

სსიპ - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი  
ქიმიის დეპარტამენტი



**Prunus cerasifera Ehrh ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების  
ქიმიური შედგენილობისა და ანტიოქსიდანტური აქტიურობის  
დადგენა**

ჯეირან ფუტკარაძე

(წარდგენილია ქიმიის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
სპეციალობა: ბუნებრივ ნაერთთა ანალიზი)

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი  
ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი  
ა. კალანდია

ბათუმი - 2023

„როგორც წარდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალურ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენიებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად“

ჯეირან ფუტყარაძე

25/05/2023

აღნიშნული პროექტი განხორციელდა სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური ხელშეწყობით (გრანტი AP/96/13; PHDF-22-2895-„ტყემლის ველური და კულტურული ჯიშებისა და მისგან წარმოებული პროდუქტების ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები“

## ს ა რ ზ ე ვ ი

შესავალი -----	5
ლიტერატურული მიმოხილვა	
1.1. ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები მათი გავრცელება მცენარეებში -----	9
2. ექსპერიმენტული ნაწილი -----	39
2.1 კვლევის ობიექტი -----	39
2.2. კვლევის მეთოდები -----	49
3. ტყემლის ნაყოფის ორგანული მჟავებისა და ნახშირწყლების HPLC-UV, IR, UPLC PDA-MS მეთოდებით კვლევა -----	54
3.1. ტყემლის ნაყოფის ორგანული მჟავებისა და ნახშირწყლების HPLC-UV, IR, UPLC PDA-MS მეთოდებით კვლევა -----	54
3.2. ორგანული მჟავების კვლევა HPLC-ის მეთოდით -----	59
3.3. ტყემლის წვენი ნახშირწყლების კვლევა HPLC-ის მეთოდით -----	61
3.4. ტყემლის ზოგიერთი ანტოციანური ნაერთის UPLC PDA-MS მეთოდით კვლევა -----	64
3.5. ტყემლის ზოგიერთი ფენოლკარბონმჟავას და ფლავონოიდის კვლევა UPLC PDA-MS მეთოდით -----	74
3.6. ტყემლის ზოგიერთი ჯიშისა და სახეობის ნაყოფის წვენის კატიონების კვლევა HPLC-Cond. მეთოდის გამოყენებით -----	92
3.7. ტყემლის კურკის ლიპიდური ბუნების ნაერთების აირ-სითხური ქრომატოგრაფიებით (GC) კვლევა -----	94
4. ტყემლის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტებში ბიოაქტიური ნაერთების ცვლილებების ქრომატოგრაფიული შესწავლა -----	97
4.1. ტყემლის არაყის აირ-სითხური ქრომატოგრაფიული კვლევა -----	100
4.2. ტყემლის ფენოლური ნაერთების ცვლილებები დამუშავების დროს -	103
დასკვნები -----	106
გამოყენებული ლიტერატურა -----	108

## შესავალი

**ნაშრომის აქტუალურობა:** ქვეყნის სასურსათო უზრუნველყოფისათვის და საერთაშორისო ბაზარზე მაღალი ხარისხის, ნატურალური კვების პროდუქტების გატანის მიზნით, საქართველოს ეკონომიკაში კვლავ აქტუალურია ხილის და მისი გადამამუშავების პროდუქტების განვითარების ძირითადი მიმართულებების განსაზღვრა და წარმოების ხელშეწყობა. მაღალხარისხოვანი პროდუქციის წარმოების საფუძველს წარმოადგენს ხარიახიანი ნედლეული, რაც გამოიხატება მის ქიმიურ შედგენილობაში. საკვებისაგან ადამიანის ჯანმრთელობაზე შესაძლო სარგებლის დასადგენად, აუცილებელია მასში შემავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების იდენტიფიცირება და რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრა. აღნიშნულ ინგრედიენტებს მიეკუთვნება ვიტამინები, ორგანული მჟავები, ანტოციანები, ფლავონოიდები და სხვა.

ასევე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნედლეულის გადამამუშავების კომპლექსურობას და გადამამუშავების ნარჩენების შესწავლას, კერძოდ ტყემლის ნაყოფების სამრეწველო გადამამუშავების ნარჩენები დაბალი ღირებულებებისა და ადვილი ხელმისაწვდომობის გამო, რომელიც სხვა მხრივ შეიძლება გადაყრილი იქნას გარემოში როგორც ნაგავი, შეიძლება მივიჩნიოთ ნუტრიცევტიკების მნიშვნელოვან წყაროდ. ბიოაქტიური ნაერთებით მდიდარი დღევანდელი წარმოებისათვის არასასურველი ნარჩენები შეიძლება გადამამუშავდეს, როგორც დამატებითი ღირებულების საკვებ დანამატებად, რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფუნქციონალური დანიშნულების პროდუქტების შემუშავებაში.

**პრობლემის ფორმულირება-** კვლევის თანამედროვე მდგომარეობა საქართველოში შეიძლება ითქვას ძალზე არა სრულყოფილია. პრაქტიკულად არ არსებობს მონაცემები საქართველოს პირობებში მოყვანილი ტყემლის ნაყოფის ქიმიური შედგენილობის შესახებ. არსებობს არასრული ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემები საქართველოს აგრო-კლიმატურ პირობებში გავრცელებული ტყემლის ნაყოფების შესახებ. კვლევები ძირითადად ჩატარებულია 30-40 წლის წინ, ბუნებრივია მაშინ შესაძლო ტექნიკური საშუალებებით. ჩვენს მიერ შესწავლილი რამდენიმე ასეული სამეცნიერო პუბლიკაციიდან, სამწუხაროდ არ იძებნება არც ერთი კვლევა საქართველოში გავრცელებული ტყემლის ნაყოფის ან წარმოების ანარჩენების შესახებ, არც ერთი ავტორი არ არის ქართული სამეცნიერო წრიდან. სამეცნიერო ტექნიკის სიმწირის გამო

სრულად შეუსწავლელია ქვეყნის სინამდვილეში, მცენარეული ნედლეულის და მისი გადამამუშავებელ საწარმოთა ანარჩენების გამოყენების შესაძლებლობები. საქართველოს სინამდვილეში სრულიად შეუსწავლელია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთები და მისგან მიღებული პროდუქტების (მათ შორის პრეპარატები) გამოყენების პერსპექტივები. მეორეს მხრივ ჩვენს მიერ გაცნობილი ლიტერატურა მოწმობს (რამდენიმე ათეული უახლესი პუბლიკაცია), რომ მცენარეული ნედლეულისა და გადამამუშავების ანარჩენების ვალორიზაციის საკითხი ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით, გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შესუსტების მიზნით ციკლური ეკონომიკის პრინციპების გამოყენება პრიორიტეტული საკითხია.

დღეისათვის შექმნილი სასურსათო უსაფრთხოების საკითხების გათვალისწინებით, აუცილებელია საქართველოს სინამდვილეში განსაკუთრებით ენდემური მცენარეების ექსტრაქციის მეთოდების ოპტიმიზაცია, ბიოაქტიური პრეპარატების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, მათი ქიმიური შედგენილობის კვლევა თანამედროვე მეთოდების მეშვეობით და მათი გამოყენების პერსპექტივების დადგენა.

შიდღება დავასკვნათ, რომ მიუხედავად ტყემლის და ტყემლის ნაყოფისგან მიღებული პროდუქტების პოპულარობისა, საქართველოს სინამდვილეში სრულად შეუსწავლელია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთები და მათგან მიღებული პროდუქტების ქიმიური შედგენილობა და გადამამუშავების დროს მიმდინარე ცვლილებები.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები.** საქართველოში გავრცელებული ტყემლის (*Prunus cerasifera* Ehrh) ველური ფორმების და კულტურული ჯიშების ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების (ფენოლური ნაერთების, ეთერზეთების, კურკის ლიპოიდური ნაერთების და სხვა) გამოყოფა და იდენტიფიკაცია, მათი რაოდენობრივი შემცველობის შესწავლა, ნედლეულის გადამამუშავების ოპტიმალური პირობების დადგენა და მათგან ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით მდიდარი პროდუქტების, კონცენტრატების და პრეპარატების მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება. ტყემლის ნაყოფის გადამამუშავებით მიღებული პროდუქტების ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების ქიმიური შედგენილობის და ანტიოქსიდანტური აქტივობის დადგენა.

მეცნიერული სიახლე საქართველოს სინამდვილეში პირველად იქნება შესწავლილი ტყემლის ნაყოფის სრული ქიმიური შედგენილობა (სისტემური კვლევა ქრომატოგრაფირებით-HPLC-UV,Vis,RI, UPLC-PDA-MS GC, სპექტრალური ანალიზი, ინფრაწითელი სხივით ანალიზი და კვლევის კლასიკური ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით) ტყემლის ბიოაქტიური ნაერთების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა. შესაძლებელი გახდება ნაყოფის კომპლექსური გადამუშავების და გადამუშავების ნარჩენების ვალორიზაციის და გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შესუსტების მიზნით ციკლური ეკონომიკის პრინციპების გამოყენებაზე დაფუძნებული ინოვაციური ტექნოლოგიების შემუშავება.

სხვა თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებით გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული იქნა 4 კარბონმჟავა, 3 ნახშირწყალი, 6 ანტოციანი, 15 ფლავონოიდი და 15 ფენოლკარბონმჟავა, 1 სტილბენი, 4 კატიონიტი. ტყემლის კურკისაგან მიღებული ცხიმზეთის შემადგენლობაში იდენტიფიცირებულია 13 კომპონენტი.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა-შესწავლილია ნაყოფის და მისი ტრადიციული ტექნოლოგიით გადამუშავებისას მიღებული პროდუქტების ბიოაქტიური ნაერთების შედგენილობა და მათი ბიოლოგიური აქტივობა. შერჩეულია ტექნოლოგიური მეთოდები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბიოაქტიური ნაერთების მაქსიმალურად შენარჩუნებას. წარმოების ანარჩენების ვალორიზაციის მეთოდები მეწარმეებს საშუალებას მისცემს აწარმოონ ბაზარზე მოთხოვნადი ბიოლოგიურად აქტიური პროდუქტები და პრეპარატები.

გამოქვეყნებული სამეცნიერო შრომები:

1. JeiranPutkaradze, Mzia diasamidze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ Antioxidant Activity of Prunus cerasifera products//<http://www.crdeepjournal.org/wp-content/uploads/2021/06/Vol-10-3-2-IJLS.pdf>, 2022
2. Jeiran Putkaradze, Mzia diasamidze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ The Waste Obtained From The Processing Of Tkemali Fruits And Our Living Environment <https://mpe.openjournals.ge/index.php/mpe/article/view/6014>, 2022

3. Maia Vanidze, Jeiran Putkaradze, Nona Surmanidze, Inga Kartsivadze, Indira Djaparidze, Aleko Kalandia/ Antioxidants of Introductory and Endemic Plants in Georgia.

[https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=Antioxidants+of+introductory+and+endemic+plants+in+georgia&btnG=20.17](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Antioxidants+of+introductory+and+endemic+plants+in+georgia&btnG=20.17)

საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმებში მონაწილეობა:

4. Jeiran Putkaradze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ Biologically Active Compounds of Prune Fruits and Products Obtained from Them// International conference, American Chemical Society 2022

5. Jeiran Putkaradze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ Chemical composition of Prunus sort «red flag» fetus and its derivative products// გამოყენებითი ბიოტექნოლოგიის მე-2 საერთაშორისო სკოლა-სემინარი, 2019

6. ჯეირან ფუტკარაძე, მაია ვანიძე, ალექო კალანდია, რუსლან დავითაძე/ Prunus cerasifera Ehrh ზოგიერთი ველური და კულტურული ფორმის ლიპიდური ნაერთები// საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მიერ ორგანიზებულ, აკადემიკოს გივი ცინცაძის დაბადებიდან 90 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო - სამეცნიერო- კონფერენცია „ქიმია-მიღწევები და პერსპექტივები“.

## ლიტერატურული მიმოხილვა

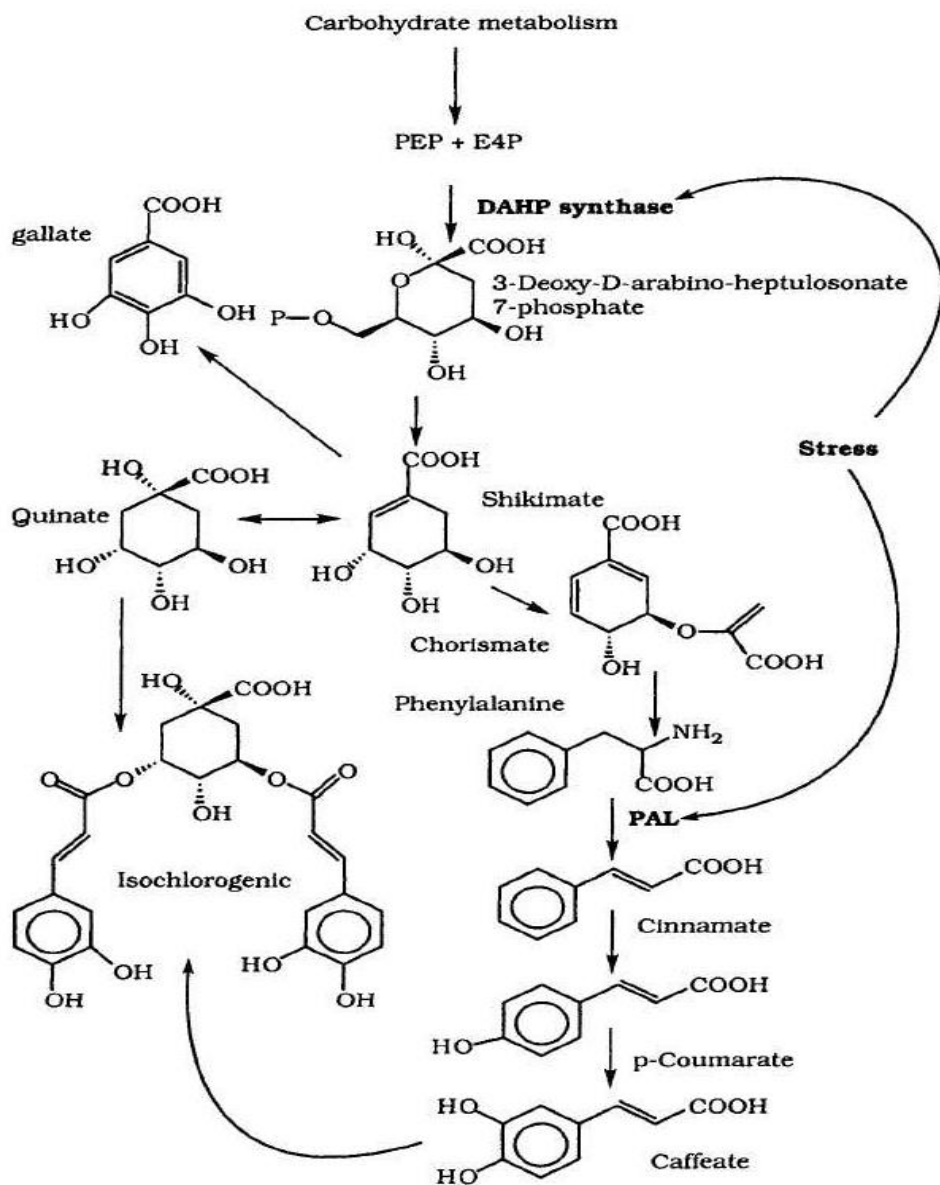
### 2.1. ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები მათი გავრცელება მცენარეებში

ბოლო რამდენიმე ათწლეულში, მსოფლიოში ფლავონოიდებმა მიიპყრო მეცნიერთა ყურადღება. ფლავონოიდების პოპულარობა სამეცნიერო სამყაროში განპირობებულია მათი მრავალმხრივი გამოყენების, თერაპიული გამოყენებისა და გარემოს დაცვითი მნიშვნელობით. გავრცელებული ინფორმაციით, მათ აქვთ რამდენიმე სასარგებლო ფარმაკოლოგიური ეფექტი. ფლავონოიდები არსებობს რვა სხვადასხვა კლასის და მათი რიცხვი 6000-ზე მეტია [*Flavonoids—Classification and Natural Sources*. <https://encyclopedia.pub/entry/2767> (accessed 2023-05-25)[47]. ამ კლასებში შედის ანთოციანინები, ანტოციანიდები, ლიპოფილური ფლავონები და ფლავონოლები, ფლავონი და ფლავონოლური გლიკოზიდები, ქალკონები, დიჰიდროქალკონები, აურონები, ფლავანონები და დიჰიდროფლავონოლები [7, 61,132] . ანტოციანინი გვხვდება მცენარეთა სხვადასხვა ნაწილში, მათ შორის ყვავილების ფურცლებზე, ღეროებში, ფოთლებსა და ნაყოფებში. ისინი არიან პოლიფენოლური პიგმენტები, რომელთა ფერია წითელიდან იის ფრამდე. ლიტერატურული გამოკვლევით ვლინდება 700-ზე მეტი ანტოციანიდინური ნაერთის არსებობა [9,23,34,45]. ანტოციანებს თავიანთი სტრუქტურით აქვთ რამდენიმე ფენილის ჯგუფი და ძირითადად გვხვდება გლიკოზილირებული ფორმით. ანტოციანებზე ყველაზე ხშირად სტრუქტურული მოდიფიკაციები ტარდება აცილირების გზით. ზოგიერთი გამოკვლევის თანახმად, ანტოციანინების ბიომოპოვადობა დაბალია, გარდა ციანიდინ-3-გლუკოზიდისა, რომელიც ავლენს ბიომოპოვადობის დაახლოებით 12% -ს [20,155,163]. ანტოციანინის რუტინული მოხმარება სასარგებლოა გულსისხლძარღვთა, ნევროლოგიური და მეტაბოლური დარღვევების თავიდან ასაცილებლად [7,79,91]. ისინი არ არიან დიეტის ძირითადი შემადგენელი ნაწილები, მაგრამ მათი ადვილად შევსება შეიძლება ხილისა და ბოსტნეულის მიღებით. დღემდე არ არის დადგენილი დიეტის მიღების მითითების დონე ანტოციანინებისთვის. ამასთან,



