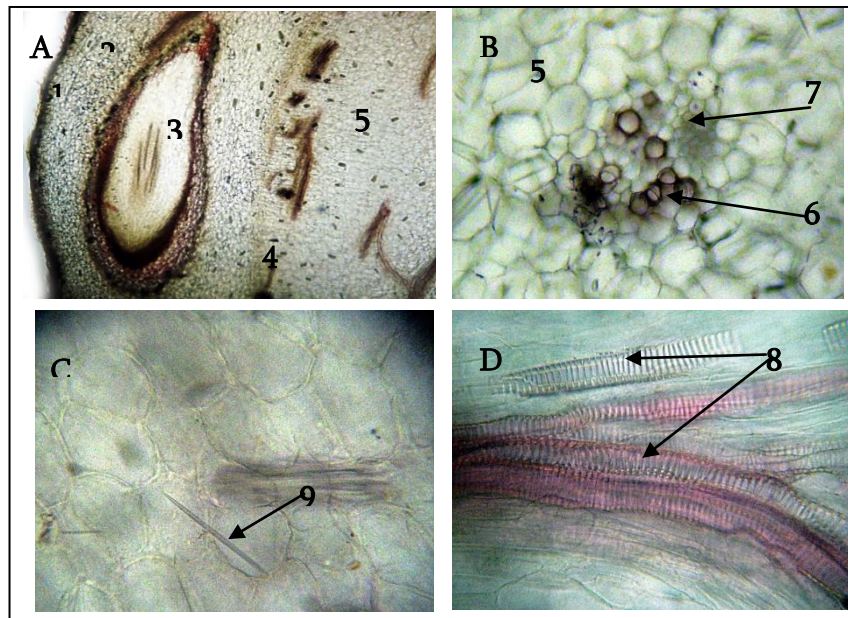
Microstructural characteristics are described in three chapters of the thesis including 12 subpoints, which is a huge number of materials collected by decoding and describing of below-mentioned materials based on microscopic research. (Pic. №1-14).



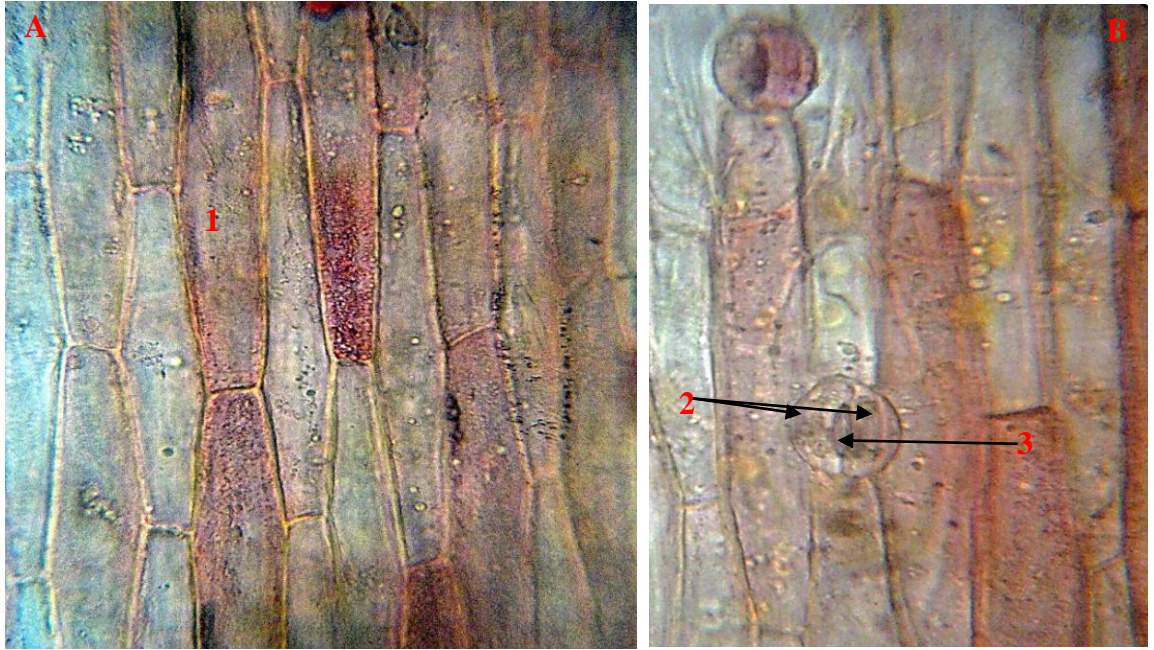
Pic. №1. Epidermis microstructure of the leaf of *Polianthes tuberosa* L.: A. panorama of root-based tissue of a leaf epidermis; B. lamina apparatus; 1. not quilted, rectilinear, thimble-rhombus type cells; 2. lamina locking cells; 3. crossluminal hole; 4. satellite cells; 5. chloroplasts



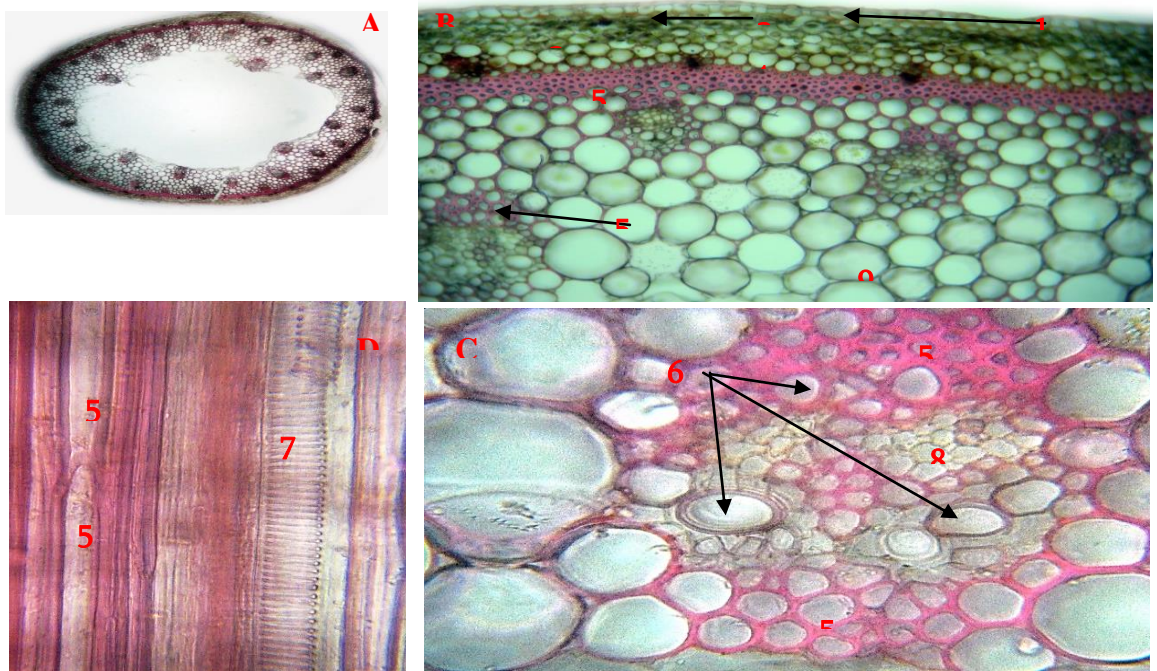
Pic. №2. Microstructure of the leaf of Polianthes tuberosa L.: A. fragment of transverse cut of a leaf; B. view of a leaf pulp; C. fragment of the cutinized epidermis; D. luminal histology in covering tissue; E. vessel-fiber collateral vascular bundle of a leaf. 1.cuticle, epidermis; 2. lamina apparatus; 3. cells of the palisade parenchyma; 4. spongy parenchyma; 5. wood; 6. phloem; 7. sclerenchemical tissue.



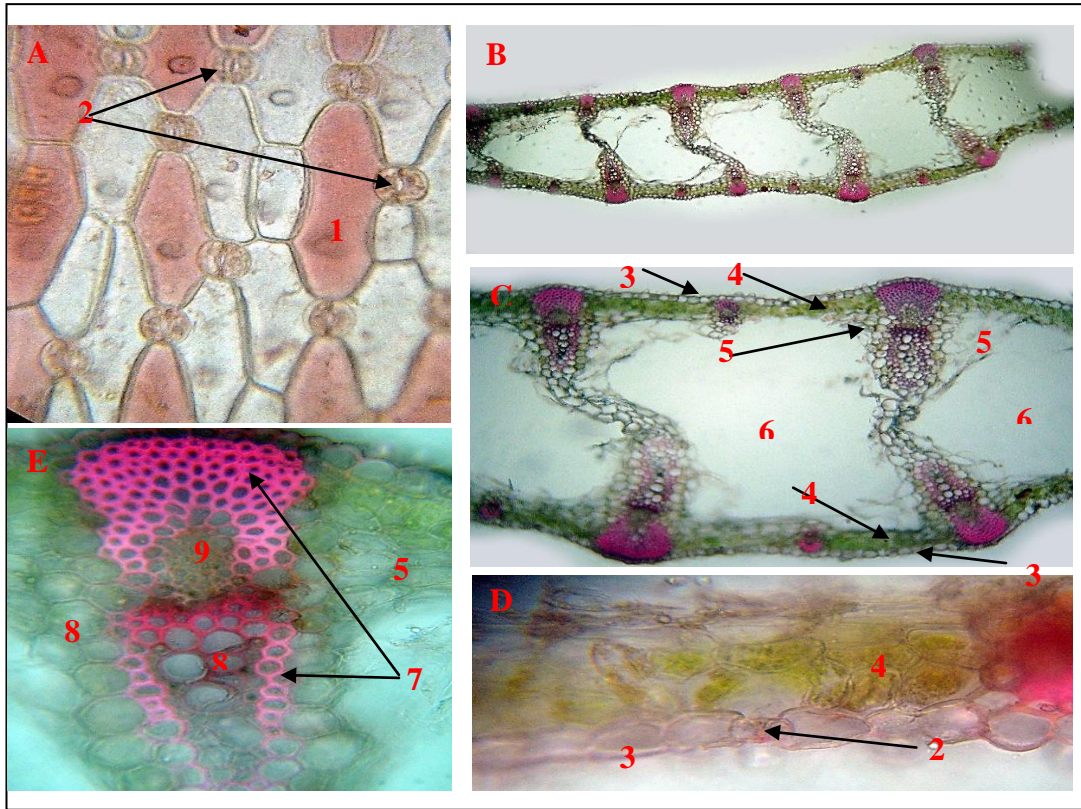
Pic. №3. Microstructure of the tuber of Polianthes tuberosa L.: A. structural panorama of the tuber; B. vascular bundle; C. raphid; D. fragment of vascular bundle in a longitudinal view:1. periderm; 2. differentiated embryo 3. bark parenchyma; 4. cambium; 5. central cylinder 6. wood; 7. phloem; 8. vascular vessels with spirally thickened membrane; 9. Raphids.