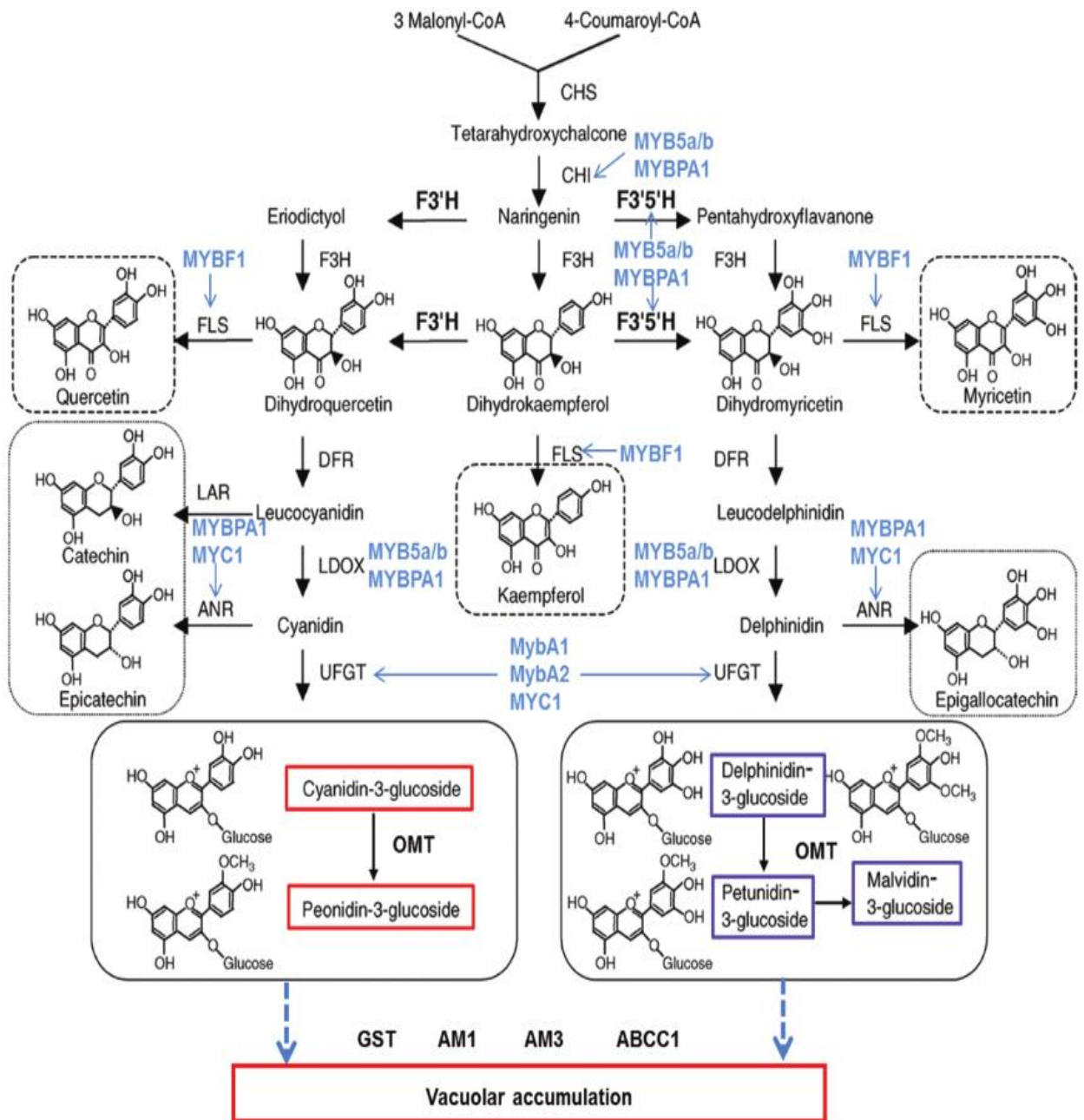
მსოფლიოში ინსტიტუტები გვირჩევენ ანტოციანების გამოყენებას ჯანმრთელობის გაუმჯობესების მიზნით[30,32,39,112,159,166].

ფენოლური ნაერთები მეორეული ბიოსინთეზის პროდუქტები არიან. მრავალი სქემაა განხილული მათი შესაძლო სინთეზთან დაკავშირებით. ხშირ შემთხვევაში მიაჩნიათ, რომ ფენოლური ნაერთების, განსაკუთრებით ანტოციანების ბიოსინთეზი მცენარისათვის გარკვეული სტრესული პირობების დროს ხდება. სქემების სახით წარმოდგენილია ფენოლური ნაერთების და სხვა პიგმენტების ბიოსინთეზის სქემები და მათი შესაძლო სტრუქტურული აგებულება.



სქემა 1. ფენოლების მეტაბოლიზმი. PEP (ფოსფო ენოლ პირუვატი); E4P (ერიტროზე 4-ფოსფატი); DAHP (3-დეოქსი-D-არაბინო-3-ეპტულოსონატი 7-ფოსფატი); PAL (ფენილალანინ ამონია ლიაზა). ტრანსკრიპტიანალური აქტივობის სტრესი ფენოლების მეტაბოლიზმის

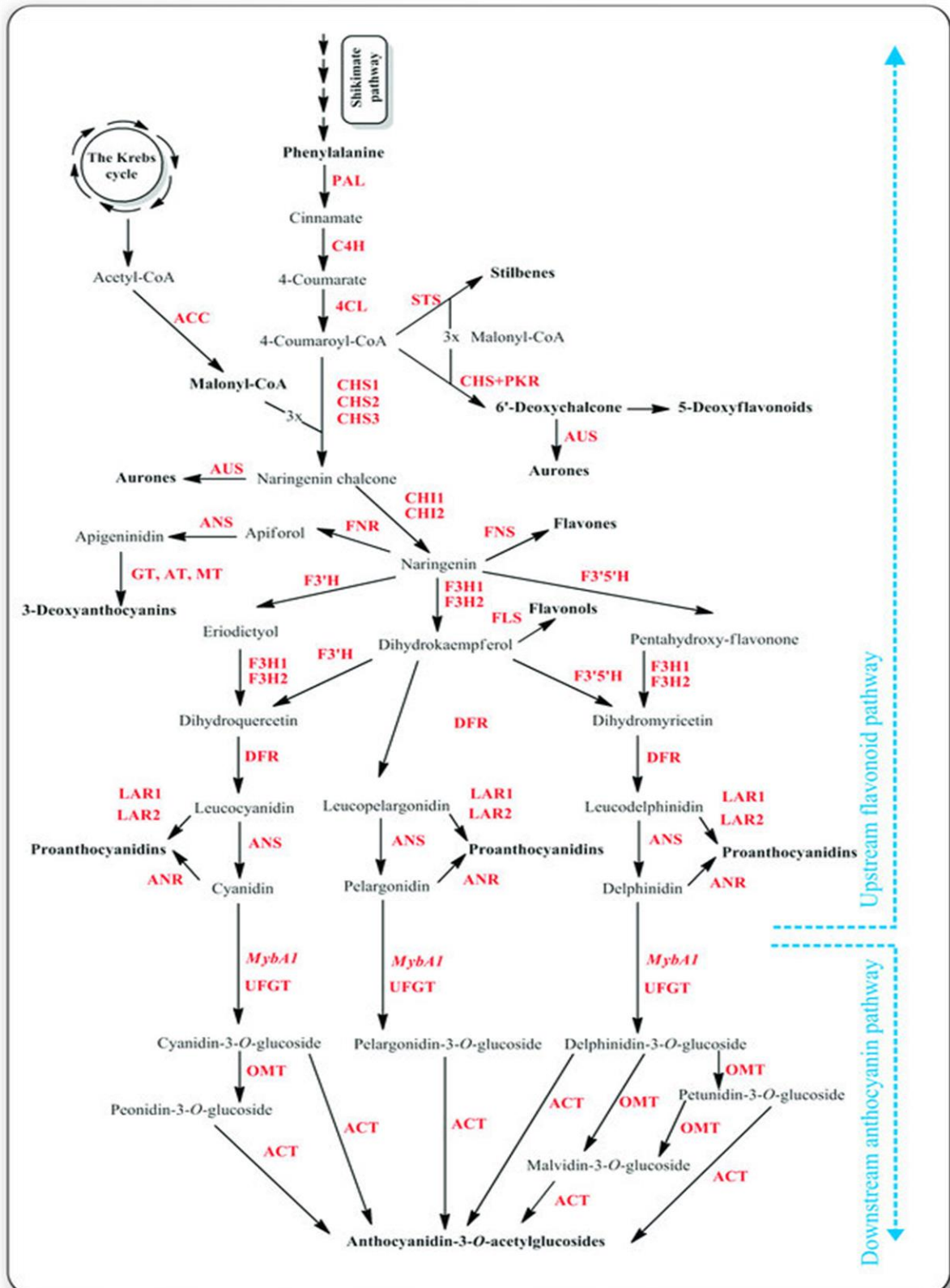
გასაღები (PAL და DAHP სინთაზა). Tomás-Barberan, F. A.; Ferreres, F.; Gil, M. I. Antioxidant Phenolic Metabolites from Fruit and Vegetables and Changes during Postharvest Storage and Processing. In *Studies in Natural Products Chemistry*; Atta-ur-Rahman, Ed.; Bioactive natural Products (Part D); Elsevier, 2000; Vol. 23, pp 739–795. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80141-6](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80141-6).



სქემა 2. ფლავონოიდების ბიოსინთეზის გამარტივებული გზები და მისი რეგულირება ყურძენში. CHS, ქალკონის სინთაზა; CHI, ქალკონის იზომერაზა; F3H, ფლავონონ-3-ჰიდროქსილაზა; F3'H, ფლავონოიდი 3'-ჰიდროქსილაზა; F3'5'H, ფლავონოიდი 3'5'-ჰიდროქსილაზა; DFR, დიჰიდროფლავონოლ-4-რედუქტაზა; LDOX, ლეიკოანტოციანინის დიოქსიგენაზა; UFGT, UDP-გლუკოზა: ფლავონოიდ-3-O-გლუკოზილტრანსფერაზა; OMT, O-მეთილტრანსფერაზა; FLS, ფლავონოლ სინთაზა; გლუტათიონ-S-ტრანსფერაზა GST; AM1/AM3, ანტოციანინის გადამტანები მრავალსამკურნალო და ტოქსიკური ექსტრუზიისთვის; ABCC1, ATP-შემავაჭირებელი კასეტა გადამზიდავი. ლურჯი

წერტილოვანი ისრები მიუთითებს ანტოციანინის ტრანსპორტზე გადამზიდველის შუამავლობით მოდელის მეშვეობით.

Kuhn, N.; Guan, L.; Dai, Z. W.; Wu, B.-H.; Lauvergeat, V.; Gomès, E.; Li, S.-H.; Godoy, F.; Arce-Johnson, P.; Delrot, S. Berry Ripening: Recently Heard through the Grapevine. *J. Exp. Bot.* **2013**, *65* (16), 4543–4559. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert395>.



ფენოლური ნაერთების მიღების პირველ წყაროდ მიღებულია ჩაითვალოს ფენილალანინი. რომლებიც გარდაიქმნებიან ანტოციანიდინ-3-0-აცეტილ-გლუკოზიდაზად რამდენიმე შუალედი პროდუქტის კუმარატების, ნარინგენინის, ლეიკოციანიდინების შესაბამისი ანტოციანური აგლიკონების და მათი გლიკოზიდების წარმოქმნით. Poljuha, D.; Sladonja, B.; Poljuha, D.; Sladonja, B. *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*; 2013. <https://doi.org/10.5772/3442>.

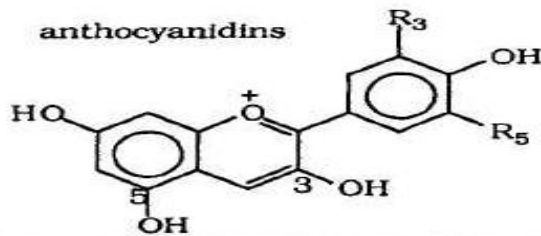
ტრადიციულად მცენარეების ანტოციანებს იყენებდნენ ჰეპატობილიარული დაავადებების სამკურნალოდ, როგორცაა ჰიპერბილირუბინემია, ობსტრუქციული სანაღვლე გზები და მადის უკმარისობა. ანტოციანინების გამოკვლევა ჩატარდა სხვადასხვა სისტემასა და მოდელში მათი ანტიოქსიდანტური ეფექტის გამო. UVB დასხივების შემდეგ მალონდიალდეჰიდის წარმოქმნის შესწავლისას ჩატარებულ კვლევაში, დელფინიდინ-3-გლუკოზიდმა და პელარგონიდინ-3-გლუკოზიდმა გამოავლინეს მნიშვნელოვანი ანტიოქსიდანტური მოქმედება [62]. პელარგონიდინი მოქმედებს, როგორც შესანიშნავი ჰიდროქსილის რადიკალების გამწმენდი, ხოლო დელფინიდინი მოქმედებს, როგორც კარგი ჟანგბადის რადიკალების გამწმენდი. კვლევებში ასევე ნათქვამია, რომ ციანიდინი და ციანიდინი-3-გლუკოზიდს გააჩნიათ ინჰიბიტორული მოქმედება დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეიდების (LDL) დაჟანგვის წინააღმდეგ [63].



	R <sub>3</sub>	R <sub>5</sub>
kaempferol	H	H
quercetin	OH	H
isorhamnetin	OCH <sub>3</sub>	H
myricetin	OH	OH

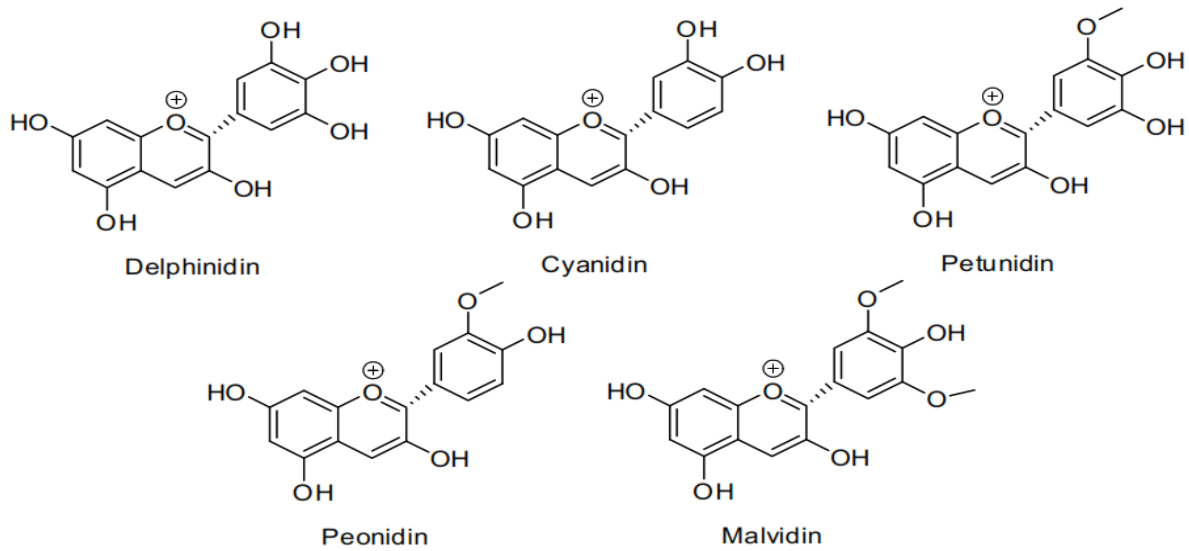


	R <sub>3</sub>	R <sub>5</sub>
apigenin	H	OH
luteolin	OH	OH
chrysoeriol	OCH <sub>3</sub>	OH
diosmetin	OH	OCH <sub>3</sub>



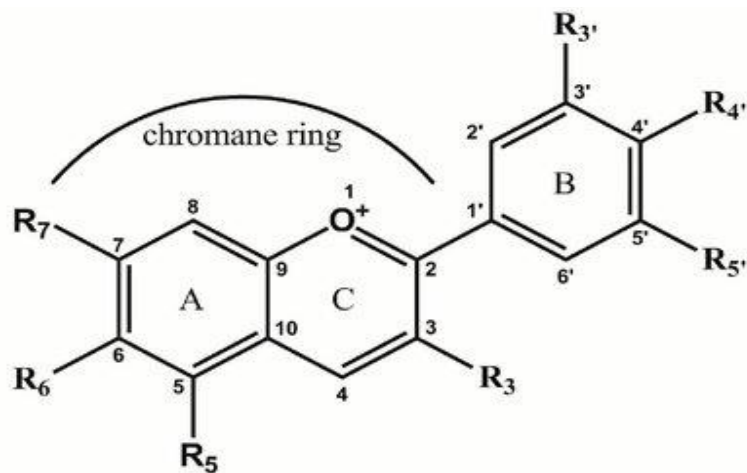
	R <sub>3</sub>	R <sub>5</sub>
pelargonidin	H	H
cyanidin	OH	H
peonidin	OCH <sub>3</sub>	H
delphinidin	OH	OH
petunidin	OCH <sub>3</sub>	OH
malvidin	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>

ანტიოქსიდანტური ფლავონების, ფლავონოიდების და ანტოციანიდინების ძირითადი სტრუქტურები. ფლავონები-კემპფეროლი, კვერცეტინი, იზორამნეტინი, მირიციტინი, აპიგენინი, ლუტეოლინი, ქრიზოერიოლი, დიოსმეტინი. *Flavonoids—Classification and Natural Sources*. <https://encyclopedia.pub/entry/2767> (accessed 2023-05-25).

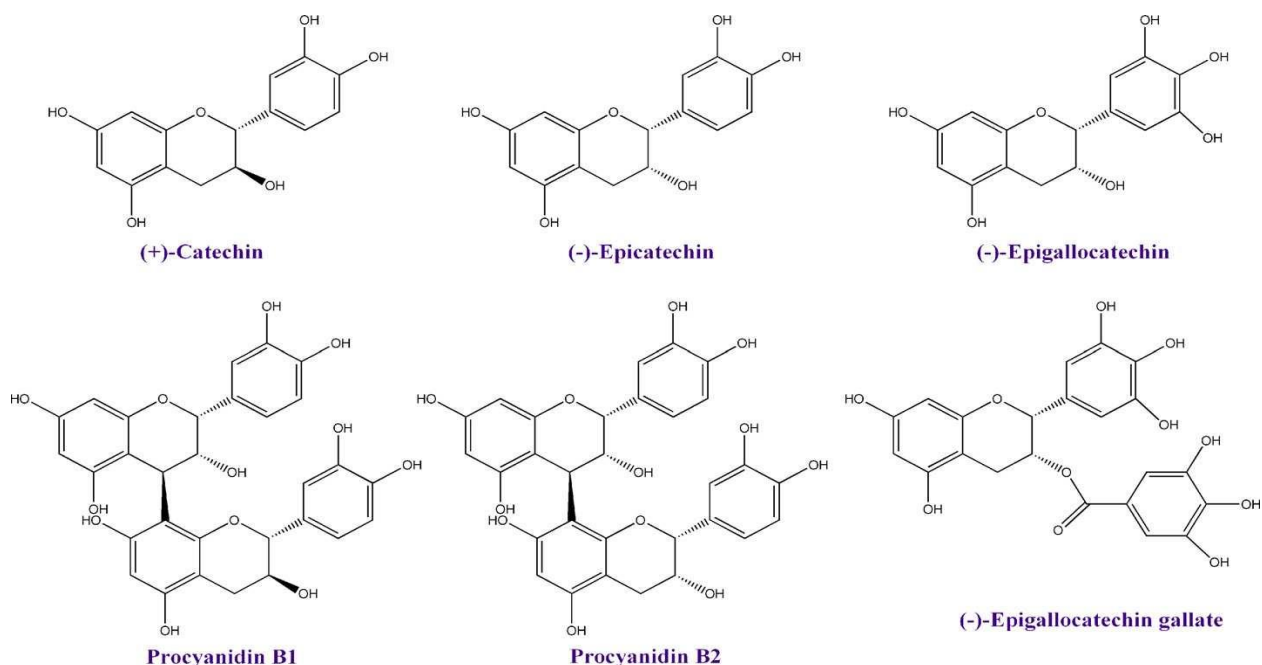


ანტოციანიდინები-პელარგინიდინი, ციანიდინი, პეონიდინი, დელფინიდინი, პეტუნინი, მალვიდინი.