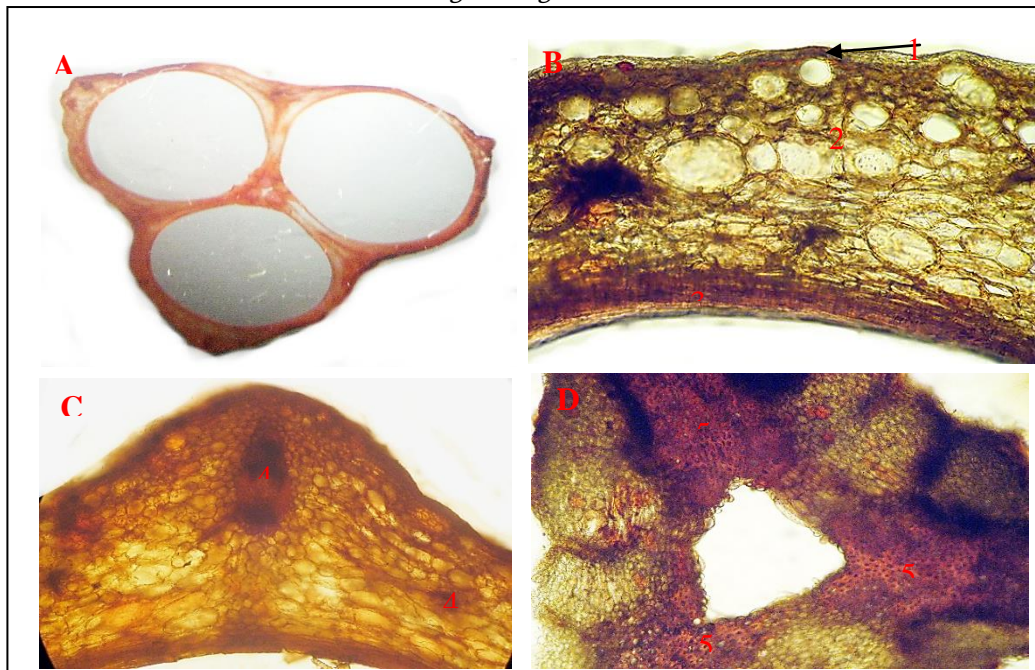
Pic. №4. Microstructure of stem covering tissue of *Iris pallida* Lam.: A. Structural panorama of the stem epidermis; B. Fragment of luminal histology; 1. quilted, rectilinear, root-based cells; 2. anomocytic lamina closing cells 3. and interlaminar hole.



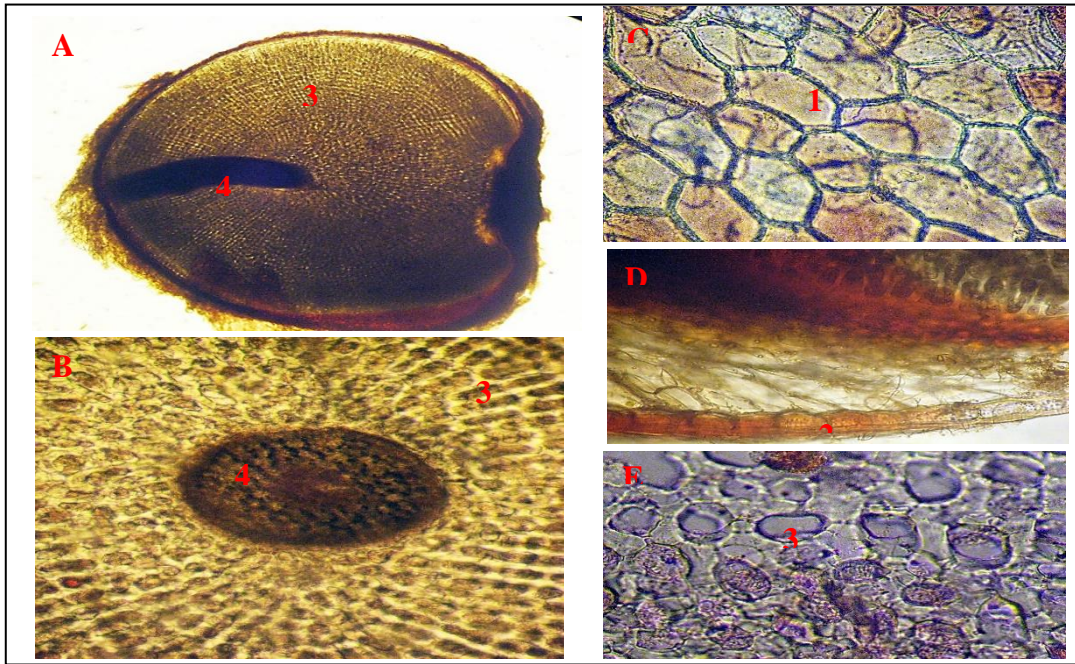
Pic. №5. Microstructure of the stem of *Iris pallida* Lam.: A. stem structure panorama; B. fragment of main structural elements of a stem; C. fragment of vascular bundle in longitudinal and D. transverse expositions; 1. epidermis; 2. colenchima; 3. chlorenchyma 4. bark parenchyma; 5. sclerenchemical tissue; 6. bark lumina of vascular bundle 7. vessel with spirally thickened membrane; 8. phloem. 9. polygonal cells.



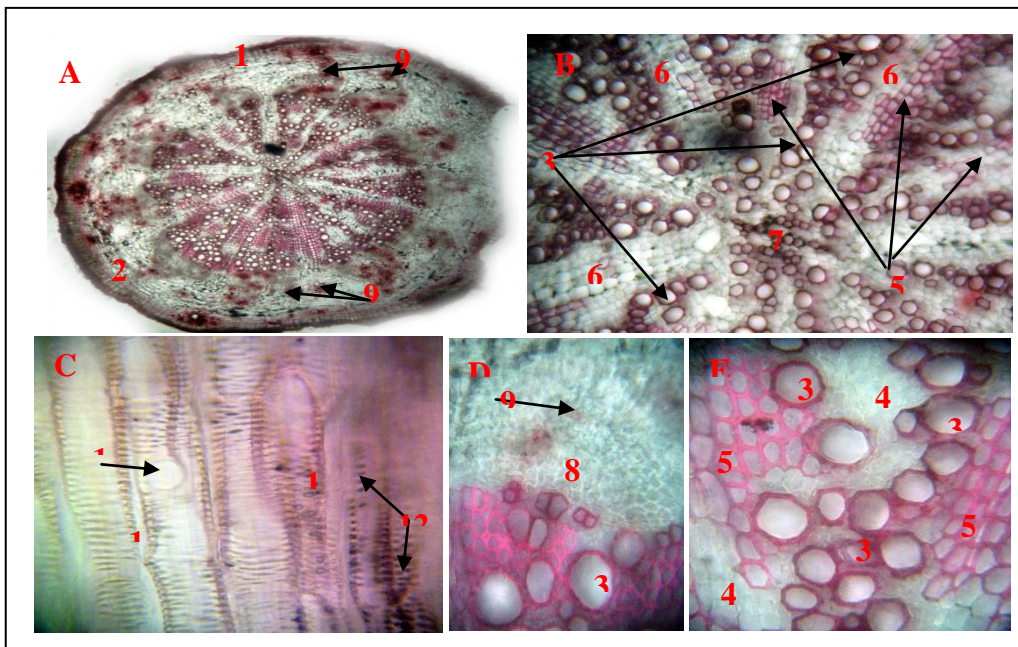
Pic. №6. Microstructure of the leaf of Iris pallida Lam.: A. Leaf structure panorama; B. fragment of leaf pulp; C. view of vascular bundles; D. fragment of leaf epidermic tissue and palisade parenchyma; E. vessel-fiber vascular bundle; 1. rhombus-type root-based cell; 2. anomytic lamina; 3. epidermis; 4. palisade and 5. spongy parenchyma cells; 6. area of obliterated cells; 7. sclerenchymal cells; 8. bark lumens 9. phloem; 10. neighboring tissue.



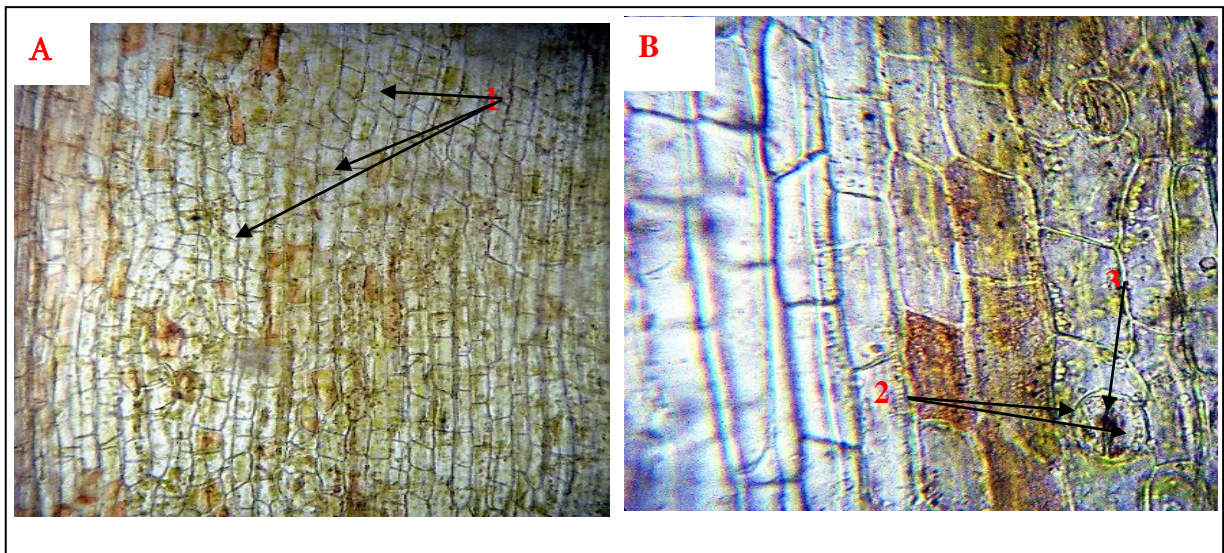
Pic. №7. Microstructure of the fruit neighboring of Iris pallida Lam.: A. common view of fruit neighboring B. fragment of fruit neighboring; C. fragment of the wall of fruit neighboring; D. meeting spot for the nests of fruit neighboring; 1. exocarpium; 2. mesocarpium; 3. endocarpium 4. vascular bundle; 5. sclerenchyma.



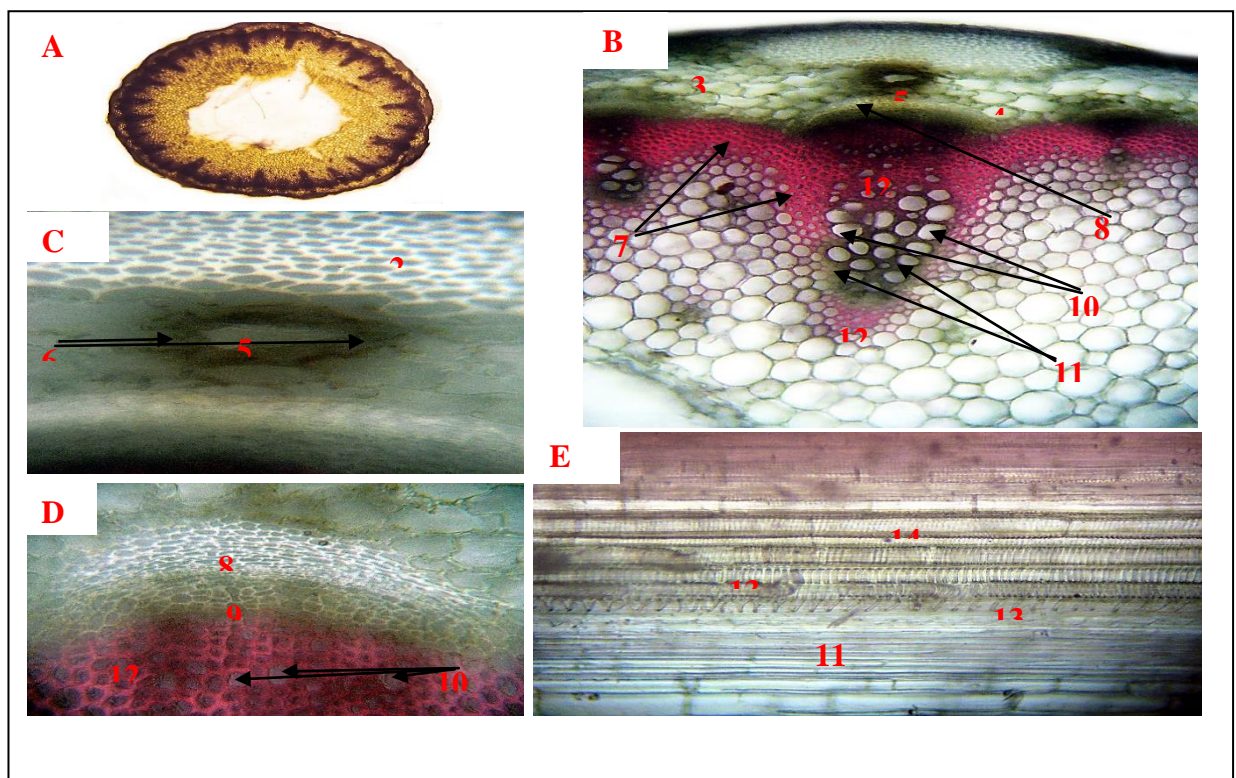
Pic. №8 Microstructure of the seed of Iris pallida Lam.: A. view of a seed structure in longitudinal and B. transverse cuts C. structure of seed epidermic tissue in an exogenous tree and D. transverse cuts; E. basic parenchyma of seed; 1. linear, rhombus-type root-based cells; 2. epidermis; 3. parenchymal cells with equally thickened membranae 4. Embryo.



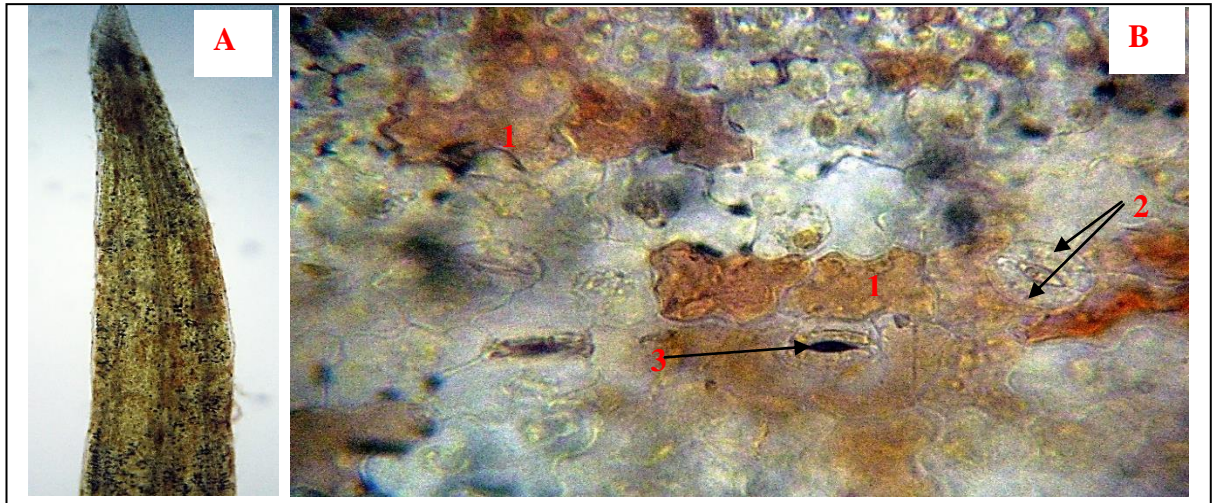
Pic. №9. Microstructure of the root of Cuminum cyminum L.: A. panorama of root structural architectonics; B. fragment of the central cylinder with polyarchic structure; C. fragment of the vascular vessel in longitudinal exposition; D., E. structural elements of the vascular vessel; 1. periderm; 2. bark parenchyma; 3. wood vascular bundles; 4. wood parenchyma; 5. libriform; 6. radial rays; 7. tracheal elements of primary wood; 8. phloem; 9. idioblastic cell of secretory storage; 10. reticulate and 11. porous vessels; 12. pores with petrified membrane; 13. simple perforated plate.



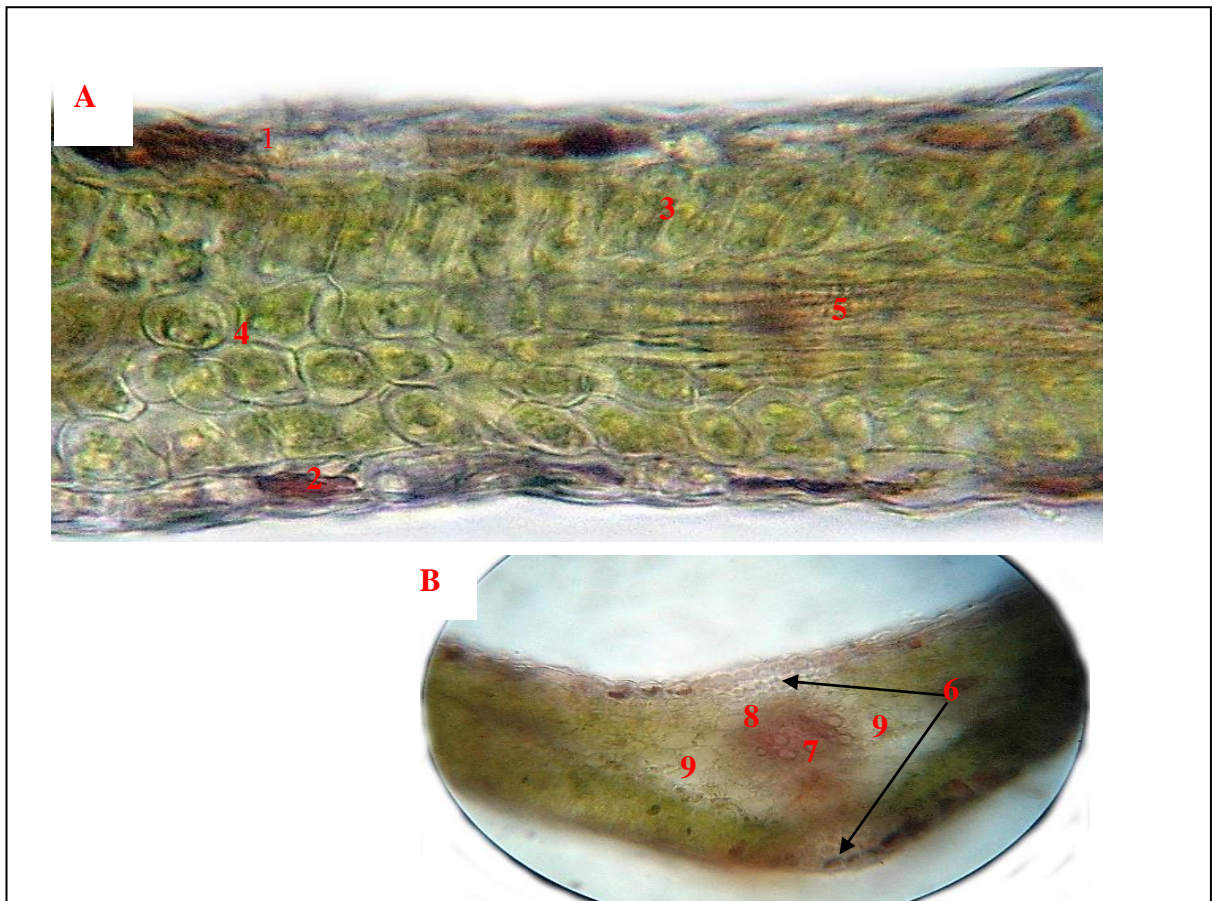
Pic. №10. Microstructure of the stem covering tissues of *Cuminum cyminum* L.: A. panorama of *Cuminum cyminum*; B. fragment of ventilation stem in stem covering tissue; 1. linear, square-shaped, inclined epidermal cell; 2. anomocytic lamina closing cells and 3. interlamina hole.