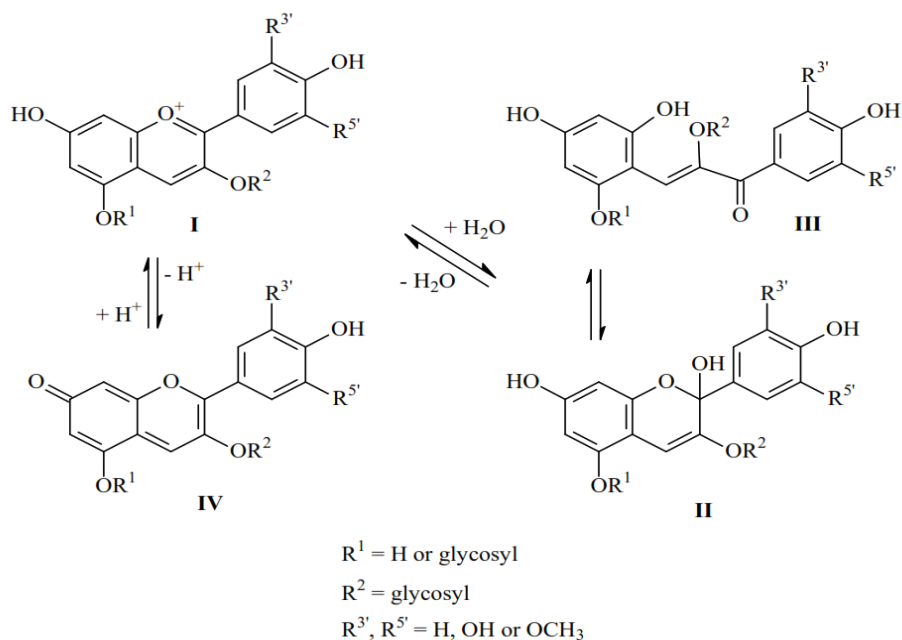
Tomás-Barberan, F. A.; Ferreres, F.; Gil, M. I. Antioxidant Phenolic Metabolites from Fruit and Vegetables and Changes during Postharvest Storage and Processing. In *Studies in Natural Products Chemistry*; Atta-ur-Rahman, Ed.; Bioactive natural Products (Part D); Elsevier, 2000; Vol. 23, pp 739–795. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80141-6](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80141-6).



1 Pelargonidin (Pg)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=H$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=H$
2 Cyanidin (Cy)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=OH$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=H$
3 Delphinidin (Dp)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=OH$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=OH$
4 Peonidin (Pn)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=OMe$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=H$
5 Petunidin (Pt)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=OMe$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=OH$
6 Malvidin (Mv)	$R_3=OH$ ; $R_5=OH$ ; $R_6=H$ ; $R_7=OH$ ; $R_{3'}=OMe$ ; $R_{4'}=OH$ ; $R_{5'}=OMe$

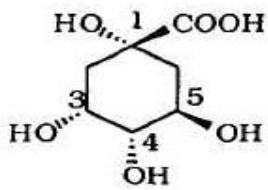


Josep Valls, Silvia Millan, M. Pilar Marti, Eva Borrás, Lluís Arola Advanced separation methods of food anthocyanins, isoflavones and flavanols *Journal of Chromatography A*, 1216 (2009) 7143–7172  
 DOI: [10.1016/j.chroma.2009.07.030](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.07.030)

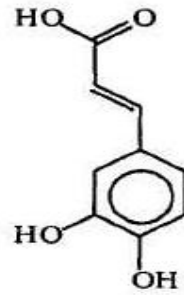


**Scheme 1.** Chemical structures of anthocyanins at different pH values.

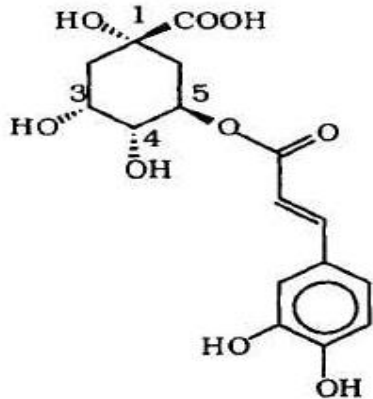
Moldovan, B.; David, L. Influence of Temperature and Preserving Agents on the Stability of Cornelian Cherries Anthocyanins. *Molecules* **2014**, *19*, 8177–8188. [10.3390/molecules19068177](https://doi.org/10.3390/molecules19068177)



quinic acid

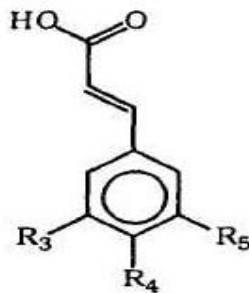


caffeic acid



chlorogenic acid (5-O-caffeoylquinic acid)

chlorogenic acid (5-O-caffeoylquinic acid)  
 cryptochlorogenic acid (4-O-caffeoylquinic acid)  
 neochlorogenic acid (3-O-caffeoylquinic acid)  
 isochlorogenic acid 'a' (4,5-di-O-caffeoylquinic acid)  
 isochlorogenic acid 'b' (4,5-di-O-caffeoylquinic acid)  
 isochlorogenic acid 'c' (4,5-di-O-caffeoylquinic acid)

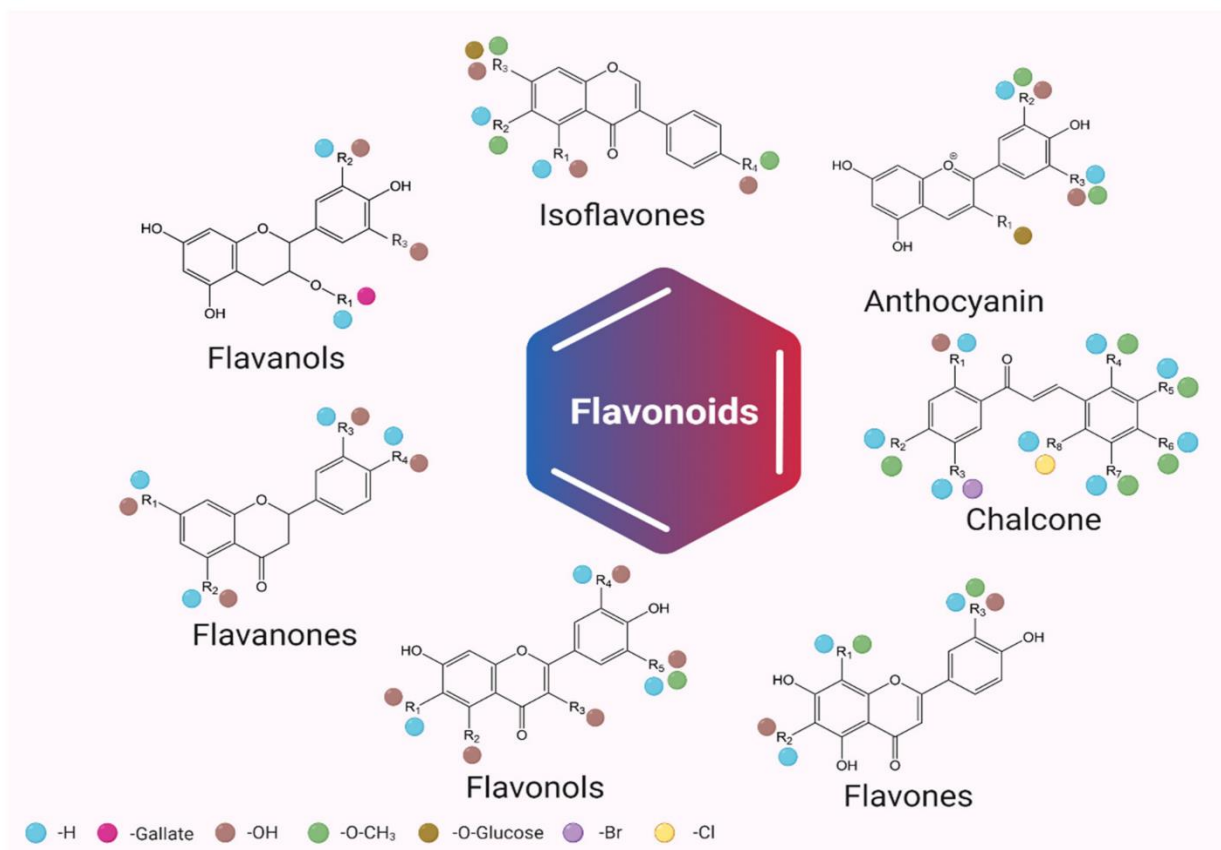


	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
cinnamic acid	H	H	H
p-coumaric acid	H	OH	H
caffeic acid	OH	OH	H
ferulic acid	OMe	OH	H
sinapic acid	OMe	OH	OMe

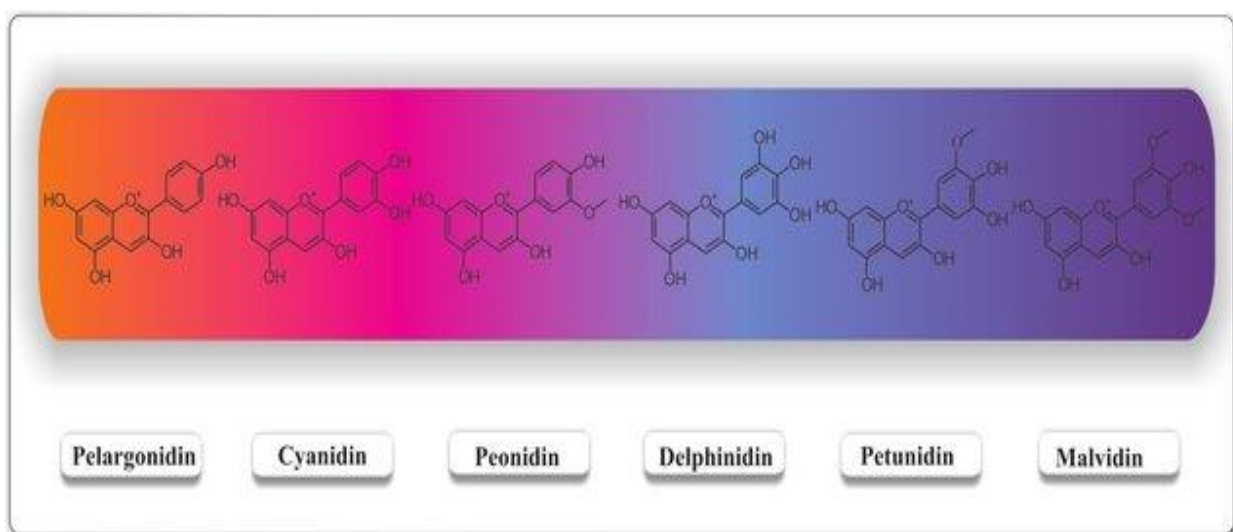
სქემა 4. ჰიდროქსიკინაქინის მჟავას ატიოქსიდანტი დერივატების ძირითადი სტრუქტურები

ქუინის მჟავა, კოფეინის მჟავა, ქლოროგენის მჟავა (5-O-კოფეილქუინის მჟავა); კრიპტოქლოროგენის მჟავა (4-O-კოფეილქუინის მჟავა); ნეოქლოროგენის მჟავა (3-O-კოფეილქუინის მჟავა); იზოქლოროგენის მჟავა „a“ (4,5-დი-O-კოფეილქუინის მჟავა); იზოქლოროგენის მჟავა „b“ (4,5-დი-O-კოფეილქუინის მჟავა); იზოქლოროგენის მჟავა „c“ (4,5-დი-O-კოფეილქუინის მჟავა); სინამის მჟავა (Cinnamic acid); კუმარის მჟავა: კოფეინის მჟავა; ფერულის მჟავა; სინაპის მჟავა.

Poljuha, D.; Sladonja, B.; Poljuha, D.; Sladonja, B. *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*; 2013. <https://doi.org/10.5772/3442>.



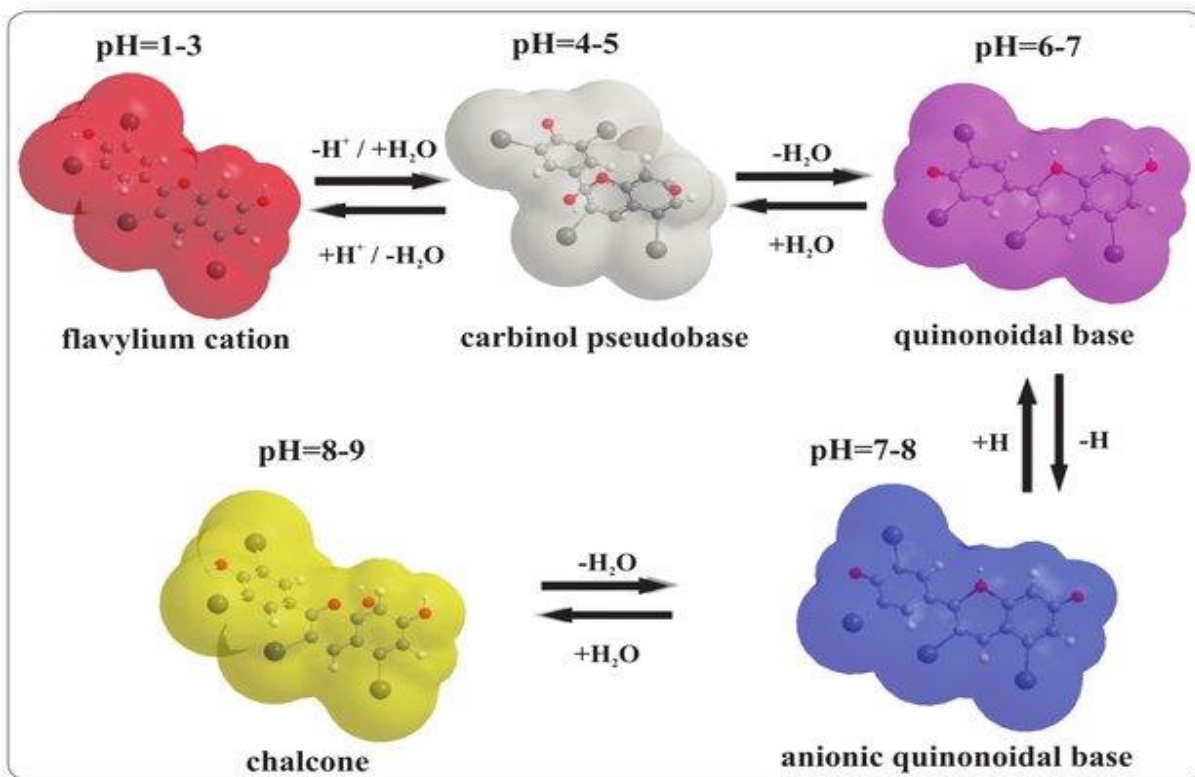
Tomás-Barberan, F. A.; Ferreres, F.; Gil, M. I. Antioxidant Phenolic Metabolites from Fruit and Vegetables and Changes during Postharvest Storage and Processing. In *Studies in Natural Products Chemistry*; Atta-ur-Rahman, Ed.; Bioactive natural Products (Part D); Elsevier, 2000; Vol. 23, pp 739–795. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80141-6](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80141-6).



Ferreiro-González, M.; Carrera, C.; Ruiz-Rodríguez, A.; Barbero, G. F.; Ayuso, J.; Palma, M.; Barroso, C. G. A New Solid Phase Extraction for the Determination of Anthocyanins in Grapes. *Molecules* **2014**, *19*(12), 21398–21410. <https://doi.org/10.3390/molecules191221398>



ანტოციანები ბუნებრივად წარმოქმნილი პიგმენტებია. ესენია ფენოლური ნაერთები, რომლებიც ძირითადად ფლავიუმის მარილების ჰიდროქსი წარმოებულები ან მეტოქსიური წარმოებულების გლიკოზიდებია. ანტოციანინები განსხვავდება ფორმებით, რომლებიც ეფუძნება მჟავებისა და ჰიდროქსილის ჯგუფების მიერთებას შაქრის ნაწილებთან მათი სტრუქტურის მიხედვით. მცენარეებში აღმოჩენილი ანტოციანებია: ციანიდინი, დელფინიდინი, პელარგონიდინი, მალვიდინი, პეონიდინი და პეტუნიდინი. მათგან ციანიდინი 3-გლუკოზიდი ყველაზე ხშირად გვხვდება როგორც ანტოციანინი [51,167]. ანტოციანებს აქვთ იონური აგებულება და, შესაბამისად, მათი ფერი ხსნარში დამოკიდებულია pH-ზე [136]. მათ აქვთ ლურჯი ჩრდილების ფერები, ხოლო როცა ხსნარები უახლოვდება ნეიტრალურ pH-ს ფერები იღებს წითელი ფერის ჩრდილს, რადგან ხსნარები მჟავე ხდება. PH-ის დაბალი მნიშვნელობები უზრუნველყოფს ანტოციანების მეტ სტაბილურობას.



Ferreiro-González, M.; Carrera, C.; Ruiz-Rodríguez, A.; Barbero, G. F.; Ayuso, J.; Palma, M.; Barroso, C. G. A New Solid Phase Extraction for the Determination of Anthocyanins in Grapes. *Molecules* **2014**, *19* (12), 21398–21410. <https://doi.org/10.3390/molecules191221398>

ზოგადად ხილი ითვლება ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების, მათ შორის ფენოლური ნაერთების კარგ წყაროდ. ფენოლური ნაერთების შემცველობით განსხვავდება სხვადასხვა სახის ხილი. ტყემალში ფენოლების საკმაოდ მაღალი შემცველობაა, ზოგიერთ სხვა ხილთან შედარებით. საკმაოდ მაღალია სამეცნიერო ინტერესი როგორც უშუალოდ ტყემლის (*Prunus cerasifera* Ehrh), ასევე ზოგადად *Prunus* მიმართ.

ქლიავი (გვარის *Prunus*) ხილის ნედლი სახით გამოყენების თვალსაზრისით არაა წამყვანი, სხვა ხილთან შედარებით, თუმცა ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში მრავლადაა მისი პლანტაციები [141]. სახეობას აქვს რთული ბოტანიკური კლასიფიკაცია, რამდენადაც ის და მისი ჰიბრიდიზაციის სახეობები მრავლადაა გავრცელებული [146]. ევროპული ქლიავი (*Prunus domestica* L.), რომელიც უფრო მჭიდრო კავშირშია ძველ კონტინენტთან, ძირითადად გამოიყენება ქლიავის ჩირად გადასამუშავებლად, ხოლო იაპონური ქლიავი (*Prunus salicina* Lindl.) რომელიც კავშირშია აზიის კონტინენტთან, თითქმის ექსკლუზიურად გამოიყენება ნედლი მოხმარებისთვის. ეს არის გენეტიკურად შორეული სახეობებია და ხასიათდება განსხვავებული პლოიდური დონით.