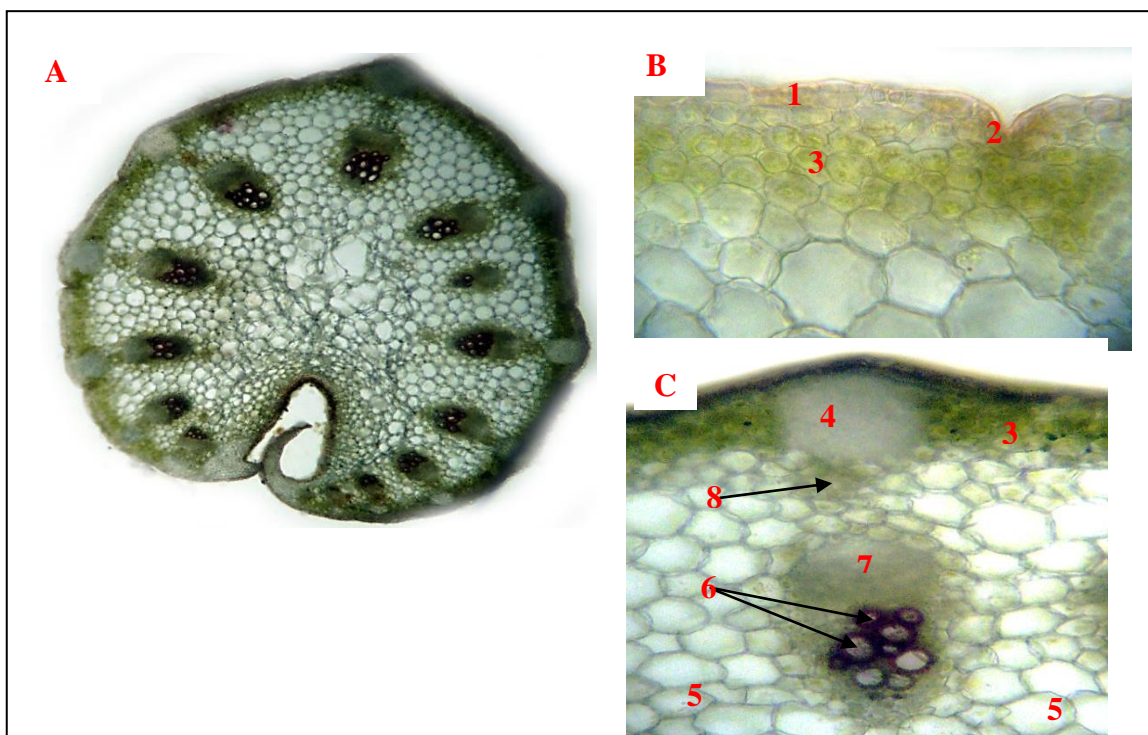
Pic. № 11. Microstructure of a stem structure of *Cuminum cyminum* L.: A.; B. fragment of basic structural elements of the stem; C. view of idioblastic cell secretory storage; D. fragment of aggregates of vascular tissues in transverse and E. longitudinal expositions; 1. cuticula with epidermis; 2. collenchyma; 3. chlorenchyma 4. parenchymal cells of bark; 5. idioblastic cell and its 6. covering tissue; 7. sclerenchyma cells; 8. phloem; 9. cambium; 10. vascular bundles lumina of wood; 11. wood parenchymal cells; 12. wood sclerenchyma; 13. spiral and 14. reticulate vascular vessels.



Pic. №12. Microstructure of the covering tissue of the leaf of Cuminum cyminum L.: A. fragment of leaf segment; B. Fragment of epidermic tissue; 1. non-linear and inclined-walled root-based cells; 2. anomocytic lamina closing cells and 3. interlaminar hole.



Pic. №13. Microstructure of the leaf of Cuminum cyminum L.: A. dorsoventral structure of a leaf pulp; B. median vascular bundle; 1. epidermis with cuticle 2. lamina; 3. palisade and 4. spongy parenchymas 5. spiral anastomosis; 6. collenchyma; 7. wood; 8. phloem; 9. neighboring tissue.



Pic. №14. Microstructure of the leaf stem of cuminum cyminum L.:A. panorama of a leaf stem cuts; B., C. fragments of stem structural elements; 1. epidermis with cuticle; 2. lamina 3. chlorenchyma 4. collenchyma 5. polygonial cells of main tissue; 6. wood vascular vessels lumina; 7. phloem 8. idioblastic cell of secretory storage.

Chapter VII

Studying *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L. on the content of bioactive compounds based on the materials obtained from the aromatic plants introduced to the various locations of the Batumi Botanical Garden by Gas chromatography – mass spectrometry (GC/MS) method

Based on the studies of growth and development peculiarities of research aromatic plants: *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L. at seven different locations of the Batumi Botanical Garden, we concluded, that growth and development of plants along with the quantity and quality of obtained raw materials depend on the rate of soil acidity, humus and main feeding elements; well-provided with warmth, sunlight and humidity; good results were received after applying a liquid humic bio preparation.

We set goals to study the content of bioactive substances of raw materials of research objects, namely, tuberose flowers and tubers, iris tubers and roots with good quality and quantity obtained from the locations.

For the determination of the content of bioactive substances of tuberose flowers and tubers, iris tubers and roots, the research was carried out by Gas Chromatography - Mass Spectrometry GC-MS Method under the methodology described in Chapter 4.

For the identification of the content of bioactive substances in tuberose flowers, iris roots and cumin seeds collected from various locations of the Batumi Botanical Garden, the best quality and quantity raw materials were selected for the experiment.

Subchapter VII. 1 - VII. 4 and annotation includes the experiment results in general, and chromatograms, while the dissertation thoroughly analyzes the outcomes of the experiment including mass spectrum and chromatograms materials.

VII.1. Study of flowers of *Polianthes tuberosa* L. the content of bioactive compounds

High-quality flower materials of *Polianthes tuberosa* L. *Cuminum cyminum* L. were obtained from the experimental plot of aromatic plants and from North American phyto-geographical department locations.

Important compounds identified in tuberos flowers by *GC-MS* researches are valuable for cosmetics, perfumery, medicine, and plenty of different fields.

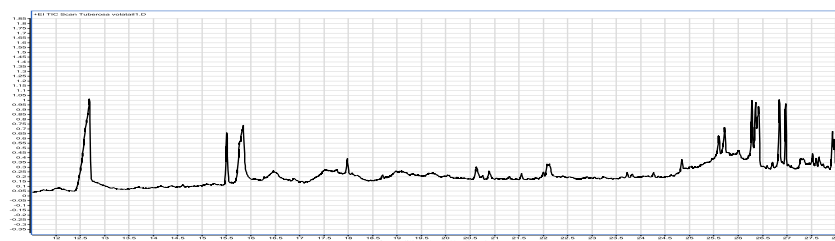
These compounds are the followings,

Non-derivatized:

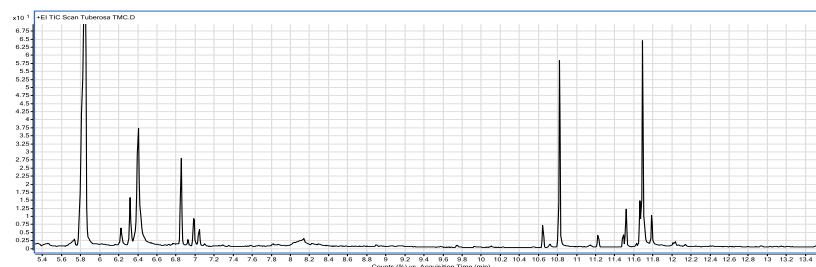
Pyranone: 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4(H)-Pyran-4-one; Coumarin: 2,3-DihydroBenzofuran, 5-Hydroxymethylfurfural, Cuminol: p-Cymen-7-oli, d-Glycero-l-gluco-heptose; 1,3-di-iso-propyl naphthalene, 1,7-di-iso-propylnaphthalene, Myristic-acid, tetradecanoic acid, Benzyl Benzoate, β -Hydroxylauric acid, D-Melezitose: α -D-Glucopyranoside, O- α -D-Glucopyranosyle- β - D-fructofuranosyle; Methyl palmitate (Pic. №15).

Derivatized:

Phloroglucinol: 1,3,5-trihydroxybenzol (Trimethylsilyl ether); Thymol: 2-isopropyl-5-methylphenol; Carvacrol: 2-methyl-5(1-methylethyl) phenol; 2-Methoxy-4 vinylphenol; Methyl linoleate: Linoleic acid Methyl ether; Methyl isostearate: 16-methyl ester; linoleic Acid; Oleic Acid; Stearic acid (Pic. №16).



Pic. №15. *GC-MS* chromatography of the extracts (Non-derivatized) of *Polianthes tuberosa* L.- flowers



Pic. №16. *GC-MS* chromatography of the extracts (Derivatized) of *Polianthes tuberosa* L.- flowers

VII.1. Studying the tubers of *Polianthes tuberosa* L. on the content of bioactive compounds

High-quality raw materials from the tubers of *Polianthes tuberosa* L. were obtained from the locations of the Experimental Plot of Aromatic Plants, Central Park, Himalayan, Australian and Mediterranean (European) phytogeographical sections.

Based on Gas Chromatography - Mass Spectrometry (*GC-MS*) research of the methanol extracts of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. received from five different locations of the Batumi Botanical Garden, primary and secondary compounds of biosynthesis were detected, in particular:

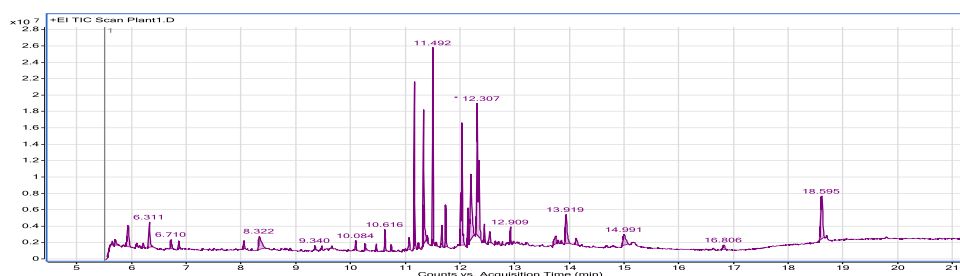
Following *GC-MS* research of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. received from the experimental Plot of Aromatic Plants, the content of various compounds was identified, namely: fatty acids, Elaidic acid ethylether (not detected in raw materials from any other locations), methylzostearate, lactose, paranol. Unlike other locations, no furfural was identified here (Pic. №17).

Based on *GC-MS* research of the content of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. obtained from the Himalayan department of the Batumi Botanical Garden, the following compounds were detected: piranone, furaneol, valeraldehyde, 5 hydroxymethylfurfural, 6 ethyl 2 methyl pyrazole, suprosa, melezitose, glucose, palmitinic acid, palmito oleic acid, ethylpalmitate, palmito oleic acid, ethylpalmitate, oleic acid, linolenic acid, ethyloleate (Pic. №18).

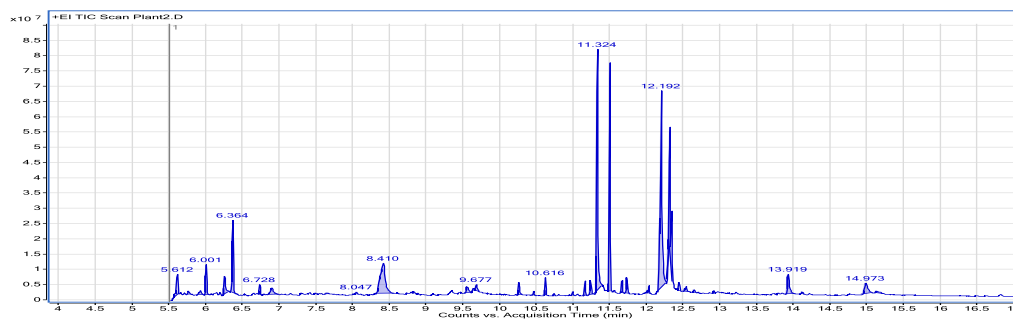
Based on *GC-MS* research of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. obtained from the Australian Department of the Batumi Botanical Garden, the various compounds were identified, such as furfural with less quantity compared to the other locations and too little amount of pyrazine (Pic. №19).

In accordance with *GC-MS* research of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. received from the Central Park, the content of various compounds was identified, namely: methyl 2 ethyl 5 ethyl pyrazine (dominant), little amount of 5 hydrox methyl furfural (unlike the European section RT 7.2) Quantitatively not different from the other locations (Pic. №20)

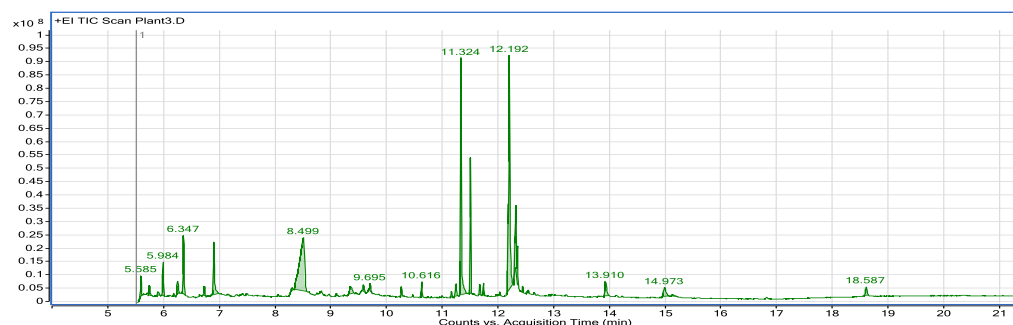
Based on *GC-MS* research of the content of the tubers of *Polianthes tuberosa* L. obtained from the Mediterranean or European phytogeographical department of the Batumi Botanical Garden, the following compounds were detected: piranone (dominant) (Pic. №22), furaneol, valeraldehyde, 5 hydroxymethylfurfural, RT-6.9 (dominant), 6 ethyl 2 methyl pyrazole, suprosa, melezitose, glucose, massoilactone, palmitinic acid, palmito oleic acid, ethylpalmitate, oleic acid, linolenic acid, ethyloleate (Pic. №21).



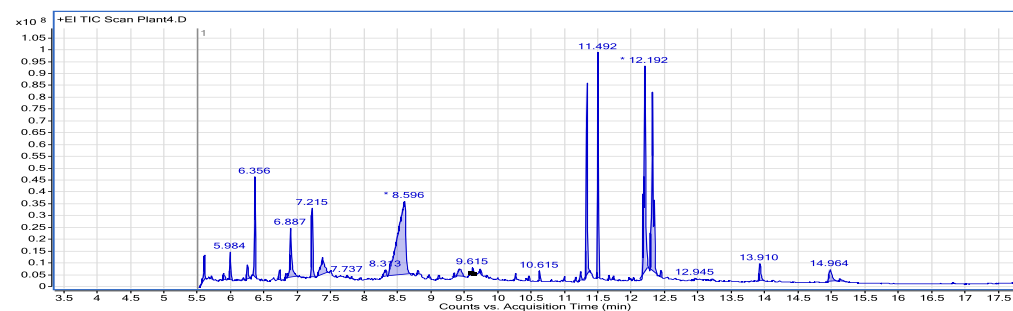
Pic. №17. *GC-MS* chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from the experimental plot of aromatic plants at Batumi Botanical Garden(BBG)



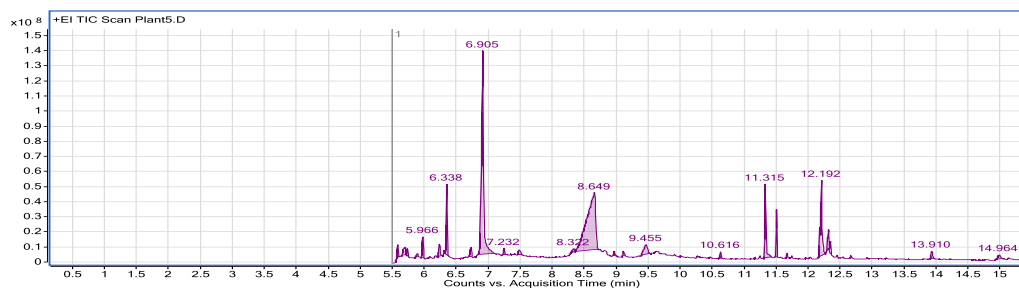
Pic. №18. GC-MS chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from Himalayan phyto-geographical department at BBG



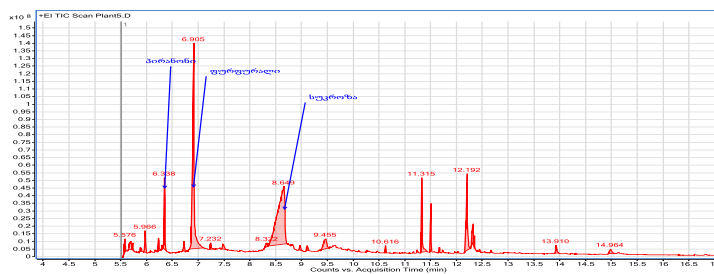
Pic. №19. GC-MS chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from Australian phyto-geographical department at BBG



Pic. №20. GC-MS chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from the Central park at BBG



Pic. №21. GC-MS chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from Mediterranean (Europe) phyto-geographical department at BBG



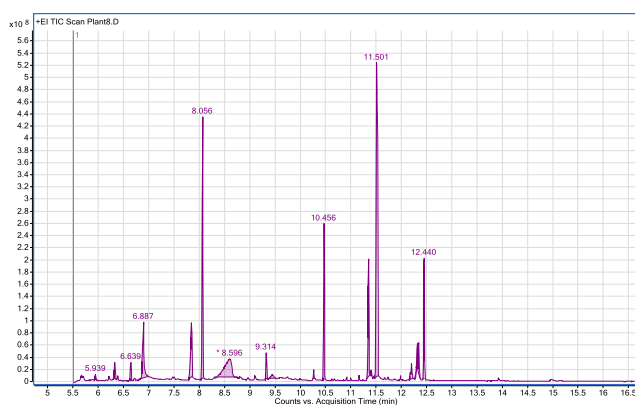
Pic. №22. GC-MS chromatography of the extracts of *Polianthes tuberosa* L.- tubers from Mediterranean (Europe) phyto-geographical department at BBG, dominant substances are marked

VII.3. Studying the roots of *Iris pallida* Lam on the content of bioactive substances

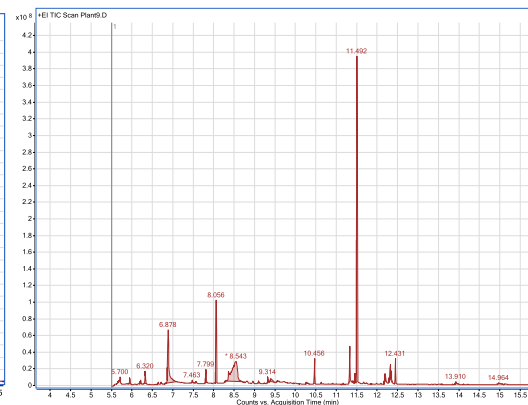
High-quality raw materials from the tubers of *Iris pallida* Lam. were obtained from the locations of the Experimental Plot of Aromatic Plants, Central Park, Himalayan, Australian and Mediterranean (European) phytogeographical sections.

Based on Gas Chromatography - Mass Spectrometry (*GC-MS*) research of methanol extracts of the tubers of *Iris pallida* Lam. obtained from six different locations of the Batumi Botanical Garden, primary and secondary compounds of biosynthesis were detected, namely:

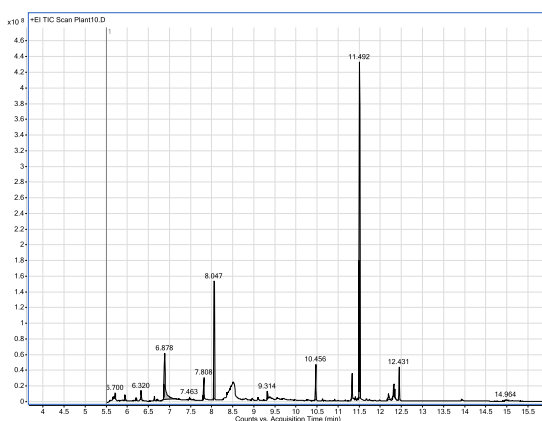
As a result of *GC-MS* researches of tubers and roots of *Iris pallida* Lam. obtained from the examples grown in the Batumi Botanical Garden, the content of different compounds was identified, such as caprylic acid, caprylic acid ethylether, 5 furan carboxaldehyde (little amount), lauric acid, ethylstearate, sucrose, maltose, lactose, arachidic acid ethylether, myristic acid, stearic acid, oleic acid, maltol, dihydrobenzofuran, citral, xylopyranozide, gamacitosterol (Pic. №23-28).