მრობალანი (*Prunus cerasifera* L.) დიპლოიდური, ფართოდ გავრცელებული სახეობაა ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროზე. ამ სახეობას მიეწერება ევროპული ქლიავის წარმოშობა ტეტრაპლოიდ *P. spinosa*-სთან ჰიბრიდიზაციის გზით და ამ მიზეზით, მრობალანი გენეტიკურად ახლოსაა *P. domestica*-სთან, თუმცა განსხვავებული პლოიდურობით [141]. იგი ფართოდ გამოიყენება როგორც ქლიავის, ისე გარგარის ხეების საძირედ, უფრო იშვიათად ატმისთვის [64,98], მისი ფესვებს ინტენსიურად განვითარების უნარის გამო [21,103].

ცნობილია, რომ მრობალანის ხილი მდიდარია ბოჰკოებითა და ანტიოქსიდანტებით. თუმცა, ალუჩა ფართოდ არ არის გავრცელებული ნაყოფის დაბალი შენახვის უნარიანობის გამო [150]. მიჩნეულია, რომ გენეტიკურ მრავალფეროვნებას შეუძლია შეინარჩუნოს ის გენები, რომლებიც პოტენციურად სასარგებლოა პათოგენებისადმი წინააღმდეგობის გასაძლიერებლად ან სტრესისადმი ადაპტირებისთვის [59].

მომხმარებელთა მზარდი დამოკიდებულება ჯანმრთელი დიეტისადმი გახდა ხილის მოხმარების ზრდის მიზეზი, განსაკუთრებით წითელი ხილის მიმართ, რომელსაც არა მარტო კვებითი ღირებულება აქვს ჯანმრთელობისთვის დადებითი თვისებები [30]. ასეთი ხილი, გარდა ვიტამინებისა და მინერალებისა, მდიდარია ფენოლკარბონ მჟავებით- პ-კუმარინის მჟავა, ვანილის მჟავა β-გლუკოზიდი, პროტოკატეჟინის მჟავა, კოფეინის მჟავა, კატეჟინი, ეპიკატეჟინი, კვერცეტინი და ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი [49,73,158].

მეტაბოლური სინდრომი (MetS) არის რთული აშლილობა, რომელიც ხშირად ასოცირდება ინსულინის წინააღმდეგობასთან, ქოლესტერინისა და ტრიგლიცერიდების მაღალ დონესთან და სიმსუქნესთან [71]. დადასტურდა ოქსიდაციური სტრესის როლი მის პათოგენეზში [22,131]. გამანი და სხვ. [50] დადასტურდა, რომ სუბიექტების პანკრეასის β უჯრედებში, რომლებიც დაავადებულია ტიპი 2 დიაბეტით, ოქსიდაციურ სტრესს შეუძლია შეამციროს ინსულინის სეკრეცია და, შესაბამისად, გლუკოზის ათვისება.

მეტაბოლური სინდრომი რთული დაავადებაა, რომელიც დაკავშირებულია ქოლესტერინის და ტრიგლიცერიდების მაღალ შემცველობასთან და ინსულინის რეზისტენტულობასთან. პათოგენეზში დამტკიცებულია ჟანგვითი სტრესის როლი. მიუხედავად იმისა, რომ ამ სინდრომის მრავალი მექანიზმი ცნობილია, მისი მკურნალობა კვლავაც გამოწვევად რჩება. ამ მიზეზით, მრავალი კვლევითი ჯგუფი ეძებს ბიოაქტიურ ნაერთებს საკვები პროდუქტებიდან, რომლებსაც შეუძლიათ პრევენციული როლი შეასრულონ ამ სინდრომის გაჩენაში. ამ ნაერთებიდან ბევრი მიეკუთვნება ფენოლების კლასს და გააჩნია ანტიჰიპერტენზიული, ანტიჰიპერგლიკემიური, ანტიჰიპერქოლესტერინემიური, ანტიოქსიდანტური და ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება და უფრო მეტიც, მათ შეუძლიათ სხეულის წონის დაკლება ან სხეულის წონის მატების თავიდან აცილება [37,122].

მეტაბოლიტური სინდრომის და სიმსუქნის საწინააღმდეგოდ პოტენციურად გამოყენებულ პრევენციულ მიდგომებს შორის α-გლუკოზიდაზას, α-ამილაზას და ლიპაზას ინჰიბირება იყო. ფაქტობრივად, ნახშირწყლების ჰიდროლიზური ფერმენტების დათრგუნვა ანელებს ნახშირწყლების მონელების თანმდევ

ჰიპოგლიკემიურ ეფექტს, ხოლო პანკრეასის ლიპაზას ინჰიბირება ამცირებს მიღებული ცხიმების შეწოვას [35,154].

*Prunus cerasifera* ჯიშ «Alimena»-ში შესწავლილია ნაყოფის ფიტოქიმიური შედგენილობა, ანტოციანების, ფლავონოიდების და საერთო ფენოლების შემცველობა. სრული ანალიზი კი ჩატარდა მთლიანი ფიტოქიმიური ანალიზი ხდებოდა LC-ESI/LTQOrbitrap/MS მეთოდით. ასევე შეფასებულია ნაყოფის ანტიოქსიდანტური აქტივობა ABTS, DPPH და FRAP მეთოდებით. ასევე შეფასდა ინჰიბიტორული აქტივობა მეტაბოლიტურ სტრესში ჩართული ძირითადი ფერმენტების მიმართ [142].

*Prunus* ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული ხილია, რომელიც იზრდება ლიტვაში და გამოიყენება კვების ჯაჭვში. ქლიავი ასევე გამოიყენება საკვები პროდუქტების წარმოებაში და პოტენციურად ღირებულია განვითარებისთვის და ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული დიეტური დანამატებისა და ფუნქციური საკვების წარმოებაში[80,81].

ქლიავის და *Prunus* სხვა წარმომადგენლების მსოფლიო წარმოება ბოლო წლების განმავლობაში ოდნავ გაიზარდა. 2018 წელს მიაღწია დაახლოებით 12,6 მილიონი ტონა. წარმოების მასშტაბის მიხედვით, ქლიავი მე-7 ადგილზე იყო კულტივირებულ ხილს შორის [141]. არსებობს ქლიავის 19-40 სახეობა, ტაქსონომიების მიხედვით, რომლებიც წარმოიშვა ევროპაში, აზიასა და ამერიკაში. ამ დიდი მრავალფეროვნებიდან მხოლოდ ორი სახეობაა - ჰექსაპლოიდური ევროპული ქლიავი (*Prunus domestica*) და დიპლოიდური იაპონური ქლიავი (*P. salicina* და ჰიბრიდები) - რომლებიც მსოფლიო კომერციული პროდუქტის მნიშვნელობის მქონე. ევროპული ქლიავის წარმოშობა გაურკვეველია, მაგრამ შესაძლოა მოიცავდეს *P. cerasifera* და შესაძლოა *P. spinosa* როგორც წინაპრები. იაპონური ქლიავი წარმოიშვა ჩინეთში, მაგრამ დასავლეთში შემოვიდა იაპონიიდან მხოლოდ 150 წლის წინ [145].

*Prunus* ნაყოფში აღმოჩენილია ადამიანის ორგანიზმისათვის აუცილებელი სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები, რომლებიც მნიშვნელოვანია სასიცოცხლო ფუნქციებისთვის. მათ შორის ფლავონოიდებში (ანტოციანინები, ფლავონოლები და ფლავან-3-ოლები), ფენოლკარბონის მჟავები (ქლოროგენის, ნეოქლოროგენის,

პროტოკატეჯის, ტრანს-პ-კუმარინი და ფერულის მჟავა), ასევე ვიტამინები (ასკორბინის მჟავა, ტოკოფეროლი, ფილოქინონი და კაროტინოიდები) [67, 98,103].

*Prunus* ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთებს აქვთ ფართო სპექტრის ბიოლოგიური ეფექტი, მათ შორის კოგნიტური ფუნქციების გაძლიერება, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების რისკის შემცირება, ასევე საფაღარათო და ანტიმიკრობული ეფექტები [21,98]. ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა *Prunus* ნაყოფში შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ჯიშების მიხედვით, რაც ხაზს უსვამს იმის აუცილებლობას, რომ მნიშვნელობას ფიტოქიმიური შემადგენლობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ცვალებადობის შეფასება სხვადასხვა ჯიშის და სახეობის ნაყოფისათვის.

ქლიავის ხეხილის ბიოლოგიური თვისებები და ეკონომიკური მნიშვნელობა ზოგადად იყო შეფასდა ლიტვაში. ეს კვლევები ხაზს უსვამს ჯიშებისა და საძირეების გავლენას ნაყოფის პარამეტრებზე [13,115].

ჩინური ოთხი სახეობის *Prunus cerasifera*, *Prunus domestica*, *Prunus salicina* და *Prunus spinosa* ნაყოფის საკვების წარმოებასა და ფარმაცევტულ მრეწველობაში გამოყენების გამო შესწავლილი იქნა მათი ქიმიური შედგენილობა, სადაც დადასტურდა სახეობებს შორის ფენოლური ნაერთების მრავალფეროვანი ნაერთების განსხვავებული არსებობა და მათი მრავალფეროვანი აქტიურობა (ანტიოქსიდანტური აქტივობა, აქტიურობა სხვადასხვა დაავადების მიმართ) [85].

სლოვენიაში ველური ტყემლის ნაყოფი ჩათვლილია ბიოაქტიური ნაერთების მდიდარ წყაროდ, დადგენილია ნახშირწყლების, ორგანული მჟავების, კაროტინოიდების, ტოკოფეროლის, ქლოროფილის და ფენოლური ნაერთების შემცველობა. ფენოლური ნაერთებიდან მნიშვნელოვანია, კოფეინის მჟავას (cinnamic acids) წარმოებულების, ციანიდინ-3-რუთინოზიდი (cyanidin-3-rutinoside) და ციანიდი-3-გლუკოზიდი (cyanidin-3-glucoside). ფლავონოიდები წარმოდგენილია კვერცეტინის (quercetin), კემპფეროლის (kaempferol) და იზორამნეტინი (isorhamnetin) [92].

პოლონეთის პირობებში შესწავლილი იყო კულტივირებული 21 ჯიშის *Prunus cerasus* ნაყოფი. დადგენილი იყო მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა, რომლის სიდიდე პირდაპირპროპორციულადაა დამოკიდებული ფენოლური ნაერთების შემცველობასთან [140].

ნაყოფის პირველადი და მეორეული მეტაბოლიტების შესწავლისას დადგენილია, რომ *Prunus* ყველა სახეობის ნაყოფში თავდაპირველად ხდება გლუკოზის სინთეზირება, შემდგომ კი დამწიფებასთან ერთად ხდება საქაროზას სინთეზირება. არ ხდებოდა მალაქტების რაოდენობის შემცირება ნაყოფის კომერციულ მოკრეფამდე. რაც შეეხება ფენოლურ ნაერთებს მათი შემცველობა ნაყოფის განვითარების პერიოდში მცირდებოდა გ/მმ მასაზე გადაანგარიშებით, რაც შეეხება მათ რაოდენობას ცალკეულ ნაყოფზე გადაანგარიშებით ეს მაჩვენებელი იზრდებოდა. რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ხდებოდა ამ ნაელების განზავება რბილობის ზომების გაზრდის გამო. აღმოჩენილია კარგი კორელაცია ფენოლური ნაერთების შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობას შორის [97]

თურქეთში შესწავლილი იქნა 5 სახეობის (Demal, White Cancur, Cancur, Red plum, and Sugar plum) მცენარის ნაყოფი.. დადგენილია მათში ასკორბინის მჟავას შემცველობა 454 mg/100 g FW (ნედლი მასა) და ფენოლური ნაერთების ჯამური შემცველობა 29.1 mg/100 g FW წითელი გენოტიპის ნაყოფებში. სხვადასხვა მეთოდით (FRAP; ABTS; DPPH) შესწავლილი იქნა ნაყოფის ანტიოქსიდანტური აქტივობა. წითელ ნაყოფებში დადგინდა გალის მჟავას, კოფეინის მჟავას, ნარინგინის და რეზვერატროლის მაღალი შემცველობა. დადგენილი იყო ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა, საიდანაც დომინანტი პალმიტინის მჟავაა. აღმოჩნდა, რომ მრავალი მათგანის ექსტრაქტებს ქონდა ანტიბაქტერიული აქტივობა და ანტიმუტაგენური ეფექტი[99]

თურქეთში HPLC მეთოდით *Prunus domestica* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. და *Prunus spinosa* L. ნაყოფებში შესწავლილი იყო ფენოლური ნაერთები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ორგანულ მჟავათა შემცველობა. დადგენილია მათი ადამიანის ორგანიზმის ჯანმრთელობაზე დადებითი მოქმედების მიზეზები. ერთერთ მახასიათებლად ამ კვლევაში მიჩნეული იყო მათი მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა. ფენოლური ნაერთების ანალიზმა აჩვენა, რომ ქლოროგენის მჟავა

წარმოადგენს დომინანტ ნაერთს (*P. spinosa* L. შეადგენდა 12,985 მგ/კგ), ხოლო მჟავებიდან ვაშლმჟავაა მნიშვნელოვანი ოდენობით (1,245 გ/100 გ). ასკორბინის მჟავას შემცველობამ იგივე სახეობაში შეადგინა 25,492 მგ/ 100გ [24].

ნიკიტინის ბოტანიკურ ბაღში გაშენებული *Prunus cerasifera* Ehrh. ნაყოფი წარმოადგენს ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების წყაროს და სპეციალური დანიშნულების საკვები პროდუქტების წარმოების მაღალხარისხოვანი ნედლეულია. დადგენილია მათში პექტინის, ფენოლური ნაერთების, ზოგიერთი კათიონის და ასკორბინის მჟავას შემცველობა [41]

აღწერილია, რომ Plums სახეობაში 2000-მდე სახეობა და ჯიში, რომელთა მეტ-ნაკლები კომერციული დანიშნულება აქვთ. ისინი იწარმოება ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში (ჩინეთი, რუმინეთი და აშშ. მათი ნაყოფი შესაძლებელია ჩაითვალოს, როგორც კარგი წყარო ადამიანის ჯანმრთელობისათვის. მათი გამოყენება ხდება, როგორც ნედლი ასევე გადამუშავებული სახით. ნაყოფში მაღალია ნახშირწყლების შემცველობა. განსაკუთრებული ყურადღებაა მიქცეული ოსმოსური დეჰიდრირების მეთოდებისათვის [82,99].

სლოვაკეთში *Prunus domestica* L. ნაყოფებში შესწავლილი იყო ქიმიური შედგენილობა სანამყენესთან მიმართებაში, დადგენილია ფენოლური ნაერთების გარკვეული ცვლილება[82].

*Prunus persica*, *P. domestica*, *P. salicina* and *P. cerasifera*, *P. avium*, *P. dulcis*, syn. *P. Amygdalus* და *P. Armeniaca* მაგალითზე შესწავლილია მათი მეორადი მეტაბოლიტები, გარდაქმნები ნაყოფის მოკრეფის შემდეგ და ადამიანის ჯანმრთელობაზე კურკოვნების ნაყოფის მოქმედება [82].

ევროპული *Prunus domestica* ნაყოფები გამოირჩევიან გარე სახის მრავალფეროვნებით, მათ შორის შეფერილობით. 28 ჯიშის ნაყოფში შესწავლილია ფენილპროპანოიდების და ფლავონოიდების შემცველობა. HPLC-DAD მეთოდით დადგენილია ფენოლური ნაერთების ჯამური შემცველობა 0,4-29,9 მგ/გ (ნედლი მასის). დომინანტი ანტოციანები იყო ციანიდინის და პეონიდინის გლიკოზიდები, ძირითადი ფლავონოიდი კი

რუტინი. ძირითადი ჰიდროქსიკოფენის მჟავები იყო ნეოქლოროგენის და ქლოროგენის მჟავები [153].

სამი სახეობის Plum\_ში განსაზღვრული იყო იმ ნაერთების შემცველობა, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნაყოფის გემურ და საკვებ თვისებებზე [97].

Stanley' (*Prunus domestica* L.) ჯიშის მაგალითზე შესწავლილია ანტოციანების და ფენოლური ნაერთების ჯამური შემცველობა, რომელმაც შეადგინა 5-დან 57-მდე მგ/100გ ციანიდინი-3-გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით, 70-დან 214-მდე მგ/100გ გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით (ნედლი მასის). დადგენილია მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა [93].

თუთიის ოქსიდის ნანო ნამგლის ფორმის ფალკატები სინთეზირებულია *Prunus cerasifera* პომოლოგიური ექსტრაქტიდან, როგორც აღმდგენელი მასტაბილიზირებელი საშუალება, ბიომიმეტური და არატოქსიკური გზით. მაღალსტაბილური თუთიის ოქსიდის ნანო ფალკატები სინთეზირებულია 200°C და 400°C კალცინაციურ ტემპერატურაზე გამოხატული ინტენსიური UV-vis პიკი 398 ნმ. ფენოლური და ამინო ჯგუფები გამოვლინდა FTIR-ით პომოლოგიურ ექსტრაქტში. ბიოსამედიცინო და სოფლის მეურნეობის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი პათოგენური შტამები, როგორცაა *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* და *Pseudomonas syringae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*, *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium solani* და *Lasiodiplodia theobromae* შესამჩნევად იყო დათრგუნული [69].

განხილულია ფენოლური ნაერთების მნიშვნელობა მცენარეებისათვის და მათი როლი ნაყოფის საგემოვნებო თვისებების ჩამოყალიბებაში [143]. სამხრეთ ურალის მაგალითზე გაკეთებულია *Prunus cerasifera* Ehrem. ჰიბრიდების ეკონომიკური და ბიოლოგიური შეფასება [137]. ანტოციანების და ფენოლების ჯამური შემცველობას განსაზღვრავდნენ 9 სახის ალუბალში. მუქი ფერის მქონე ნაყოფებში ანტოციანების შემცველობა თითქმის 10-ჯერ მეტი იყო ღია ფერის ნაყოფთან შედარებით. ნაყოფები გამოირჩეოდა საკმაოდ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით [111].



ჩინეთში შესწავლილია Myrobalan plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) ნაყოფების საერთო ფენოლური ნაერთები, მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა. ქრომატოგრაფიული მეთოდით ფოტოდოდური არის და მას-დეტექტორების გამოყენებით დადგენილია ანტოციანური შემცველობა. ფენოლური ნაერთების შემცველობა მერყეობდა 1.34-დან 6.11-მდე გ/კგ ნედლ მასაზე(FW), ხოლო ანტოციანების შემცველობა კი Myrobalan plum-ის 1.93-დან 19.86-მდე გ/კგ [160].

თურქეთის შემთხვევაში ტყემლის (*Prunus cerasifera* Ehrh.) ორი ჯიშის (Can და Gül) ნაყოფებში პერიოდულად ხდებოდა ქიმიური ანალიზი და ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა. ნაჩვენებია რომ მწვანე ნაყოფი ხასიათდება ადამიანის ორგანიზმზე დადებითი მოქმედებით [128].

რუმინეთში შეფასებულია Myrobalan Plum (*Prunus cerasifera* EHRH.) ნაყოფის ზოგიერთი ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლები მის ზრდა-განვითარების პერიოდში. მაქსიმალური მაჩვენებელი მშრალი ნივთიერებისა და შესაბამისად ნახშირწყლების შემცველობისა მიიღწევა სიმწიფის პერიოდში 20.34% და 18.96 გ/100 გ ნედლი მასის [67].

შეფასებულია ბაღების მოვლის ინოვაციური მეთოდების შემთხვევაში ნაყოფის ზრდა-განვითარება და მათში ქიმიური ნაერთების (ფენოლები, ორგანული მჟავები, ნახშირწყლები და სხვა) შემცველობის ცვლილება [109]

ქლიავის გადამუშავების ანარჩენები წარმოადგენს შეუცვლელი ცხიმოვანი მჟავების, ტოკოფეროლის, კაროტინოიდების, სტეროლების დასხვა მიღების კარგ წყაროს [55].

შესწავლილია სხვადასხვა შეფერილობის კანის მქონე ქლიავის ნაყოფის ფენოლური ნაერთების შემცველობა. HPLC მეთოდით შესწავლილი იყო 43 ჯიშის ფენოლური ნაერთების პროფილი ყვითელი შეფერილობით დაწყებული ლურჯი და მუქი-ლურჯი შეფერილობის ნაყოფებით დამთავრებული. უმეტეს შემთხვევაში კანის შეფერილობის ინტენსიობა დაკავშირებულია ფენოლური ნაერთების მაღალ შემცველობასთან[53]. *Prunus domestica* კურკაში შეფასებულია სხვადასხვა ბიოაქტიური პოლიმერების ფარმაცევტული გამოყენების პოტენციალი [51].

*Prunus cerasifera* Ehrh. ნაყოფის ეთანოლური ექსტრაქტების შეფასებისას დადგენილია მათი ანტიოქსიდანტური და ანტიბაქტერიული აქტივობა[127]. შესწავლილია სხვადასხვა ჰიბრიდის (*P. armeniaca* L. (apricot), *P. salicina* Lindl. (Japanese plum), *P. cerasifera* Ehrh. (myrobalan plum) და hybrids *P. salicina* × *P. Cerasifera*) ქიმიური შემდგენილობის თავისებურებები[145]. მქროლავი ნაერთების შემცველობა იტალიური ალუჩის (*Prunus cerasifera* и *P. cerasifera* 'Pissardii') სხვადასხვა ნაწილში [123].

სერბეთში კულტივირებული 18 სახეობის ქლიავის (*Prunus domestica* L.) შესწავლამ აჩვენა, რომ მაქსიმალური შაქრების საერთო რაოდენობამ შეადგინა 174,3 გ/კგ (ნედლ მასაზე, ჯიში 'Crvena Ranka'), ხოლო შაქარ/მჟავა ინდექსის მაღალი მაჩვენებელი 17,2-ია (ჯიში 'Mildora'). ასევე მაღალი მაჩვენებელია ნახშირწყლების საერთო რაოდენობის და შაქარ/მჟავა ინდექსის მიხედვით სხვა ჯიშში[151]. ანტოციანების მაღალი შემცველობა (27.14 მგ/100 გ FW) აღინიშნება ჯიშში 'Nada', ნეოჰესპერედინის შემცველობის (23.21 მგ/100 გ FW) და ფლავონოიდური (86.15 მგ/100 გ FW) მხრივ გამორჩეულია 'Crvena Ranka', შესაბამისად მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობაც მაღალია [109]. ჩინური ქლიავის 4 ჯიშში განისაზღვრა ქიმიური შემდგენილობა და მათი მოქმედება ჯანმრთელობაზე[85] რუმინეთში კულტივირებულ *Prunus domestica* L ნაყოფებიდან ფენოლური ნაერთების ექსტრაქციის ტექნიკა შემუშავდა და განისაზღვრა მათი ბიოლოგიური თვისებები. დადგენილია მათი რამდენიმე აქტივობა [94]

გარდა ნაყოფისა რამდენიმე კვლევაა ჩატარებული *Prunus cerasifera* Ldb ფოთლის ფენოლური ნაერთების ქიმიური დახასიათებისათვის. კომპლექსური კვლევებით (Sephadex gel LH-20, HPLC ESI-MS, <sup>1</sup>H-NMR), <sup>13</sup>C-NMR) შესაძლებელი გახდა *p*-კუმარის მჟავას, კოფეინის მჟავას, ფერულის მჟავას, ქლოროგენის მჟავას, 3-*O*-კოფეოილქუინის მჟავას, 5-*O*-კუმაროილქუინის მჟავას, 3-*O*-კოფეოილქუინის მჟავას მეთილის ესთერის, ქლოროგენის მჟავას მეთილის ესთერის, 3-*O*-კაფეოილ-5-*O*-კუმაროილქუინის მჟავას ან 3-*O*-კუმაროილ-5-*O*-კოფეოილქუინის მჟავას, გალის მჟავას და პროტოკატექის მჟავას იდენტიფიცირება [86].

ავსტრალიის პირობებში მოწეული 6 ჯიშის Plum (Croc Egg, "King Midas" yellow plums : black, Dapple Dandy, red and sugar plums) კვებითი ღირებულებისა და ბიოლოგიური

აქტიურობის შესწავლით დადგენილია, რომ საერთო ფენოლური ნაერთების მაღალი დონეა (65–160 მგ 100გ<sup>-1</sup> გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით) ანტოციანი (0.3–21.5 მგ 100 გ<sup>-1</sup> ციანიდინ-3-გლუკოზიდზე გადაანგარიშებით) ფლავონოიდი კვერცეტინი (0.02–0.15 მგ 100 გ<sup>-1</sup>) და კვერცეტინ-3-გლუკოზიდი (0.21–2.87 მგ 100 გ<sup>-1</sup>) შესაბამისად მაღალია ნაყოფების ანტიოქსიდანტური აქტივობები [72].

178 ჯიშის plum-ის ნაყოფებში შეფასებული იქნა ფენოლების შემცველობა, ანტოციანები და ნახშირწყლების შემცველობა. ფენოლების საერთო შემცველობა იცვლება 38,45-დან 841,5 მგ 100 გ<sup>-1</sup> გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით ნედლი მასის). HPLC მეთოდით იდენტიფიცირებულია ციანიდინის 3- რუტინოზიდი და 3- გლუკოზიდი. ნახშირწყლების საერთო შემცველობა 9,63-დან 29,47%-მდეა [126]

შესწავლილია *Prunus padus* L. და *Prunus serotina* L. ფიტოქიმიური ბიოაქტიური ნაერთები და მათი ფიტოფარმაცევტული შესაძლებლობები. დადგენილი ამ ნაერთების ანტიოქსიდანტური, გაციების საწინააღმდეგო, ანტიბაქტერიული და დიაბეტის საწინააღმდეგო აქტივობები. ნაყოფი და მცენარის სხვა ნაწილები კარგი ნედლეულია კვების, ფარმაცევტულ და კოსმეტიკურ მრეწველობაში გამოყენებისათვის [148].

განხილულია *Prunus domestica* L. და *Prunus cerasifera* Ehrh. გადამუშავების ანარჩენების ბიოდიზელის წარმოების შესაძლებლობა. შესწავლილი იყო 28 ჯიშის ნაყოფის კურკა, სადაც ცხიმის შემცველობა მერყეობდა 22,7%-დან 53,2 %-მდე (მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით). ოლეინის და ლინონელის მჟავების შემცველობა ცხიმში მერყეობდა 46,2-70,7 და 22,6-45,2 % ფარგლებში (შესაბამისად). ზეთიდან მიღებული ბიოდიზელი შეესაბამებოდა ევროპულ სტანდარტებს [57]. 28 ჯიშის *Prunus domestica* L. and diploid plums *Prunus cerasifera* Ehrh. კურკისაგან მიღებულ ზეთში განისაზღვრა საერთო ტოკოქრომანების(tocochromanols), კაროტინოიდების, ფიტოსტეროლების და სკვალენის რაოდენობა. მათი შემცველობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ჯიშზე და მერყეობდა 70,7-208,7 მგ/100გ ზეთის, 0,41-3,07 მგ/100გ ზეთის, 297,2-1569,6 მგ/100 გ ზეთის და 25,7-80,4 მგ/100გ ზეთის შესაბამისად. მიუხედავად ჯიშისა β-ციტოსტეროლი და γ-ტოკოფეროლი ზეთის ლიპოფილური

ნაერთია და შეადგენდა 208,5-1258,7 მგ/100 გ ზეთის და 60,5-182,0 მგ/100 გ ზეთის შესაბამისად [56].

შესწავლილია *Prunus cerasifera* Ehrh ნაყოფის ფენოლების საერთო შემცველობა, ანტიოქსიდანტური აქტიურობა და კანში ანტოციანების შემცველობა. ანტოციანების საერთო და ინდივიდუალური შემცველობის განსასაზღვრავად გამოყენებულია UPLC-PDA-MS მეთოდი. საერთო ფენოლების შემცველობის დიაპაზონი შესწავლილ ნიმუშებში 1,34-დან 6,11 გ/კგ ნედლ მასაზე შეადგინა, ხოლო ანტოციანების შემცველობა კანში 1,93-დან 19,86 გ/კგ კანი შეადგენს. იისფერ მირობალანში აღმოჩენილია 6 ძირითადი ანტოციანი [96].

შესწავლილია Myrobalan Plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) მაჟორული ანტოციანები და მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა [10]. *Prunus cerasifera* ფოთლის წყლიანი ექსტრაქტისა და ვერცხლის ნიტრატის გამოყენებით მიღებული იქნა ნანონაწილაკები და შემოწმდა მათი ფოტოკატალიტური, ანტიბაქტერიული და ანტიმიკრობული პოტენციალი [68].

შესწავლილია ფენოლური ნაერთების საერთო შემცველობისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება *Prunus cerasifera* Ehrh. 18 ნიმუშში, თურქეთის ხმელთაშუაზღვის რეგიონში. დადგინდა რომ ნიმუშები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. ფენოლების საერთო რაოდენობა მერყეობდა 136,7-დან 583,1 გალის მჟავას ექვივალენტი/კგ (ნედლი მასის) [59] შესწავლილია *Prunus cerasifera* Ehrh მწვანე ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაზე [128]. ჩატარებულია AFLP ანალიზი თურქეთის ხმელთაშუაზღვის რეგიონში გავრცელებული *Prunus cerasifera* L. [12] *Prunus domestica* plum ექსტრაქტისა და ნატრიუმის ციტრატის გამოყენებით ეკოლოგიურად სუფთა ვერცხლის ნანონაწილაკების სინთეზი. შესწავლილი ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა [95]. საინტერესო სამუშაოებია ჩატარებული ნაყოფის გადამუშავების დროს ანტოციანების, კაროტინოიდების და ვიტამინი C-ს ცვლილების შესახებ [83].

*Prunus cerasifera* Ldb ფოთლებში ეთილაცეტატთან ფრაქციაში LH-20 გელ სეპარირებით HPLC და (<sup>1</sup>H-NMR), <sup>13</sup>C-NMR; ESI-MS მეთოდების გამოყენებით იდენტიფიცირებულია

*p*-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid, chlorogenic acid, 3-*O*-caffeoylquinic acid, 5-*O*-coumaroylquinic acid, 3-*O*-caffeoylquinic acid methyl ester, chlorogenic acid methyl ester, 3-*O*-caffeoyl-5-*O*-coumaroylquinic acid or 3-*O*-coumaroyl-5-*O*-caffeoylquinic acid, gallic acid, and protocatechuic acid [14].

ფოთლის ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მისაღებად გამოყენებული იქნა ულტრაბგერითი ექსტრაქცია, რომელიც საშუალებას იძლევა მიღებული იქნას ანტოციანების პრეპარატი ექსტრაქციის დრო 5 წთ, ტემპერატურა 78°C, მასალისა და გამხსნელის თანაფარდობა 51:1 ულტრაბგერის სიმძლავრე 300 W[28].

*Prunus salicina* რბილობის ულტრაბგერითი ექსტრაქციით 15-45 წთ 35-55°C-ზე 50-90% კონცენტრაციის ეთანოლით შესაძლებელი გახდა ფენოლური ნაერთების, მათ შორის ანტოციანების ექსტრაქცია. დადგენილია მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა DPPH მეთოდის გამოყენებით ( $5.42 \pm 0.61$  mg/g,  $6.217 \pm 0.76$  mg GAE/g, and  $89 \pm 2.13\%$ , შესაბამისად). ძირითად ფენოლურ ნაერთებს წარმოადგენდა ფერულის მჟავა (ferulic acid (47.87 mg/kg), sinapic acid (9.15 mg/kg), quercetin (7.44 mg/kg), gallic acid (3.24 mg/kg), *m*-coumaric acid (2.59 mg/kg), and vanillic acid (1.12 mg/kg)[].

*Prunus cerasifera* ფოთლებში HPLC-DAD/ESI-MS მეთოდის გამოყენებით შესწავლილი იქნა ანტოციანების შემცველობა და იდენტიფიცირებულია cyanidin-3-*O*-galactoside, cyanidin-3-*O*-glucoside and cyanidin-3-*O*-rutinoside. შესწავლილი იქნა მათი მდგრადობა ენერგეტიკულ სასმელებში გალის, ფერულის და კოფეინის მჟავათა მიმართ. მასტაბილირებელი უნარი გამოავლინა გალის მჟავამ.[28]

Myrobalan Plum (*Prunus cerasifera* Ehrh. ნაყოფის ანტიოქსიდანტური აქტივობის და მაჟორული ანტოციანების შესწავლისას დადგენილი იქნა, რომ საერთო ფენოლების შემცველობა შეადგენდა 1.34-დან 6.11 გ/კგ ნედლი მასის(FW). იისფერ ნაყოფებში 4, ხოლო წითელ ნაყოფებში აღმოჩენილია 6 ანტოციანი. ნედლეულის ანტიოქსიდანტური აქტივობა შეადგენდა 11.20-დან 44.83  $\mu$ mol Trolox -ის ექვივალენტი /გ FW [160].

HPLC მეთოდის გამოყენებით *Prunus domestica* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. and *Prunus spinosa* L ნაყოფებში (Van locality Turkey) ფენოლური ნაერთების კვლევამ აჩვენა, რომ

დომინანტი ნაერთი ქლოროგენის მჟავაა. მისი შემცველობა 12 მგ/კგ-მდეა. ორგანული მჟავებიდან ვაშლმჟავაა დიდი რაოდენობით (1.2 გ/100-ში)[97].

ავსტრალიაში Sweet Cherries (*Prunus avium* L.) ნაყოფის კვლევისას ნაჩვენებია, რომ LC-ESI-QTOF-MS მეთოდის გამოყენებით აღმოჩენილი იქნა 43 ფენოლური ნაერთი, მათ შორის 11 ფენოლკარბონ მჟავა, 25 ფლავონოიდი, 5 სხვა ფენოლური ნაერთი, 1 ლიგნანი და 1 სტილბენი[63].

შესწავლილია სამი სახეობის plum ნაყოფში ბიოაქტიური ნაერთების შემცველობა და მათი დამოკიდებულება ნაყოფის გემურ თვისებებზე.

*Prunus cerasifera* Ehrh რამდენიმე ჯიშში (თურქეთი) შესწავლილია ნაყოფში ნახშირწყლების, ორგანული მჟავების და სხვა შემცველობა ნაყოფის დამწიფების პერიოდში[127]. შესწავლილია მირობელას (*Prunus cerasifera* L.) ახალი სელექციური ფორმების ქიმიური შეგენილობა და მათი დამოკიდებულება ნაყოფის გემურ მახასიათებლებზე[84]

ფენოლური ფიტონაერთების შემცველობა და მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაინის აზიურ, ამერიკულ-ჰიბრიდულ და ევროპულ ქლიავში<sup>13</sup>, ქლიავის ნაყოფში ფენოლური ნაერთების შემცველობის ცვალებადობა დამწიფების დროს 15, აზიურ ქლიავის (*Prunus salicina* L.) ფენოლური ნაერთების შემცველობით F1 პოპულაციაში მაკონტროლებელი რაოდენობრივი ნიშან-თვისების გამოვლენა 16. ალუბლის ნაყოფის ეთანოლის ექსტრაქტის ანტიოქსიდანტური და ანტიბაქტერიული მოქმედება - *Prunus cerasifera* Ehrh [156].

ამ კვლევის მიზანი იყო შესწავლილიყო ბალკანეთის ქვეყნებში გავრცელებული ბოტანიკური სახეობის მერქნის ფენოლური ნაერთები. განიხილება რამდენიმე ბოტანიკური სახეობა, მათ შორის თუთა (*Morus alba* L.), მირობალანის ქლიავი (*Prunus cerasifera* Ehrh.), შავი კალია (*Robinia pseudoacacia* L.), ველური ალუბალი (*Prunus avium* (L.) L.) და მუხა (*Q. petraea* (მათ.) Liebl., *Q. robur* L. და *Q. cerris* L.). სულ რაოდენობრივად შეფასდა 37 ნაერთი, რაც აჩვენებდა ფენოლის მჟავების, ფლავონოლების, ფლავონების, ფლავანონების, ფლავონოლ ტაქსიფოლინის, სტილბენოიდების და კუმარინების არსებობას. ტაქსიფოლინი ყველაზე უხვად იყო ველურ ალუბალში (8455,70 მგ კგ-1),

ხოლო ელაგის მჟავა ჭარბობდა მუხის ხეში (8872,05–10099,32 mg kg<sup>-1</sup> მჯდომარე მუხებში და 185,50 mg 15,99-მდე. სლავონიდან). პროტოკატექინის მჟავას ყველაზე მაღალი შემცველობა (533,39 მგ/კგ-1) მირობალანის ქლიაფში იყო. ასევე, იზოფლავონები დამახასიათებელი იყო ველური ალუბლისთვის, ხოლო თუთა უხვად იყო სტილბენოიდებში [138].