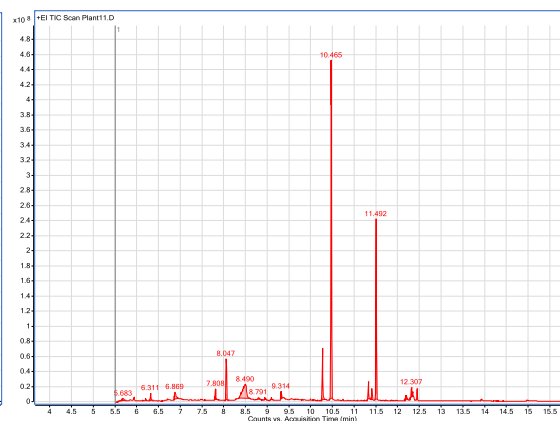
Pic. №23. GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from Himalayan phyto-geographical department at the BBG



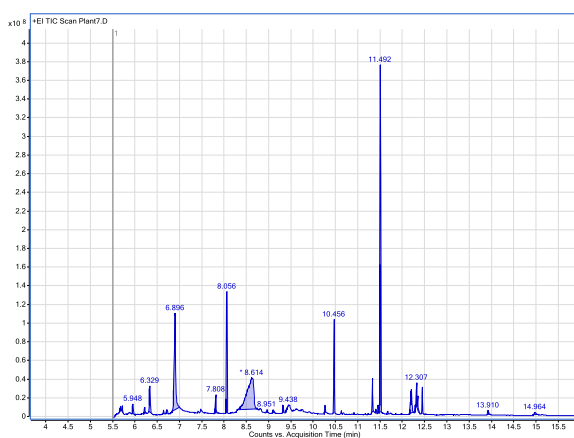
Pic. №24. GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from North American phyto-geographical department at the BBG



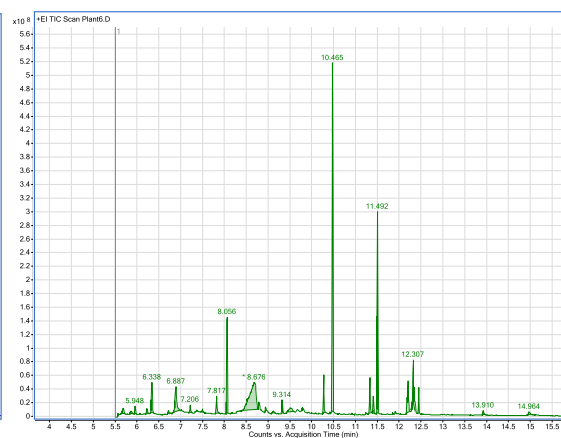
Pic. №25. GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from Australian phyto-geographical department at the BBG



Pic. №26 GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from Experimental plot of aromatic plants at the Batumi Botanical Garden (BBG)



Pic. №27. GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from Mediterranean (Europe) phyto-geographical department at the BBG

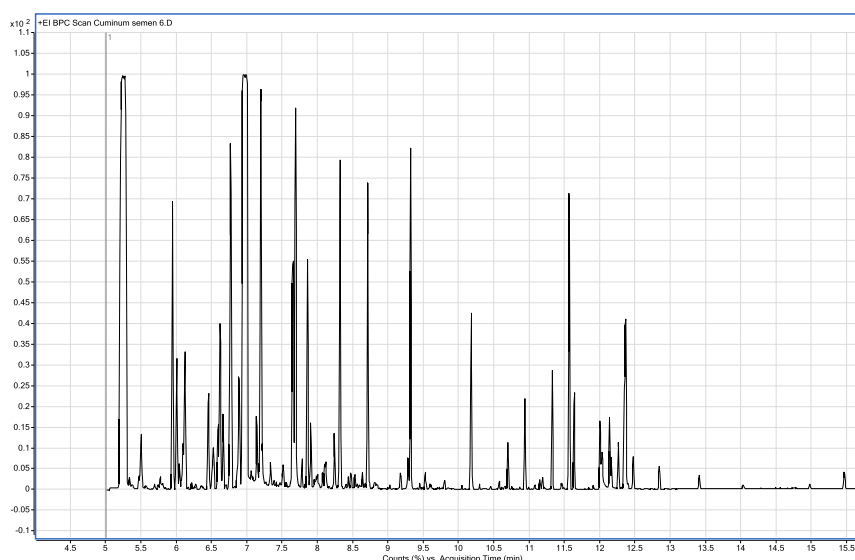


Pic. №28. GC-MS chromatography of the extracts of *Iris pallida* roots from the Central Park at the BBG

VII.4. Studying the seeds of *Cuminum cyminum* L on the content of bioactive compounds

High-quality seed materials of *Cuminum cyminum* L. were obtained from the experimental plot of aromatic plants.

The following compounds were identified by GC-MS studies of the seeds of *Cuminum cyminum*: D-Limonene, Trans-p-Mentha-2,8-Dienol, 1-Vinylcyclohexanole, Cis-p-Mentha-2,8-Dien-1-Ol, Cis - Carveol, Trans-p-Mentha-1(7),8-Dien-2-Ol, Trans-p-Mentha-2,8-Dienol, Carveol, Trans-Dihydrocarvone, Trans-carveol, (-)-Carvone (**Dominant**), p-Mentha-1,8-Dien-3-On, (+)-, Phenilole, Limonene-6-Ol, Terpinyl Butyrate, Eugenole, Cumaldehyde, Lavamenthe, Caryophyllene Oxide, Isocaryophyllene, Humulene, Geranyl Isovalerate, acetuegenol, Isoaromadendrene, Myristic acid, Palmiitic acid, Linolein acid, Olein acid, Stearin acid, Squalen (Pic. №29).



Pic. №29. GC-MS chromatography of the seeds of *Cuminum cyminum* L.

Thus, based on the Gass Chromatography – Mass Spectrometry GC-MS studies of the raw materials of the aromatic plants: *Polianthes tuberosa* L. (tuberose), *Iris pallida* Lam. (pale iris), *Cuminum cyminum* L. (true cumin), in particular, tuberose flowers and tubers, iris roots, true cumin seeds, on the content of bioactive substances, introduced by green technologies to different locations of the Batumi Botanical Garden, there were identified important compounds valuable for cosmetics, perfumery, medicine, the culinary and different fields. They have antioxidant, anti-infection, antimicrobial and other valuable qualities.

Chapter VIII

Obtaining essential oils from the roots of iris (*Iris pallida* Lam.), flowers of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.), and seeds of cumin (*Cuminum cyminum* L.) by green technologies

This stage of the research aimed to obtain essential oils from the research objects by green technologies and their comparative description. Research objects were tuberose flowers, iris roots and cumin seeds. Essential oils were obtained by so-called green extraction methods or green technologies: hydrodistillation; steam distillation; with liquefied liquids; microwave-assisted hydrodistillation; microwave distillation without solvent and ultrasound extraction with further hydrodistillation (see the description of methods in chapter IV).

Technological evaluations of the methods for obtaining essential oils from tuberose flowers, iris roots and cumin seeds are shown in tables №3-5. The obtainability of essential oils in % was determined by calculating the absolute dry mass of the raw materials.

Table №3

Technological evaluation of the methods for obtaining essential oils from iris roots (*Iris pallida* Lam.).

Extraction method	Characteristics			
	humidity content in the raw materials	the size of particles of parted materials, mm	pouring time. min	obtainability of essential oils, %.
Hydrodistillation of fermented materials (2 years)	5,24	2	120	0,11
Hydrodistillation of fermented materials at 60°C during 24 h	3,12	2	120	0,10
a water-steam distillation of fermented materials at 60°C during 24 h	3,12	2	105	0,09
a steam distillation of materials treated with a 20% solution of sodium chloride in water	89,12	2	105	0,11
microwave-assisted hydrodistillation of materials treated with 20% solution of sodium chloride in water	89,12	2	120	0,10
microwave-assisted extraction of materials treated with 20% solution of sodium chloride in water without extragent	89,12	2	120	0,10
ultrasound extraction + hydrodistillation of materials treated with 20% solution of sodium chloride in water	89,12	2	130	0,12
Extraction of fermented materials (2 years) with liquefied gas (freon-12)	5,24	0,5	360	0,13

The duration of the hydrodistillation process of obtaining essential oils from the roots of iris was experimentally detected based on studying the changes in dynamics of obtainability of essential oils. The outflowing intensity of essential oils is high enough during the first 30 minutes of hydrodiffusion and ends after 2 hours. The maximum obtainability of essential oils from iris roots can be achieved by two methods: 1. ultrasonic treatment and further hydrodistillation of the materials treated with 20% solution of sodium chloride in water; 2. Extraction of fermented materials (2 years) with liquefied gas (freon-12); (Table N3); The obtainability is almost equal for either case. Moreover, we gave a priority to a combined method (ultrasound+hydrodistillation) among green technologies. The essential oil "Concretia" obtained by the said method contains 20% liquefied essential oil. Further researches were carried on using essential oils received by the given method.

Table №4

Technological evaluation of the methods for obtaining essential oils from flowers of tuberose
(*Polianthes tuberosa* L.)

Extraction method	Characteristics				
	extragent	Humidity content in the raw materials	The size of particles of parted materials, mm	Pouring time. min	Obtainability of essential oils, %.
Hydrodistillation	Water	88%	8-10	90	0,06
a water-steam distillation	„....“	88%	8-10	90	0,07
microwave-assisted hydrodistillation	„....“	88%	8-10	90	0,07
microwave-assisted extraction	-	88%	8-10	90	0,07
ultrasound extraction + hydrodistillation	Water	88%	8-10	100	0,09
Extraction with liquefied gas (freon-12)	Freon-12	5,4%	1-2	360	0,05

Following the data in Table N4, a combined method: ultrasound extraction + hydrodistillation is distinguished among the methods applied for the extraction of essential oils from tuberose flowers. The obtained essential oil is Concrete.

Table №5

Technological evaluation of the methods for obtaining essential oils from seeds of cumin (*Cuminum cyminum* L.)

Extraction method	Characteristics				
	extragent	Humidity content in the raw materials	The size of particles of parted materials, mm	pouring time. min	obtainability of essential oils, %.
Hydrodistillation	Water	3,46	0,7	90	2,5
a water-steam distillation	„....“	3,46	0,7	90	2,8
microwave-assisted hydrodistillation	„....“	3,46	0,7	90	2,6

microwave-assisted extraction	-	3,46	0,7	90	2,7
ultrasound extraction + hydrodistillation	Water	3,46	0,7	100	2,6
Extraction with liquefied gas (freon-12)	Freon-12	2,31	0,7	360	2.5

Confirmed by the experimental research data (Table №5), the water-steam distillation method is reasonable for obtaining essential oils from cumin seeds.

Organoleptic and physical-chemical rates of essentials oils received by methods with high obtainability were studied at the next stage of the research. "Absoliu" was prepared with iris and tuberose Concretes by ethyl extraction. Results are shown in Table №6.

Table №6

Organoleptic and physical-chemical rates of essentials oils received from iris, tuberose and cumin by different technologies

Characteristics	Product name				
	Essential oil	Concret		Absoliu	
	Cumin	Iris	Tuberose	Iris	Tuberose
Appearance	easily movable fluid	thick, ointment-kind mass	thick, pasta-kind mass	movable, transparent fluid	movable non-Newtonian fluid
Color	light yellow, greenish-brown	dark yellow	brown	yellow	red-pink
Ador	strong, soft, with the appearance of spicy, fatty new greens	deep purple	heavy, sweet, floral aroma	deep purple	heavy, sweet, floral aroma
The density of essential oil, 20 °C	0,924	0,912	0,952	0,934	0,983
Refraction rate of essential oil, 20 °C	1,505	1,439	1,447	1,496	1,495
Acidity rate, mg KOH/g	2,9	178	157	6,2	78
Ether rate, mg KOH/g	38	32	108	52	137

Based on the studies of organoleptic and physical-chemical characteristics of essential oils of iris, tuberose and cumin, the research objects meet the relevant quality requirements (Table №6).