*Prunus lusitanica* L., ასევე ცნობილი როგორც პორტუგალიური დაფნა ან ადგილობრივად ცნობილი როგორც "azereiro", იშვიათი სახეობაა დეკორატიული და ეკოლოგიური ღირებულებით. კვლევა მიზნად ისახავს ფენოლური პროფილის ნაერთების ხარისხობრივ და რაოდენობრივ შეფასებას HPLC-PAD-ESI-MS/MS მეთოდით, ასევე შეფასებული იყო მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობა ABTS (2,2'-აზინო-ბის-3-ეთილბენზოთიაზოლინ-6-სულფონის მჟავა) და DPPH (2,2-დიფენილ-1-პიკრილჰიდრაზილი) და FRAP (რკინის შემამცირებელი ანტიოქსიდანტური ძალა) მეთოდებით. საერთო ჯამში, ნაყოფში გამოვლინდა 28 ნაერთი, მათ შორის 21 ჰიდროქსიცინამის მჟავა (60.3%); 2 ფლავან-3-ოლი (27.9%), 2 ანთოციანინი (10.5%), 2 ფლავონოლი (1.0%) და 1 სეკოირიდი (0.3%). დაფიქსირდა მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა: ABTS მნიშვნელობა მერყეობდა 7,88-დან 10,69 მმოლ TE-მდე (Trolox ეკვივალენტები)/100 გ fw (ნედლი წონა), DPPH მნიშვნელობები 5,18-დან 8,17 მმოლ TE/100 გ fw-მდე და FRAP მნიშვნელობები 676 მმოლ-დან 181-მდე. TE/100 გ ვტ. ამ შედეგების მიხედვით, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ეს არის ფენოლური ნაერთების მდიდარი წყაროები ძალიან პერსპექტიული ანტიოქსიდანტური შესაძლებლობებით და, შესაბამისად, პოტენციური შესაძლებლობებით კვების და/ან ფიტოფარმაცევტულ სექტორებში [8].

შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ალუბლის (*Prunus cerasus* L.) ყვავილის მტვრიანას ფენოლური ნაერთები. რაოდენობრივად განსაზღვრულ 23 კომპონენტს შორის, რუტინი იყო ყველაზე უხვი ფენოლური ნაერთი. ის მერყეობდა 98,49-დან (კლონი V/P)-დან 358,83 მგ კგ-1-მდე (კლონი III/9) და მათი წილი მტვრიანებში მთლიანი ფენოლური ნაერთების საშუალოდ 56%-მდეა. კლონები შეიცავდნენ მნიშვნელოვანი რაოდენობით ქლოროგენის მჟავას (12,92%), ასტრაგალინს (8,19%) და ჰიპეროზიდს (5,59%). შესწავლილ კლონებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებების მიუხედავად,

ქლოროგენის მჟავის, რუტინის, ნარინგინის, ჰიპეროზიდის, ასტრალგინის და ფლორიზინის შემცველობა არ გამოირჩეოდა მტვრიანებს შორის [110].

ხილის ქიმიური შემადგენლობა Gornje Polimlje-ის რეგიონის myrobalan გენოტიპებში (*Prunus cerasifera* Ehrh.) [27]

შესწავლილია *Prunus* ბირთვის ზეთი [26], ასევე *Prunus cerasifera* cv-ის ფიტოქიმიური შემცველობა. 26 "Pissardi Nigra" <https://doi.org/10.17474/artvinofd.271089>

*Prunus amygdalus dulcis* კურკის ზეთში ოლეინის და ლინოლეინის მჟავები იყო ყველაზე დიდი რაოდენობით [48]. შავი ალუბლის ზეთმა აჩვენა საუკეთესო ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ზეთის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა DPPH აქტივობის 50%-ით დასათრგუნად, არ აღემატებოდა 10 მკგ-ს. ლინოლეინის და სტეარინის მჟავები გავლენას ახდენს ზეთების ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე; ოლეინის მჟავას, ლინოლეინის და პალმიტოლეინის მჟავებს ჰქონდათ სასარგებლო გავლენა BSA დენატურაციის შეკავებაზე. ზეთებმა შეძლეს პათოგენებზე ზემოქმედება (დათრგუნვა 71,40%-მდე). ზეთები წარმოადგენს პროდუქტს ფუნქციური საკვების და/ან ინგრედიენტების მისაღებად [129] *Prunus domestica*-ს თესლის ფხვნილი შესწავლილი იქნა, როგორც ტაბლეტების შემაკავშირებელი აგენტი. 20

*Prunus* ორი სახეობის- *Prunus domestica* L. და *Prunus cerasifera* Ehrh, ოცდარვა ჯიშის ნაყოფის კურკა იქნა გამოკვლეული, როგორც ბიოდიზელის პოტენციური მასალა. ტესტირებულ ჯიშებს შორის ყველაზე დაბალი (22,7% (w/w) მშრალ წონაზე (dw)) და ყველაზე მაღალი (53,2% (w/w) dw) ზეთის გამოსავლიანობა განსხვავდებოდა თითქმის ორჯერ. ზეთებში ოლეინის და ლინოლეინის მჟავები დომინანტური ცხიმოვანი მჟავებია. მათი შემცველობა მერყეობდა შესაბამისად 46.2-70.7% და 22.6-45.3% შორის. ყველა შემოწმებული ნიმუში აკმაყოფილებდა ევროპულ ბიოდიზელის სტანდარტებს კინემატიკური სიბლანტის, ცეტანის რიცხვის, სიმკვრივისა და იოდის მნიშვნელობის შესახებ [130].

*Prunus* კურკის ზეთის ვალორიზაცია აქტუალურია მათი სამრეწველო გადამუშავების დროს. მიღებული ზეთის გამოყენება აქტუალურია კანის მოვლის ფორმულირების



მოსამზადებლად, რადგან მას შეუძლია გააუმჯობესოს ელასტიურობა და თავიდან აიცილოს კანის დაჩქარებული დაბერება. ქლიავის თესლის ზეთის სოქსლექტის ექსტრაქცია განხორციელდა n-ჰექს-ტანის გამოყენებით. სპექტროფოტომეტრიული მეთოდები გამოყენებული იყო ნიმუშების ფოტოპროტექტორული ეფექტისა და ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესაფასებლად. ზეთი შთანთქავს შუქს UV-Vis-ის დიაპაზონში ისე, რომ მისი გამოყენება შესაძლებელია ემულსიის გარეშე ფოტოდამცავი კრემის სახით. ადეკვატური pH-ის მქონე კრემი იყო სტაბილური და მიკრობიოლოგიურად უსაფრთხო კანზე გამოსაყენებლად. იაფი ინგრედიენტების გამოყენების გამო, ფორმულირება მისაღებია და შესაფერისია წარმოებისთვის [].

დიდი რაოდენობით Prunus კურკის ნარჩენების უტილიზაცია კვების მრეწველობის გამოწვევა ხდება. ამ ნაშრომში ქლიავის თესლი გამოიყენებოდა, როგორც ზეთების წყარო, რომელიც შეიძლება ჩაერთოს კომერციულ პროდუქტებში. ზეთის ყველაზე მაღალი გამოსავალი (დაახლოებით 30%) მიიღეს n-ჰექსანთან და n-ჰექსანთან, ხოლო ყველაზე დაბალი - ეთილის აცეტატით. ნიმუშებში ფენოლური ნაერთების შემადგენლობა განისაზღვრა HPLC-ით. შვიდი გამოვლენილი ფენოლური ნაერთებიდან ყველაზე გავრცელებული ნაერთი იყო ვანილის მჟავა. β-კაროტინის ყველაზე მაღალი შემცველობა (1,67 მგ 100 გ<sup>-1</sup> ზეთი), რომელიც განისაზღვრება სპექტროფოტომეტრიულად, იყო n-ჰექსანით მირებული ზეთი. ბეტა-კაროტინის ყველაზე დაბალი შემცველობა (1,26 მგ 100 გ<sup>-1</sup> ზეთი) განისაზღვრა ქლოროფორმი:მეთანოლის ნარევიტ მირებულ ზეთში (2:1 მოცულობით). ამ ზეთს ჰქონდა ყველაზე მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა (IC50 მნიშვნელობა 4.35 მგ/მლ) სხვა ნიმუშებთან შედარებით. ანტიოქსიდანტური აქტივობა ალბათ განპირობებული იყო ფენოლური ნაერთების არსებობით. შესწავლილმა ფიზიკურმა და ქიმიურმა თვისებებმა აჩვენა, რომ ქლიავის თესლის ზეთს აქვს კვების, კოსმეტიკური და ფარმაცევტული ინდუსტრიაში გამოყენების პოტენციალი [78].

28 plum ჰექსაპლოიდური *Prunus domestica* L. და დიპლოიდური *Prunus cerasifera* Ehrh. ჯიშებიდან კურკის ზეთებში შესწავლილი იქნა ბიოაქტიური ნაერთების პროფილი (კაროტინოიდები, ტოკოფეროლები, ტოკოტრიენოლები, ფიტოსტეროლები და სკალენი). განსხვავება იყო საკმაოდ ფართო დიაპაზონში 22.6–53.1 და 24.2–46.9% (w/w).

შესაბამისად. მთლიანი ტოკოქრომანოლების, კაროტინოიდების, ფიტოსტეროლებისა და სკალენის შემცველობაზე მნიშვნელოვნად იმოქმედა ჯიშის მრავალფეროვნებამ და მერყეობდა 70,7-დან 208,7 მგ/100გრ ზეთის, 0,41-დან 3,07 მგ/100გრ ზეთის, 297,2-დან 15609-მდე ზეთის და შესაბამისად 25.7 და 80.4 მგ/100 გ ზეთის შესაბამისად. ჯიშის მიუხედავად,  $\beta$ -სიტოსტეროლი და  $\gamma$ -ტოკოფეროლი იყო ძირითადი უმნიშვნელო ლიპოფილური ნაერთები ქლიავის ბირთვის ზეთებში და შეადგენდნენ 208.5-დან 1258.7 მგ/100გრ ზეთსა და 60.5-დან 182.0 მგ/100გრ ზეთში, შესაბამისად [125].

ბიოდიზელის წარმოება *Prunus* ნარჩენებიდან მირებული ზეთიდან ნანოსტრუქტურული კატალიზატორის გამოყენებით [161].

მრობალანის ქლიავის ნაყოფის ზოგიერთი ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლების ცვლილება (*Prunus cerasifera* EHRH.) მათი ზრდისა და მომწიფების დროს[133]; შესწავლილია ფენოლური კომპონენტების *Prunus cerasifera* Ldb ფოთლებიდან [87]

ხილის მნიშვნელოვანი როლი ადამიანის ჯანმრთელობასა და კვებაში უკეთ გასაგებად ტარდება კვლევები ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ხილის ბიოქიმიურ შემცველობის დასადგენად. შესწავლილი იყო ქლიავის სამი სახეობის (*Prunus domestica* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. და *Prunus spinosa* L.) მთლიანი ანტიოქსიდანტური უნარი (TAC), ფენოლური ნაერთების, ორგანული მჟავას და C ვიტამინის შემცველობა ვანის რაიონში (თურქეთი). გამოვლინდა და გამოიკვლია კორელაცია შესწავლილ მაჩვენებლებს შორის. ფენოლური ნაერთების, ორგანული მჟავისა და C ვიტამინის შემცველობა განისაზღვრა მაღალი ხარისხის თხევადი ქრომატოგრაფიის (HPLC) მეთოდით. ფენოლური ნაერთის ანალიზმა აჩვენა, რომ ქლოროგენის მჟავა იყო უპირატესად ფენოლური ნაერთი და ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა გამოვლინდა *P. spinosa* L.-ში, როგორც 12,985 მგ კგ<sup>-1</sup>. ვაშლის მჟავა იყო დომინანტური ორგანული მჟავები და ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა *P. spinosa* L.-შია 1,245 გ 100 გ<sup>-1</sup>. TAC და C ვიტამინის ყველაზე მაღალი შემცველობა ასევე აღინიშნა *P. spinosa* L.-ში 1,021 მმოლი TE კგ<sup>-1</sup> და 25,492 მგ 100 გ<sup>-1</sup>, შესაბამისად. აღმოჩნდა, რომ *P. spinosa* L. აღემატება დანარჩენ ორ სახეობას ანტიოქსიდანტური შესაძლებლობებით და სხვა ბიოქიმიური

შემცველობით. მნიშვნელოვანი ( $P \leq 0.01$ ) და დადებითი კორელაცია დაფიქსირდა ანტიოქსიდანტურ შესაძლებლობებსა და C ვიტამინის შემცველობას შორის [158].

პაკისტანიდან გარგარის (*Prunus armeniaca* L.) სხვადასხვა ჯიშის კერძოდ, Halmas, Nari, Travet და Charmagzi, ჯიშის ნაყოფის კურკიდან მიღებული ზეთების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლებია შესწავლილი. ზეთის გამოსავალი მერყეობდა 32,23-42,51%, ხოლო ცილის, ბოჭკოსა და ნაცრის შემცველობა 13,21-20,90%, 5,13-9,81% და 2,11-3,89% შესაბამისად. ზეთებს ჰქონდათ საშუალო იოდის მნიშვნელობა (გ I/100გრ ზეთი) 96,4-106,3; სიმკვრივე 24 °C-ზე, 0,87-0,93 მგ/მლ; რეფრაქციული ინდექსი (40 °C), 1,4655-1,4790; ზეთებში ნაპოვნი ძირითადი ცხიმოვანი მჟავა იყო ოლეინის მჟავა (62,34-80,97%), ლინოლის (13,13-30,33%), პალმიტის (3,35-5,93%), ლინოლენის (0,73-1,03%) და სტეარინის (1,10-1,68%) მჟავები.  $\alpha$ -,  $\gamma$ - და  $\delta$ - ტოკოფეროლების შემცველობა ზეთებში მერყეობდა 14,8-40,4, 330,8-520,8 და 28,5-60,2 მგ/კგ, შესაბამისად [90].

ქართული მრობალანის ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა კრასნოდარის ტერიტორიის ჯიშების *Prunus cerasifera* ssp მაგალითზე

ქართული მრობალანის ქლიავის ნაყოფის *Prunus cerasifera* subsp-ის 32 ჯიშში განისაზღვრა ქიმიური შემადგენლობა (მშრალი ნივთიერება, შაქრები, თავისუფალი მჟავები, ასკორბინის მჟავა და პექტინი) კრასნოდარის მხარეში. ჯიშებისთვის დამახასიათებელი იყო მაღალი მჟავიანობა (1,8-4,26%). ჯიშების უმეტესობა მცირე რაოდენობით ან საერთოდ არ შეიცავდა საქაროზას; ჭარბობს მარედუცირებელი შაქრები [27].

ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობის მემკვიდრეობა მრობალანისა და ტყემალის ჰიბრიდებში ქიმიური ანალიზმა აჩვენა, რომ მრობალანის ნაყოფს აქვს დაბალი მჟავიანობა, შაქრისა და ასკორბინის მჟავას მაღალი შემცველობა, ხოლო ქართული ველური ქლიავის სახეობას, რომელსაც ტყემალი ეწოდება- შაქრისა და ასკორბინის მჟავას დაბალი შემცველობა [66].

შესწავლილია *Prunus cerasifera* ფისოვანი წანაზარდების ქიმიური შედგენილობა, რომელიც წარმოდგენილია პოლისაქარიდისა და აკრილამიდისგან. წყალში ხსნადი

პოლისაქარიდები ძირითადად შედგებოდა L-არაბინოზისგან (39.78%) და D-გალაქტოზისგან (40.59%) მცირე რაოდენობით ქსილოზისა, მანოზასა და ურონის მჟავებით [135].

ველური ქლიავის ნაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები (*Prunus spinosa*L.) მთლიანი ფენოლის შემცველობა იყო 117-დან 407 მგ GAE/100 გ FW დიაპაზონში. ვიტამინი C ყველაზე მაღალი იყო ყვითელ ხილში (12.10 მგ/100 მლ). მთლიანი ხსნადი მყარი შემცველობა მერყეობდა 9,40% (ყვითელი ფერის) და 12,90% (მუქი მეწამული ფერის) ხილის შორის. მუქი მეწამული, წითელი და ყვითელი კანის ფერის ქლიავის ნაყოფის ანტიოქსიდანტური აქტივობა აღმოჩნდა 71,13-78,99% შორის, რაც დაბალია ვიდრე სტანდარტული BHA (62,07%) [43].

იაპონური ქლიავის (*Prunus salicina*) PsMYB10 მიერ გამოვლენილი სტრუქტურულ ვარიაციებსა და პოლიმორფიზმებთან დაკავშირებული, ანთოციანინების სინთეზის განსხვავებული უნარის გამო, ნაყოფის კანის ფერის წითელიდან ლურჯამდე განსხვავება გამოწვეულია განსაკუთრებული გენებით. Rosaceae-ს სახეობებში, R2R3-MYBs, განსაკუთრებით MYB10 გენები, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან ანთოციანინების ფერების ბუნებრივი ცვალებადობაზე[46].

ქლიავის (*Prunus domestica* L.) ეთანოლიანი ექსტრაქტი Diaion HP-20 სვეტის მეშვეობით დაყოფილი იყო ჰექსანში ხსნად და H<sub>2</sub>O-ხსნად ფრაქციებად. ხოლო H<sub>2</sub>O-ში ხსნადი ფრაქცია შემდგომ გაიყო მეთანოლში და საკუთრივ წყალში ხსნად ფრაქციებად. მეთანოლიანმა ფრაქციებმა აჩვენა ყველაზე მაღალი აქტივობა. სადაც იდენტიფიცირებულია ახალი ნაერთი- 4-ამინო-4-კარბოქსიქრომან-2-ონი, რომელიც ადრე ცნობილ ოთხ ნაერთთან ერთად (p-კუმარინის მჟავა, ვანილის მჟავას β-გლუკოზიდი, პროტოკატეჩუინის მჟავა და კოფეინის მჟავა) განსაზღვრავდა ამ ფრაქციის მაღალ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას[74].

ეს კვლევა ჩატარდა აღმოსავლეთ ხმელთაშუა ზღვის გარდამავალი ზონის სასოფლო-სამეურნეო კვლევითი ინსტიტუტის ლაბორატორიებსა და სათბურებში 2018-2020 წლებში PCPM-ის (*Prunus cerasifera* X *Prunus microcarpa*) მახასიათებლის დასადგენად, რომელიც არის *Prunus cerasifera* (PC) და *Prunus microcarpa* (PM) ბუნებრივი ჰიბრიდი.

დადგინდა, რომ ნაყოფის საშუალო წონა, ნაყოფის სიგანე და ნაყოფის სიგრძე PCPM იყო 1.33 გ, 11.93 მმ და 12.50 მმ, შესაბამისად. ხსნადი ნაერთების შემცველობა PC-ში 15.03 ბრიქსი და PM-ში 25 ბრიქსი, PCPM-ში კი 27.66 ბრიქსი იყო [58].

ჩეხეთის რესპუბლიკის მაგალითზე შესწავლილი იყო *Prunus salicina* და *Prunus cerasifera* სახეობებისაგან მიღებული 29 ჰიბრიდი. ყველაზე მსხვილნაყოფა იყო იაპონური ჯიში Aphrodite რომლის საშუალო მასა 53,6 გ-ია, Stanley-ის მასა კი 48.5 გ სახეობათაშორისი ჰიბრიდის Cornyj Princ 45.7გ. Stanley გამოირჩევა წვენში მშრალი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით 22,7% ბრიქსია. შემდეგია Wan Hong და Burbank 22.3 და 21.6% შესაბამისად. აღმოჩნდა რომ ტიტრული მჟავიანობის თვალსაზრისით ყველაზე მაღალი შემცველობისაა Lavina (40.19 გ 100 გ<sup>-1</sup>) და Aphrodite (34.18გ100 გ<sup>-1</sup>), Zurna (33.62გ100 გ<sup>-1</sup>) (*Prunus salicina* და *Prunus cerasifera* მიღებული ჰიბრიდია). Stanley-ის აღმოჩნდა მჟავათა ყველაზე დაბალი შემცველობის მქონე (7.69გ 100გ<sup>-1</sup>). სახეობათაშორის ჰიბრიდებში აღინიშნა ვიტამინი-C მაღალი შემცველობა, მაშინ როდესაც აზიურ და ევროპულ ჯიშებში პრაქტიკულად არაა [105].

ბუნებრივია, არასრულად წარმოდგენილ სამუშაოთა ჩამონათვალი ადასტურებს მაღალ სამეცნიერო ინტერესს *Prunus cerasifera* L მიმართ, სამწუხაროდ ქართულ სინამდვილეში გარდა ერთი სადისერტაციო ნაშრომისა (<https://dspace.nplg.gov.ge/bitstream/1234/166226/1/Disertacia.pdf>) [4] და მეცნიერებათა აკადემიის მოამბეში გამოქვეყნებული სტატიისა *Prunus cerasifera* Ehrh. ქართული ფორმების მორფოლოგიური მრავალფეროვნება <http://science.org.ge/old/moambe/2007-vol2/baiashvili.pdf>.

აჭარის პირობებშიც ტარდებოდა სამუშაოების სამუშაოები ახალი ჯიშების და სახეობების გამოსავლენად. სამწუხაროდ იძებნება მხოლოდ (კუპრეიშვილი) [3] სამეცნიერო ანგარიში, ხოლო პუბლიკაციები გაკეთებული არ აქვს. ანგარიშში გამახვილებულია ყურადღება ნაყოფის ზომებზე და სხვა ფიზიკურ მახასიათებლებზე.

*Prunus* ნაყოფის ფიტოქიმიური შემადგენლობის შესახებ დეტალური კვლევები ვერ მოვიძიეთ ჩვენთვის ხელმისაწვდომ სამეცნიერო ლიტერატურაში. წარმოდგენილია მხოლოდ კვლევები უცხოეთში მოყვანილი ხილის შემადგენლობის შესახებ. ეს

ნაკლოვანება კვლევებმა საშუალებას იძლევა შეივსოს და ჩატარდეს სამეცნიერო და პრაქტიკული თვალსაზრისით ნაყოფის დეტალური კვლევა. დადგენილი იქნას საქართველოს ტენიანი ზომიერი კლიმატის პირობებში მოყვანილი Prunus ნაყოფის ფიტოქიმიური შემადგენლობა, მათი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი შემცველობა.

**პრობლემის ფორმულირება-** ჩვენს მიერ შესწავლილი რამდენიმე ასეული სამეცნიერო პუბლიკაციიდან, სამწუხაროდ არ იძებნება არც ერთი კვლევა საქართველოში გავრცელებული ტყემლის ან წარმოების ანარჩენების შესახებ, არც ერთი ავტორი არ არის ქართული სამეცნიერო წრიდან. სამეცნიერო ტექნიკის სიმწირის გამო სრულად შეუსწავლელია ქვეყნის სინამდვილეში, მცენარეული ნედლეულის და მისი გადამამუშავებელ საწარმოთა ანარჩენების გამოყენების შესაძლებლობები. საქართველოს სინამდვილეში სრულად შეუსწავლელია ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიურად აქტიური ნაერთები და მისგან მიღებული პროდუქტების (მათ შორის პრეპარატები) გამოყენების პერსპექტივები. მეორეს მხრივ ჩვენს მიერ გაცნობილი ლიტერატურა მოწმობს (რამდენიმე ათეული უახლესი პუბლიკაცია), რომ მცენარეული ნედლეულისა და გადამამუშავების ანარჩენების ვალორიზაციის საკითხი ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით, გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების შესუსტების მიზნით ციკლური ეკონომიკის პრინციპების გამოყენება პრიორიტეტული საკითხია. დღეისათვის შექმნილი სასურსათო უსაფრთხოების საკითხების გათვალისწინებით, აუცილებელია საქართველოს სინამდვილეში განსაკუთრებით ენდემური მცენარეების ექსტრაქციის მეთოდების ოპტიმიზაცია, ბიოაქტიური პრეპარატების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, მათი ქიმიური შედგენილობის კვლევა თანამედროვე მეთოდების მეშვეობით და მათი გამოყენების პერსპექტივების დადგენა.

## 2 ექსპერიმენტული ნაწილი

### 2.1 კვლევის ობიექტი

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ტყემალი (ლათ. *Prunus cerasifera*) — მრავალწლოვანი ხეხილოვანი მცენარეა ვარდისებრთა ოჯახის კურკოვანთა გვარისა. ზოგჯერ ხისმაგვარი ბუჩქია, ძლიერ დატოტვილი, ეკლიანი ან უეკლო. ნაყოფი მომრგვალო, მობრტყო-მომრგვალო ან კვერცხისებრი ფორმა აქვს. ის ხარობს არაკულტივირებულ ტერიტორიაზე. ქმნის სქელ ეკლოვან მასას, რომელიც შეიძლება ნაპოვნი იქნას გუბთან, არხებთან, წყალმარხ ადგილებში ქარის საწინააგმდეგო მიმართულებით. ფერად ყვითელი, წითელი და იისფერია, ზოგჯერ თითქმის შავი. ნიადაგისადმი ნაკლებ მომთხოვნი, დაავადებებისადმი მედეგი, გვალვა- და ყინვაგამძლეა. მოსავლიანობა ზრდასრული ხიდან 300 კგ-მდეა. მეხილეობაში იყენებენ ქლიავის, ატმისა და გარგარის საძირედ. ველურად და კულტურაში გავრცელებულია ბალკანეთში, შუა და მცირე აზიაში, ირანში, ამიერკავკასიაში და სხვა.

საქართველოში უძველესი დროიდან თითქმის ყველგანაა გავრცელებული ზღვის დონიდან 1600-1800 მეტრამდე სიმაღლეზე. ამჟამად დარაიონებული ჯიშებია გულდედავა, გაზაფხულის მერცხალი, წითელი დროშა, ქუთაისი, რიონი, ხვავიანი და სხვა.

ტყემალს ქართულ სამზარეულოში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ტყემლისგან მზადდება საუკეთესო ხარისხის წვენი, კომპოტი, მურაბა, სანელებელი, ტყლაპი და ტყემლის სახელგანთქმული საწებელი, რომელიც ქართული სუფრის ერთ-ერთი განუმეორებელი და უნიკალური შემადგენელი ნაწილია.

საქართველოში დღეისათვის გავრცელებული ჯიშებია:

№	ტყემლის დასახელება	სიმწიფის პერიოდი	ნაყოფის შეფერილობა
1	გულდედავა	5/VII – 15/VII	ვარდისფერი
2	კოლხეთი	5/VI - 15/VI	ბორდოსფერი
3	ხვავდალი	20/VI - 30/VI	ბორდოსფერი

4	საოქტომბრო	10/IX- 5/X	ბორდოსფერი
5	ჰიბრიდი №1	15/VII - 25/VII	ვარდისფერი
6	არომატული	25/VI - 10/VII	ბორდოსფერი
7	ჩინებული	15/VII - 25/VII	ბორდოსფერი
8	საპოზი	10/VIII - 20/VIII	ბორდოსფერი
9	ჰიბრიდი №2	20/VIII - 30 VI	ბორდოსფერი
10	წითელი დროშა	1/VII - 10/VII	ბორდოსფერი
11	ალუჩა იმერული	10/VI - 20/VI	ყვითელი
12	ალუჩა მეჩიბუხე	10/VI - 20/VI	ყვითელი
13	საკონსერვო	10/VIII - 20/VIII	ბორდოსფერი
14	ჭყვიში	15/VI - 25/VI	ვარდისფერი
15	ჰიბრიდი №3	15/VI - 25/VI	ვარდისფერი
16	ვაშლოვანა	1/VIII - 10/VIII	ბორდოსფერი
17	ხალხური №2	25/VI - 30/VI	ბორდოსფერი
18	ხალხური №1	20/VI - 25/VI	ბორდოსფერი
19	ალუჩა ტყემალი	15/VI - 25/VI	ვარდისფერი
20	საგვიანო ვარდისფერი	1/IX - 10IX	ვარდიეფერი
21	აჭარული ვარდისფერი	10/VIII - 25/VIII	ვარდისფერი
22	ადრეულა	25/V - 20/VI	ბორდოსფერი
23	ცისკარა	5/VIII - 15/VIII	ბორდოსფერი
24	ულეველი	10/IX- 20/IX	ბორდოსფერი
25	სამაისო-2	25/V - 5/VI	ვარდისფერი
26	ჰიბრიდი №4	5/VII - 30/VII	ვარდისფერი



27	გიდელა	20/VI - 30/VI	ბორდოსფერი
28	სამაისო-1	20/V - 5/VI	ბორდოსფერი
29	ხვავრიელი	25/VI - 30/VI	ბორდოსფერი
30	ალუჩა მეჩიბუხე	10/VI - 20/VI	ოქროსფერი
31	კოჩარა	25/IX - 30/IX	წითელი
32	მარანი	5/VII - 15/VII	ბორდოსფერი

ამჟამად დარაიონებული ჯიშებია გულდედავა (*Prunus cerasifera* 'Guldedava' - ადგილობრივი წარმოშობის ძველი ჯიშია.), გაზაფხულის მერცხალი (*Prunus cerasifera* 'GazapkulisMerckhali' მიღებულია ადგილობრივი ფორმიდან კლონური სელექციის გზით), წითელი დროშა (*Prunus cerasifera* 'Tsiteli Drosha' მიღებულია ადგილობრივი ფორმიდან კლონური სელექციის გზით), იმერული ვარდისფერი (*Prunus cerasifera* 'ImeruliVardisperi' - მიღებულია ადგილობრივი ფორმიდან კლონური სელექციის გზით), მეჩიბუხეს ალუჩა (*Prunus vachushtii* 'MechibukhisAlucha - ადგილობრივი ალუჩის ფორმა), იმერული ალუჩა (*Prunus vachushtii* 'ImeruliAlucha' - მეჩიბუხის ალუჩის თესლნერგია), გაიპარა (*Prunus cerasifera* 'Gaipara' - ადგილობრივი ჯიშია), ბაკურიანის ალუჩა (*Prunus vachushtii* 'BakurianisAlucha' - ადგილობრივი ფორმა. მეჩიბუხეს ალუჩის თესლნერგია და სხვა.

ველური და კულტურული ტყემლის ნაყოფები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკო-ქიმიური და ორგანოლექტიკური მახასიათებლებით. ნაყოფების ასეთი მრავალფეროვნება განპირობებულია მცენარის ჯიშობრივი შემადგენლობით. მცენარეები მდიდარია მრავალფეროვანი მეტაბოლიტების, მათ შორის ორგანული მჟავების უნიკალური მარაგით. ეს ნაერთები სხვადასხვა როლს თამაშობენ მცენარეებში პირვალად და მეორად მეტაბოლიზმებში.

ორგანული მჟავები მონაწილეობენ მცენარეთა სხვადასხვა ფუნდამენტალურ პროცესებში მეტაბოლიზმი კატაბოლიზმი როგორც საბოლოო, ასევე შუა პროდუქტის სახით, ლიმონმჟავა, ვაშლის მჟავა, ასევე შაველის, ქარვის მჟავა წამყვან როლს

თამაშობენ ციკლში კრებსი, რომელიც უჯრედის ენერგომომარაგების ციკლში ცენტრალურია. ვაშლისმჟავა მონაწილეობს მცენარის სუნთქვასა და ფოტოსინთეზში. ეს ორგანული მჟავა, ისევე როგორც ლიმონისა და შაველის მჟავა მონაწილეობს რიზოსფეროში მიმდინარე პროცესებში. ორგანული მჟავები ცნობილია აგრეთვე მცენარეულ საკვებზე მათი ორგანოლექტიკური თვისებების ზეგავლენით და ამ მატრიცების ხარისხისა და სარგებლიანობის გამო. მათში შედის ასევე მიკრობული სტაბილურობა და ამ პროდუქტების კონსისტენცია. ისინი ფართოდ გამოიყენება როგორც კვებითი დანამატი სასმელების, ხილისა და ბოსტნეულის წვენების წარმოებაში. ძირითადი მჟავები ამ მხრივ გამოყენებადი არის ლიმონმჟავა, ვაშლისა და ღვინის მჟავა, ხოლო როგორც ანტიოქსიდანტი გამოიყენებადია ასკორბინის მჟავა.

**წითელი დროშა** - ტყემლის ქართული ჯიშია, მიღებულია კლონური სელექციის გზით გიორგი ბერიძის, ქ. ჩაგანავას და ს. ცხაბერიძის მიერ 1955 წელს. ხე საშუალო ზრდისაა, ხასითდება ადრეული ყვავილობით. მაღალმოსავლიანი ჯიშია, ნაყოფი მწიფდება ივლისის პირველ ნახევარში (ქუთაისის პირობებში), ინახება 10-15 დღის განმავლობაში, ჯიში დაავადებების მიმართ შედარებით გამძლეა. ნაყოფი ძირითადად გამოიყენება გადასამუშავებლად. ნაყოფი და ფოთოლი ბორდოსფერია, ნაყოფის საშუალო მასაა 20-25გ, ფორმა მომრგვალო წვერისაკენ ოდნავ წაგრძელებულია. სიმწიფის პერიოდში დაფარულია სანთლისებრი ფიფიქით, რბილობი მუქი წითელია, ნაზი და წვნიანი, მომჟავო გემოსი. კურკა რბილობს ნახევრად სცილდებაარისგავრცელებული საქართველოში.



ფოტო 2. გაზაფხულის მერცხალი (*Prunus cerasifera* 'Gazapkulis Merckhali' ადრეული ჯიშია, ნაყოფი თანაბრად მწიფდება 20 ივნისიდან.



ფოტო 3. მირაბელა სიმწიფეს აღწევს და იკრიფება ივლისიდან სექტემბრის შუა რიცხვებამდე



ფოტო 4. აჭარული ვარდისფერი (10/VIII - 25/VIII).



ფოტო 5. წითელი დროშა -ტყემლის ქართული ჯიშია, მიღებულია კლონური სელექციის გზით ნაყოფი მწიფდება ივლისის პირველ ნახევარში



ფოტო 6. ახალციხურა



ფოტო 7. აჟანის უნგრულა. მწიფდება აგვისტოს შუა რიცხვებში.



ფოტო 8. ველური ტყემლი



ფოტო 9.ველური ტყემალი



ფოტო10. ველური ტყემალი

ტყემლის ნაყოფები წარმოშობის მიხედვით საკმაოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ველური ფორმები მცირე ზომის ნაყოფებს იძლევა განივი ჭრილით დაახლოებით 20 მმ-დე და გრძივი ჭრილით დაახლოებით 25 მმ-მდე, მაშინ როდესაც კულტურული ჯიშების ნაყოფები მწვანე ფოთოლა წითელნაყოფას შემთხვევაში 27 და 30 მმ-მდეა შესაბამისად, ხოლო წითელფოთლიანი წითელნაყოფა ფორმის შემთხვევაში კიდევ უფრო მეტი 35 და 37 მმ-მდეა. შესაბამისად განსხვავებული ნაყოფის მასა და მოცულობა. ველურ ფორმებში ნაყოფის მასა 6-8 გ-ია, ხოლო კულტურულ ჯიშებში ნაყოფის მასა 18-25 გ-ია (ცხრილი 1).

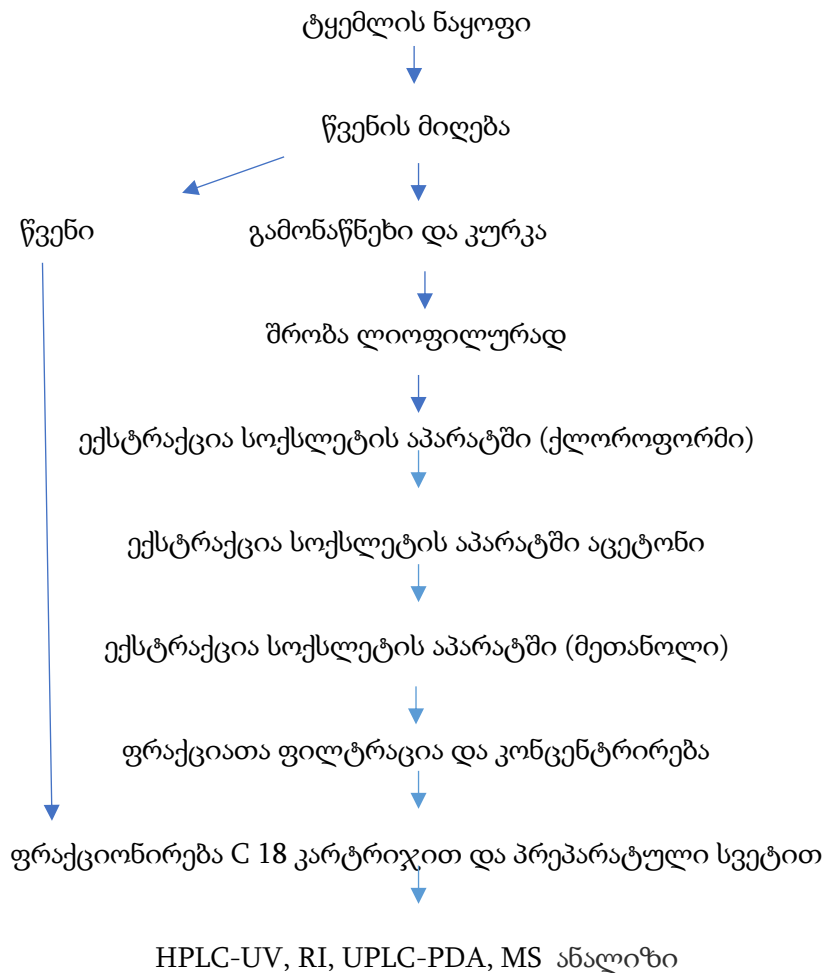
ტყემლის ნაყოფის ფიზიკური მახასიათებლები ცხრილი 1.