Thus, essential oils from iris roots, tuberose flowers, and cumin seeds were obtained by hydro distillation, steam distillation, microwave distillation with liquefied gases, solvent-free microwave distillation, and ultrasound-assisted hydro distillation extraction. Based on the comparative studies of extraction methods, it is identified that combined “Green Technique” – ultrasound-assisted hydro distillation extraction appears optimal for getting essential oils from iris roots or tuberose flowers. The maximum amount of essential oils from cumin seeds is obtained by steam distillation of raw plant materials.

Based on organoleptic and physical-chemical properties of the essential oils from iris, tuberose, and cumin, the research objects meet the required standards in terms of good quality rate.

Chapter IX

Studying essential oils received by green technologies from iris roots (*Iris pallida* Lam.), cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* L.) by Chromato-Mass spectrometry GC/MS method

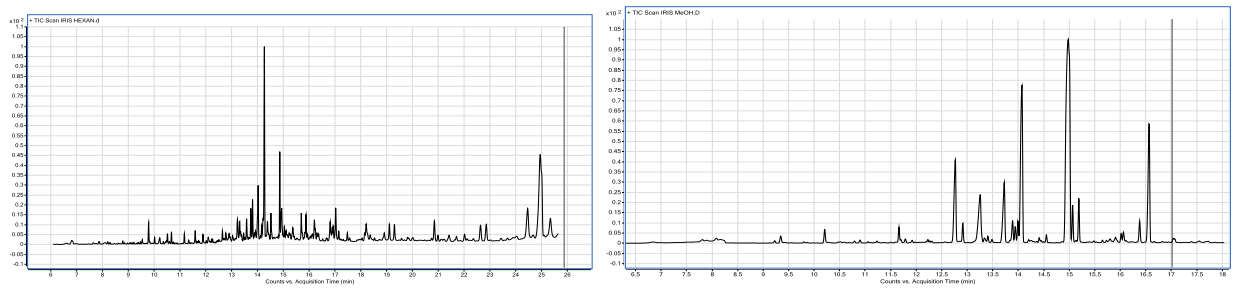
We studied essential oils received by green technologies from iris roots (*Iris pallida* Lam.), cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and *Polianthes tuberosa* flowers (*Polianthes tuberosa* L.) by Gas Chromatography-Mass spectrometry GC/MS method (See chapter IV).

The following important compounds were revealed in cumin; (-)- β -Pinene; (.+)-(R)-Limonen, 3-Carene; 5,4 - β -Linalool; trans-p-Mentha-2,8-dienol; 5,7,3 -Limonene epoxide; 6-Camphenone; cis-Carveol; 6,23 - p-Menth-8en-2-ol; trans Dihydro-Carvone; cis-Carveol; Dihydrocarveol; (-)-Carvone **dominant**; Perillaldehyde; (-)-cis-Carvyl Acetate; Limonene-1,2-diol; β -Elemene; Caryophyllene.

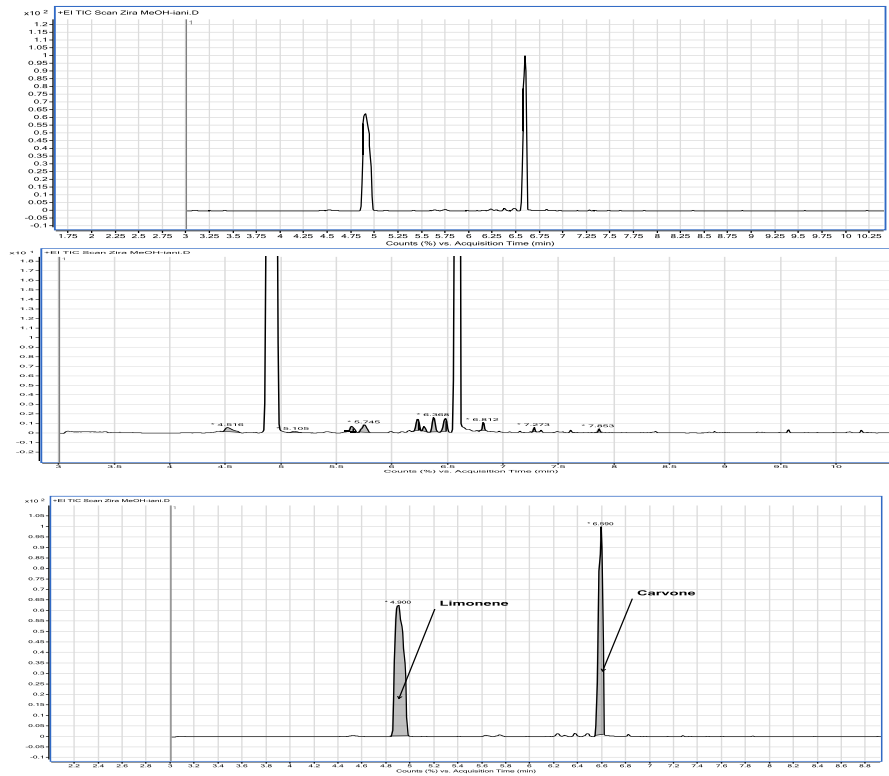
The following compounds are identified in essential oils obtained from iris roots: Citronellol, Citral, (\pm)-cis-Verbenol; β -GERANIOL; 2,3-epoxygeranial, α -Citral; (R)-lavandulyl acetate; Dihydropseudoionone); Geranyl vinyl ether benzofuran; Thymol; Methyl cis-cinnamate; Vanillin; Vanillyl methyl ketone; p-Coumaric acid methyl ester, dominant; Methyl p-coumarate dominant; Ferulic acid methyl ester dominant; Methyl 3,4-dimethoxycinnamate.

The following volatile compounds were identified in essential oils of tuberose flowers: methyl benzoate; pyranone; phloroglucinol; dihydrocoumarone (coumaron), p-cymene - 7 - ol.

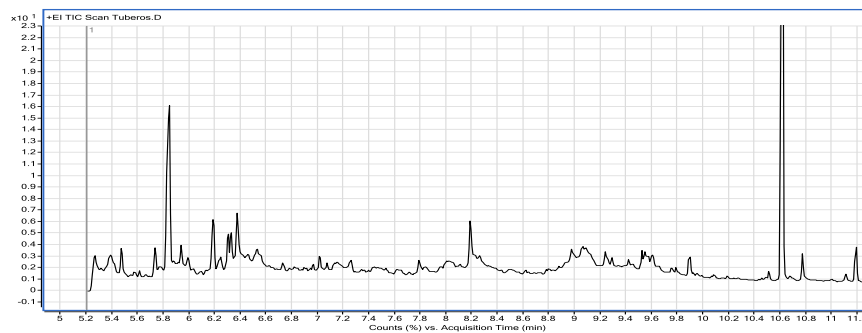
In the dissertation we give all the chromatograms and masspectrums, some of them are given in the abstract (Pic. №30-32).



Pic. №30. GC-MS chromatographs of the essential oils of *Iris pallida* Lam. obtained by green technologies



Pic. №31. GC-MS chromatographs of the essential oils of *Cuminum cyminum* L. seeds obtained by green technologies



Pic. №32. GC-MS chromatographs of the essential oils of *Polianthes tuberosa* L. flowers obtained by green technologies

Chapter X

Screening of essential oils on antibacterial activity obtained from the roots of *Iris pallida* Lam., flowers of *Polianthes tuberosa* L. and seeds of *Cuminum cyminum* L. by green technologies

We aimed at studying antibacterial activities of essential oils received from the seeds of iris (*Iris pallida* Lam.), flowers of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) and seeds of cumin (*Cuminum cyminum* L.) introduced by us in the Batumi Botanical Garden and grown by green technologies.

For studying the antibacterial activities of essential oils received from iris roots and tuberose flowers by an optimal combined Green Method, ultrasound-assisted hydrodistillation extraction and cumin seeds by steam distillation, the research was carried out in the George Eliava Institute of Bacteriophage, Microbiology and Virology (Tbilisi, Georgia).

In vitro evaluation of antimicrobial activities of research objects was conducted by Spot Test method toward certain clusters of bacterial strains on the following cultures: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Klebliella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomona spp.*

The Spot Test method means that 0.2 ml of broth culture with indicatory stams is mixed with semi-liquid agar (0.7%) and placed on Petri dishes with 1 cm diameter circles drown preliminarily. After hardening the agar (20 min), 0.01 ml dilutions of research filtrates 10^{-2} 10^{-4} 10^{-6} 10^{-8} are dropped in circles. The dishes are left half-open until droplets get dry. After that, the dishes are incubated in a thermostat at 37°C for 18-24 hours. The influence of the preparation on bacterial growing is shown by lysis areas. The Spot Test allows the determination of the activity quality of research filtrates.

Determination of lysis activity and spectrum of the preparation – For the determination of lysis activity and spectrum of the preparation, 24-hour leached material of bacterial culture from indirect agar is diluted 10X (108 CFU/ml), a lawn is produced on Petri dishes based on the Spot Test method and 10 µl preparation is poured on it. After 18-24 hours of incubation at 37°C, lysis activity is determined according to the quality of lysis zones created by the preparation.

Outcomes of the screening of the antibacterial activity of essential oils obtained from the roots of iris (*Iris pallida* Lam.), flowers of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) and roots of cumin (*Cuminum cyminum* L.) by green technologies are shown in the table №7.

Based on the table, the research objects have expressed antibacterial effects. Essential oils obtained from the seeds of cumin and roots of iris are distinguished by a wide range of the spectrum.

Thus, based on the studies (by green technologies) of antibacterial activities of essential oils obtained from iris roots (*Iris pallida* Lam.), tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* L.) and cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) by green agrotechnical activities and tested on a certain cluster of bacteria stems toward the following cultures: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*,

Shigella spp., *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomona spp.*, it was identified as follows: 1) research objects have antibacterial effect; 2) essential oil obtained from cumin seeds and iris roots is distinguished by a wide spectrum of antibacterial activities; 3) the following essential oils obtained from a) cumin - *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; b) iris roots - *Escherichia coli*; *Salmonella typhimurium* ; *Proteus vulgaris*; *Streptococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; and c) tuberose flowers - *Streptococcus pyogenes*; *Enterococcus faecalis* are characterized with the highest antibacterial activities toward bacteria stams.

Table №7

Results of Screening of essential oils on antibacterial activity obtained from the roots of *Iris pallida Lam.*, flowers of *Polianthes tuberosa L.* and seeds of *Cuminum cyminum L.* by green technologies

Strain	Title of essential research essential oils		
	Iris	Tuberoza	Cumin
<i>Streptococcus. spp</i>	-	-	R
<i>Streptococcus pyogenes</i>	-	4+	-
<i>Escherichia coli</i>	4+	-	4+
<i>Salmonella typhimurium</i>	4+	-	3+
<i>Proteus vulgaris</i>	4+	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	4+	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	3+	3+	4+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3+	-	4+
<i>Klebsiella Spp.</i>	3+	-	3+
<i>Proteus spp.</i>	3+	-	3+
<i>Streptococcus. spp</i>	4+	-	-
<i>Enterococcus spp</i>	4+	-	4+
<i>Shigella spp</i>	3+	-	3+
<i>Staphylococcus spp</i>	R	-	R
<i>Enterobacter spp</i>	4+	-	4+
<i>Pseudomona spp</i>	2+	-	2+

Conclusions

Green technologies of introduction and processing of some aromatic plants are studied for the first time based on the Batumi Botanical Garden.

The following conclusions are drawn based on the researches:

1. To assess the primary results of the introduction of aromatic plants, new species for the collection of the Batumi Botanical Garden, such as: *Polianthes tuberosa* L., *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Coffea arabica* L., *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner., *Cuminum cyminum* L., *Cassia angustifolia* Delile., *Iris pallida* Lam., *Vanilla planifolia* Jacks., *Zingiber officinale* Roscoe., *Curcuma longa* L., based on the studies of their features of growth and development in the open field, it was identified:

a) All species developed shoots from seeds and tubers;

b) Full vegetative and generative development under the conditions of open soil is passed by the following species: *Polianthes tuberosa* L., *Cuminum cyminum* L., *Iris pallida* Lam. They can flower, develop the fruit and partially seeds, which proves their full adaptation to new environmental conditions;

c) *Cassia angustifolia* Delile. flowers under the conditions of open soil, but without developing seedboxes. In December, the plant gets frozen and withered. However, under the orangery conditions, it can flower, bear fruit and develop seeds;

d) Orangery conditions are advantageous for the following species: *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., *Coffea arabica* L., *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner., *Vanilla planifolia* Jacks., Vegetative development occurs normally, while generative development is noticeable with Arabic coffee - *Coffea arabica* L. and - *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner.

e) Vegetative organs of *Curcuma longa* L.; *Zingiber officinale* Roscoe.; and *Elettaria cardamomum* (L.) reach their full development, but without flowering.

2. Based on the analysis of important aromatic-spicy species of seeds, flowers and leaves of *Cassia acutifolia* Delile., seeds of *Cuminum cyminum* L., leaves and fruits and *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner., and *Coffea Arabica* L., leaves of *Vanilla planifolia* Jacks., and leaves of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton., introduced by green technologies under the soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden and selected especially for studying the content of bioactive substances, the following things were detected:

a) The content of essential oils, glycosides, flavonoids, and aglycones are detected as a result of screening of bioactive substances by thin-layered chromatography;

b) Bioactive substances of various classes are identified based on studying the content of bioactive substances by Gas Chromatography – mass spectrometry (*GC-MS*) method. The content of essential oils is detected in every research species.

3. Based on the studies of growth and development peculiarities of aromatic plants - *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L., introduced into 7 different locations of the Batumi Botanical Garden in the conditions of various expositions and soil, such as: East Asian, the Hymalayan, Australian, Mediterreanean (European), North American phytogeographical sections, Central Park and the experimental plot, without the use of chemicals, we can conclude, that:

a) *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L., get on quite well with soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden;

b) Research objects pass the full cycle of their growth and flowering on well-lit and fertile locations. Moreover, their vegetative-generative development is significantly improved while using liquid humic biopreparations containing mineral and organic substances;

c) Locations surrounded by hardwood plants with high antimicrobial activities condition healthy growings of research species free from harmful diseases;

d) Full cycle of growth and development for *Polianthes tuberosa* L. includes the period from May till the end of December; For *Iris pallida* Lam. – from January till the end of September, and for *Cuminum cyminum* L., the period lasts almost all year long.

e) Among research objects, full generative development occurs with *Iris pallida* Lam. and *Cuminum cyminum* L., while *Polianthes tuberosa* L. bears no fruit, but flowers.

f) Propagation of *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L. under the conditions of the Batumi Botanical Garden is possible with the help of seeds and planting materials of local reproduction received by green technologies, while *Cuminum cyminum* L., and *Iris pallida* Lam., are reproduced by seeds, and *Polianthes tuberosa* L. – by multiple child tubers produced during the vegetation process.

g) Successful cultivation of the aromatic plants, such as *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., and *Cuminum cyminum* L., introduced into the humid subtropical climatic conditions of the Batumi Botanical Garden is possible by green technologies.

4. Microstructural characteristics of underground and aboveground vegetative organs namely, roots, tubers, leaves of tuberose -*Polianthes tuberosa* L., are studied; Macro and microstructural characteristics of generative and vegetative organs namely, leaves, stems and fruits of *Cuminum cyminum* L.; Macro and microstructural characteristics of underground and aboveground vegetative organs, namely, roots, stems, leaves of cumin. Diagnostic characteristics are identified, which will help to identify suitable raw materials and establish authenticity.

5. Thus, based on the Gas Chromatography - Mass Spectrometry *GC-MS* method research of the content of bioactive substances of the aromatic plants *Polianthes tuberosa* L. (tuberose), cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and *Iris pallida* Lam. (pale iris), in particular, tuberose flowers and tubers, iris roots, grown only by biological methods to different locations of the Batumi Botanical Garden, significant compounds were identified. Most of them are known and used in medicine, perfumery, cosmetics, the food industry, culinary and many other fields; they have antioxidant activities, anti-infectious, antimicrobial and other valuable qualities.

6. In the end we can say: Essential oils from iris roots, tuberose flowers, and cumin seeds were obtained by hydro distillation, steam distillation, microwave distillation with liquefied gases, solvent-free microwave distillation, and Ultrasound-assisted hydro distillation extraction. Based on the comparative studies of extraction methods, it is identified that combined “Green Technique” – ultrasound-assisted hydro distillation extraction appears optimal for getting essential oils from iris roots or tuberose flowers. The maximum amount of essential oils from cumin seeds is obtained by steam distillation of raw plant materials.

7. Organoleptic and physical-chemical properties of the essential oils from iris, tuberose, and cumin are studied. It is detected, that the research objects meet the required standards in terms of good quality rate.

8. As a result of the study of essential oils obtained by green technologies from the roots of iris (*Iris pallida* Lam.), Cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* L.) by chromatography-mass spectrometry, GC / MS, it was established that essential oils contain: terpenes, terpenoids, phenolic derivatives, aliphatic and aromatic components.

9. Based on the studies (by green technologies) of antibacterial activities of essential oils obtained from iris roots (*Iris pallida* Lam.), tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* L.) and cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) by green agrotechnical activities and tested on a certain cluster of bacteria stems toward the following cultures: *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Spp.*, *Proteus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomona spp.*, it was identified as follows: 1) research objects have antibacterial effect; 2) essential oil obtained from cumin seeds and iris roots is distinguished by a wide spectrum of antibacterial activities; 3) the following essential oils obtained from a) cumin - *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; b) iris roots - *Escherichia coli*; *Salmonella typhimurium* ; *Proteus vulgaris*; *Streptococcus spp.*; *Enterobacter spp.*; and c) tuberose flowers - *Streptococcus pyogenes*; *Enterococcus faecalis* are characterized with the highest antibacterial activities toward bacteria stams.

10. Based on this paper, the first experimental plot of aromatic plants in the history of the Batumi Botanical Garden was established and the collection of aromatic-spicy plants was decided to arrange.

11. Elaboration of the scientific basis for green technologies of growth-development and processing the aromatic plants *Polianthes tuberosa* L., *Iris pallida* Lam., *Cuminum cyminum* L., introduced to the Batumi Botanical Garden, has great importance for creating the base of ecologically clean raw materials and obtaining essential oils from them.

Published articles on the topic of the dissertation:

1. L. Kodanovi, M. Jokhadze, M. Metreveli, D. Berashvili, A. Bakuridze „ „Introduction of aromatic plants in the Batumi Botanical Garden and their research for the content of biologically active compounds“, Georgian Medical News - 2020, Tbilisi - New York, ISSN 1512-0112; No7-8 (304-305), pp.153-157. [privacy \(geomednews.com\)](http://www.geomednews.com)
2. L. Kodanovi, A. Bakuridze, M. Metreveli, M. Jokhadze, D. Berashvili, A. Meskhidze „Biological characteristics of growth and development of *Polianthes tuberosa* L. in soil and climatic conditions of the Batumi Botanical Garden“, IJSRM - International Journal of Science and research methodology India; ISSN 2454-2008, Vol.:17, Issue 1, pp. 93-104. <https://docplayer.net/203171125>.
3. L. Kodanovi, M. Metreveli, „The Study Results of Some Introduced Medical-Aromatic Plants in Conditions of Batumi Botanical Garden“, Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia, 2019, International Scientific Conference „Green Medications – By Green Technologies –For Healthy Life“, <https://tsmu.edu/conference2019/index.php?lang=en>
4. L. kodanovi, „Introduction and Cultivation of some Medicinal-Aromatic Plants in the Batumi Botanical Garden“, Conference of young scientist and students, Actual issue of modern Biomedicine, Batumi Shota Rustaveli State University, 29 September, 2019.
5. Kodanovi L. „Introduction of therapeutic, aromatic, exotic species in Batumi botanical garden and its results. Conference Hall of Hotel “Radissin Blu”, Batumi, Georgia, 2017, International scientific Conference „Future technologies and quality of life“, pp. 124-125, <https://tsmu.edu/lifeconference2017/ABSTRACTS.pdf>
6. L. kodanovi, A. Bakuridze, „Introduction of medical and aromatic plants at Batumi Botanical Garden“, Biodiversity and Georgia, Proceedings of the II scientific conference, National Botanical Garden of Georgia, Tbilisi, 2016, Pp. 93-95
7. L. Kodanovi, A. Bakuridze, M. Metreveli „Primary results of introduction of *Polianthes tuberosa* L. in Batumi Botanical Garden“, Biodiversity and Georgia, Proceedings of the III scientific conference, 18-19 May, National Botanical Garden of Georgia, Tbilisi, 2017, Pp.114-116