ნაყოფი	ფორმა	ფერი	გემო	ზომა (მმ)		მასა (გ)	მოცულობა (მლ)
				გრძივი ჭრილი	განივი ჭრილი		

გაზაფხულის მერცხალი (გონიო) 29.06	მომრგვალო, წვეროსკენ წაგრძელებული, მთელსიგრძეზე ემწხნე ვადარი	მოწითალო, ოდნავ ვარდისფერი	მომყავო- ტკბილი	27.4±0.82	25.6±0.76	10.4±0.41	10.0±0.3
მირაბელა (გონიო 31.07)	მრგვალი	ყვითელი	მოტკბო	36.63±1.17	37.37±1.19	25.34±0.96	26.0±0.83
აჭარული ვარდისფერი (ხულო03.08)	ოდნავ წაგრძელებული	მოწითალო- ვარდისფერი	მოტკბო-მომყავო	31.24±1.06	28.49±0.96	13.46±0.48	13.46±0.45
წითელი დროშა (ხულო03.08)	მრგვალი, შესამწხნევი ღარით	მუქი ბორდოსფერი	მოტკბო-მომყავო	35.9±1.22	32.7±1.11	18.7±0.63	19.0±0.68
წითელი დროშა (გონიო 05.08)	მრგვალი	წითელი	მოტკბო-მომყავო	32.7±1.17	27.9±0.97	13.5±0.43	14.0±0.56
ახალციხურა 13.08	კვერცხისებური	მუქი წითელი	მოტკბო	22.89±0.80	23±0.82	7.1±0.21	7.0±0.21
აქანის უნგრულა(ქ.ბათუმი 16.08)	ოვალური	მოშავო- მოლურჯოა, სანთლისებრი ფიფქებითაა დაფარული	მომყავო-მოტკბო	29.9±1.07	26.9±0.96	12.83±0.41	12,4±0.39
ველური წითელი ტყემალი(ხულო,და ნისპარაული07.08)	მოგრძო	ბორდოსფერი	მოტკბო-მომყავო	23.8±0.90	20.6±0.78	6.3±0.21	6,1±0.23
ველური,წითელი(ხ ულო24.09)	მოგრძო-მომრგვალო	წითელი	მომყავო-მოტკბო	26.4±1.05	27.4±1.09	10.2±0.35	10,0±0.35
ველური,მუქი წითელი (ხულო24.09)	მოგრძო	მუქი წითელი	მოტკბო-მომყავო	26.1±0.78	20.8±0.62	6.5±0.23	7,0±0.25
მუქი წითელი.ხულო,ლო რჯომი,მთა მყვირალა,ველური	მრგვალი	მუქი წითელი	მოტკბო-მომყავო	21.28±0.68	20.48±0.65	5.3±0.20	5.2±0.17



## ტყემლის ნაყოფის ბიოაქტიური ნაერთების გამოყოფა და იდენტიფიკაცია



### 2.2. კვლევის მეთოდები

ობიექტის შესწავლას ვახდენდით კვლევის თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით:

1. წყლისა და მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა – სტანდარტული, თერმოგრავიმეტრიული მეთოდით (AOAC Official Method);

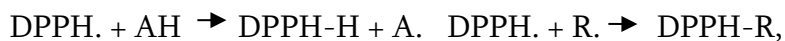
1. შაქრიანობის განსაზღვრა - რეფრაქტომეტრული მეთოდით (AOAC Official Method);

2. pH განსაზღვრა AOAC მეთოდით;

3. ტიტრული მჟავების განსაზღვრა ლიმონმჟავაზე გადაანგარიშებით, საერთო მჟავიანობა წარმოადგენს ტიტრული მჟავების ჯამს, რომლებიც იტიტრება pH – 7.0 - მდე მიყვანისას ტუტის სტანდარტული ხსნარით (1 N. NaOH) (AOAC Official Method); გატიტვრას ვახორციელებდით პოტენციომეტრის საშუალებით. განსაზღვრამდე ვახდენდით პოტენციომეტრის სიზუსტის შემოწმებასა და საჭიროების შემთხვევაში დაკალიბრებას pH-ის განსაზღვრისას აღწერილი მეთოდით.



4. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა 2,2-დიფენილ-1-პიკრილ ჰიდრაზილის სტაბილური რადიკალის გამოყენებით DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil) მეთოდით[19;21]. DPPH - ( $C_{18}H_{12}N_5O_6$  M=394,33) წარმოადგენს სტაბილურ თავისუფალ რადიკალს მაქსიმალური შთანთქმით 515 - 517 ნმ -ზე, რომლის მეთანოლიანი ექსტრაქტის მეწამული იისფერი შეფერილობა აღდგენის შედეგად იცვლება ღია ყვითლამდე [19;21]. რეაქცია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:

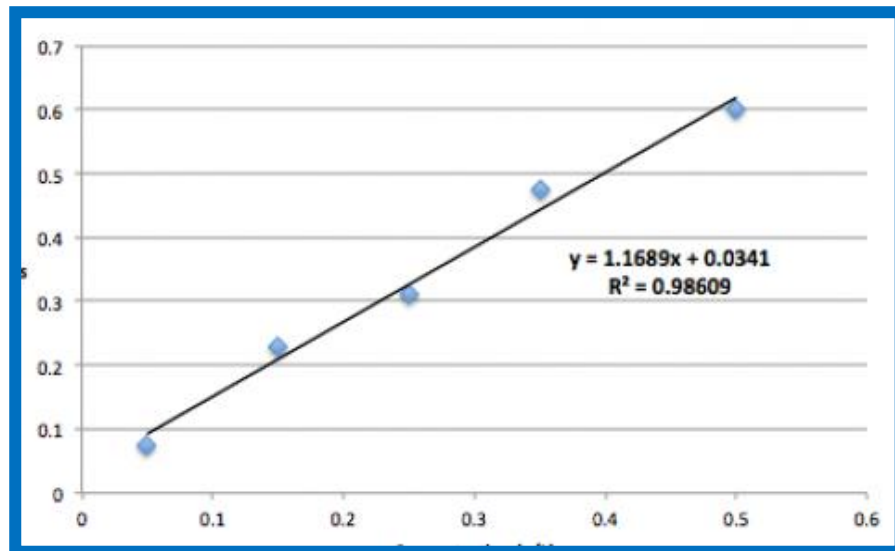


სადაც, AH - ანტიოქსიდანტია, ხოლო R. - თავისუფალი რადიკალი [19;21].

რადიკალური შებოჭვა შეიძლება განსაზღვრულ იქნას სხვადასხვა სტანდარტული ნაერთის მიმართაც. ლიტერატურული მონაცემებით ანტიოქსიდანტური აქტივობის გამოხატვისათვის ძირითადად გამოყენებულია 5 სტანდარტული ნაერთი: ასკორბინის მჟავა (ვიტამინი C),  $\alpha$ -ტოკოფეროლი (ვიტამინი E), ტროლოქსი (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), BHT (Butylated hydroxytoluene) და BHA (butylated hydroxyanisole) [23;26;27].

5. საერთო ფენოლების რაოდენობის განსაზღვრა ფოლინ-სიოქალტეუს მეთოდით (Folin-Ciocalteu) (გალის მჟავაზე გადაანგარიშებით);საერთო ფენოლების განსაზღვრა ხდება Folin-Ciocalteu-ს სპექტროფოტომეტრული მეთოდით. საანალიზოდ აღებული ნიმუშის ექსტრაქცია მიმდინარეობდა 80%-იანი ეთილის სპირტით, 70 – 75°C ტემპერატურის პირობებში. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 0,5 ან 1 მლ-ს ათავსებენ 25 მლ მოცულობის მზომ კოლბაში, ემატება 5 მლ  $H_2O$ , 1 მლ Folin-Ciocalteu აყოვნებენ 8 წუთს ოთახის ტემპერატურაზე, შემდეგ ემატება 10 მლ 7%  $Na_2CO_3$ , კოლბას ავსებენ  $H_2O$ -ით აყოვნებენ 2 საათის განმავლობაში სიბნელეში ოთახის ტემპერატურაზე.

განსაზღვრა ხდება 750 ნმ-ზე. კონტროლად იღებენ შესაბამისი ექსტრაგენტის 1 მლ-ს და გადიან იმავე პროცესს. განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშება ხორციელდება გალის მჟავას საკალიბრო მრუდზე.



საერთო ფენოლების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:

$$X = (D K V F) * 1000 / m$$

სადაც, X - საერთო ფენოლების შემცველობა, მგ/კგ-ში;

D - ოპტიკური სიმკრივე;

K – გალის მჟავაზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

F – განზავების ფაქტორი;

V – ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.

Folin-Ciocalteu-ს რეაგენტის აღწერა - ყვითელი მომწვანო შეფერილობის. Folin-Ciocalteu-ს ფენოლის რეაგენტი უნდა ინახებოდეს მჭიდროდ თავდახურული ოთახის ტემპერატურაზე. მომზადება ხდება შემდეგნაირად: 10 გ ნატრიუმის ვოლფრამატსა და 2,5 გ ნატრიუმის მოლიბდატს ხსნიან 70 მლ წყალი. უმატებენ 5 მლ 85% ფოსფორმჟავას და 10 მლ კონცენტრირებული მარილმჟავას. აყოვნებენ 10 საათის განმავლობაში. შემდეგ უმატებენ 15 გრ ლითიუმის სულფატს, 5 მლ წყალსა და 1 წვეთ ბრომს. ყოვანდება 15 წუთის განმავლობაში. აგრილებენ ოთახის ტემპერატურამდე და უმატებენ 100 მლ წყალს.

6. საერთო ფლავონოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა  $AlCl_3$  -ის რეაქტივით სპექტრალური მეთოდით: საანალიზოდ აღებული ნიმუშის ექსტრაქცია მიმდინარეობდა 80%-იანი ეთილის სპირტით, 70 – 75°C ტემპერატურის პირობებში. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 1 მლ-ს ათავსებენ 10 მლ მოცულობის

სინჯარაში, ემატება 5 მლ H<sub>2</sub>O, 0,3 მლ 5% NaNO<sub>2</sub> აყოვნებენ 5 წუთს, შემდეგ ემატება 0,3 მლ 10% AlCl<sub>3</sub> აყოვნებენ 6 წუთი, შემდეგ ემატება 2 მლ 1N NaOH-ს და განსაზღვრა ხდება 510 ნმ-ზე. კონტროლად იღებენ შესაბამისი ექსტრაგენტის 1 მლ-ს და გადიან იმავე პროცესს.

განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშება ხორციელდება რუტინის საკალიბრო მრუდზე. საერთო ფლავონოიდების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:  $X = (D K V F) * 1000 / m$

სადაც, X - საერთო ფლავონოიდების შემცველობა, მგ/კგ-ში;

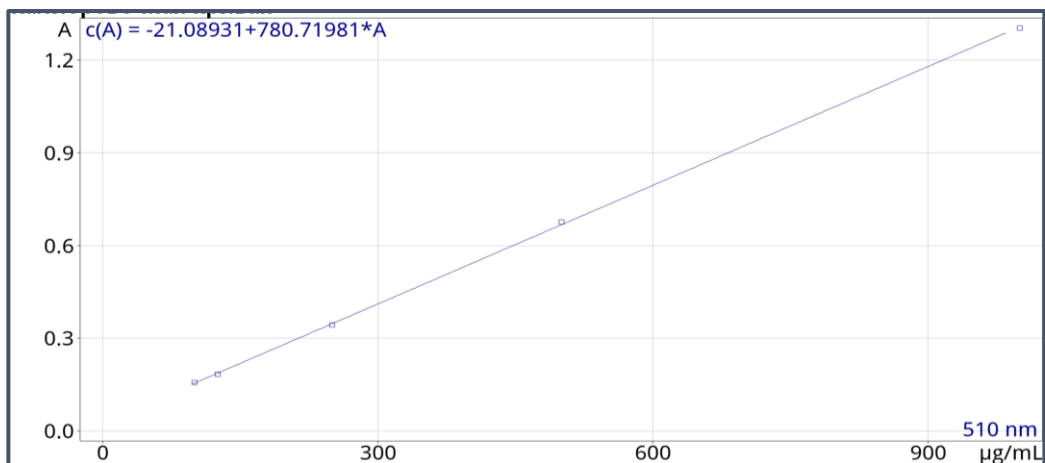
D - ოპტიკური სიმკვრივე;

K - რუტინზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

F - განზავების ფაქტორი;

V - ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.



რუტინის საკალიბრო მრუდი

7. **კატეხინების რაოდენობრივი განსაზღვრა - სპექტრალური მეთოდით:** საანალიზოდ აღებული ნიმუშის ექსტრაქცია მიმდინარეობდა 80%-იანი ეთილის სპირტით, 70 – 750C ტემპერატურის პირობებში. ექსტრაქტის საერთო მოცულობიდან აღებულ 1 მლ-ს ემატება 3 მლ ვანილინის რეაქტივი და 3 წუთის შემდეგ, ისაზღვრება წითლად შეფერილი ნიმუშის ოპტიკური სიმკვრივე 500 ნმ-ზე (Дурмишидзе... 1981). კონტროლად იღებენ შესაბამისი ექსტრაგენტის 1 მლ-ს და 3 მლ ვანილინის რეაქტივს. განსაზღვრის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაანგარიშება ხორციელდება (+) კატეხინის საკალიბრო მრუდზე:

კატექინების შემცველობა გამოითვლება ფორმულით:  $X = (D K V F) \cdot 1000 / m$  (2.1.3)

სადაც, X - კატექინების შემცველობა, მგ/კგ-ში;

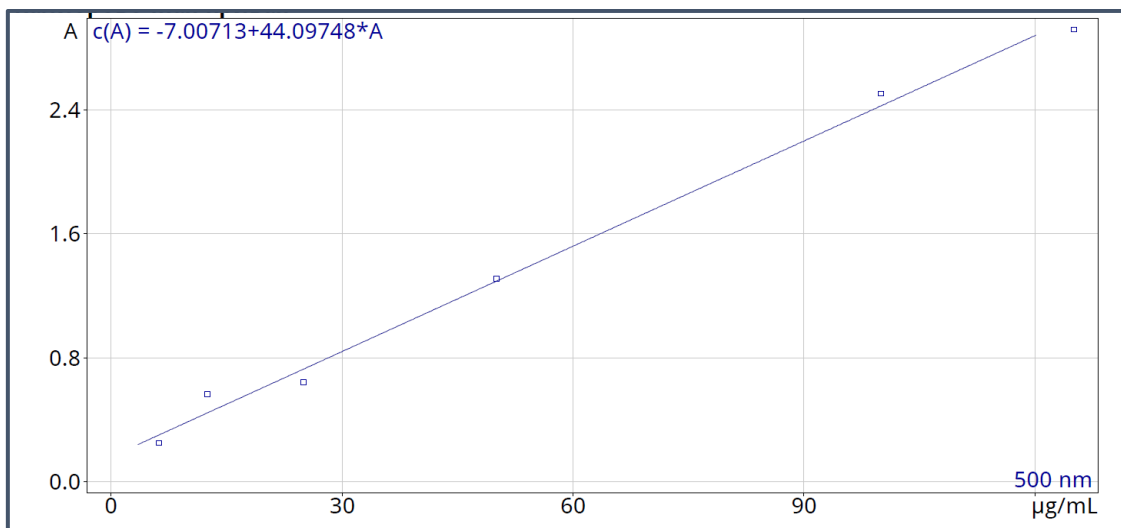
D - ოპტიკური სიმკრევე;

K – 35,0 ((+) კატექინზე (გადაანგარიშების კოეფიციენტი);

F - განზავების ფაქტორი;

V – ექსტრაქტის საერთო მოცულობა, მლ;

m - საექსტრაქციოდ აღებული ნედლეულის მასა, გ.



კატექინების საკალიბრო მრუდი

8. ორგანული მჟავების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით (აღწერილია შესაბამის თავში);
9. საკვლევ ნივთიერებათა რაოდენობრივი და თვისობრივი ანალიზი მაღალი წნევის სითხოვანი ქრომატოგრაფირების მეთოდით (აღწერილია შესაბამის თავში);
10. ჯამური მონომერული ანტოციანების განსაზღვრის pH დიფერენცირებული მეთოდი – AOAC Official Method 2005.02 Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content
11. ლიპიდური კომპლექსის განსაზღვრა აირ-ქრომატოგრაფიული (GC)მეთოდით (GC Thermo) (აღწერილია შესაბამის თავში);
12. სტატისტიკური ანალიზი: თითოეულ მონაცემზე გამოთვლილი იქნა სტანდარტული ცდომილება Excel-ის პროგრამის გამოყენებით. სარწმუნოების კოეფიციენტი  $p \leq 0.05$ .

### თავი 3. ტყემლის ნაყოფის ორგანული მჟავებისა და ნახშირწყლების HPLC-UV, IR, UPLC PDA-MS მეთოდებით კვლევა

#### 3.1. ტყემლის ნაყოფის ორგანული მჟავებისა და ნახშირწყლების HPLC-UV, IR, UPLC PDA-MS მეთოდებით კვლევა

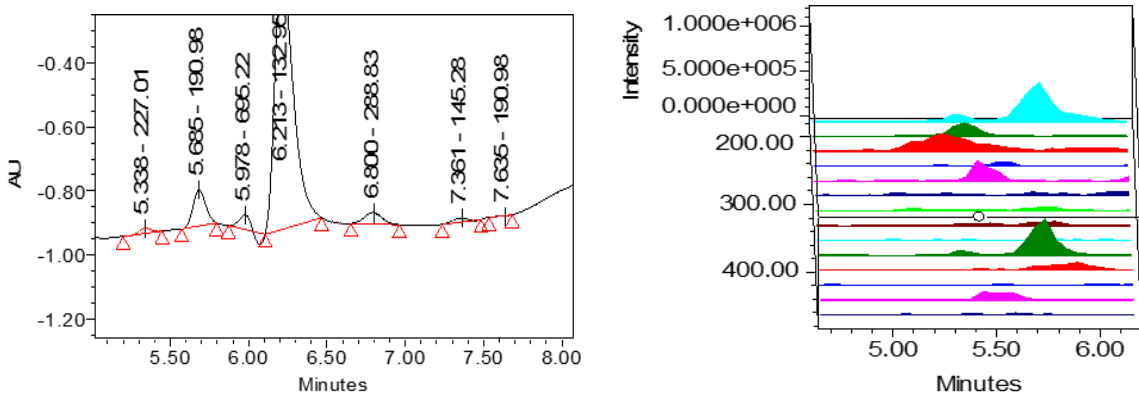
ორგანული მჟავები - ორგანულ ნაერთთა დიდი ჯგუფია, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. ისინი მცენარეებში წარმოიქმნება ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა ეტაპზე და წარმოადგენენ შაქრების არასრული დაჟანგვის პროდუქტებს. ამასთან ისინი ასევე წარმოადგენენ ძირითად სამშენებლო მასალას ნახშირწყლების, ამინომჟავების, ლიპიდების და სხვა ნაერთების სინთეზისათვის. ორგანული მჟავები გვხდება უჯრედულ წვენიში, როგორც თავისუფალი, ასევე მარილებისა და ეთერების (სპირტებთან ერთად) სახით. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ვაშლისა და ლიმონის მჟავა.

მცენარეებში ორგანული მჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც მჟავიანობა გავლენას ახდენს არა მარტო გემოს ჩამოყალიბებაზე, არამედ განსაზღვრავს ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების მიმართულეობასა და მიმდინარეობის სიჩქარეს ნედლეულის შენახვისა და გადამუშავების პროცესში.

ორგანული მჟავების კვლევისას საზღვრავენ: საერთო ანუ ტიტრულ მჟავიანობას და აქტიურ მჟავიანობას ანუ წყალბად იონების კონცენტრაციას, ასევე ზოგიერთ პროდუქტში მქროლავი მჟავების შემცველობას.

მჟავათა ანალიზისათვის აუცილებელია ნედლი, სწრაფად გაყინული ან გამშრალი ნიმუშის ექსტრაქცია. თუმცა, ოთახის ტემპერატურაზე ნიმუშის გამრობისას ადგილი აქვს მჟავების რაოდენობრივ შემცირებას ნედლეულის სუნთქვის ხარჯზე, ასევეა დანაკარგი მაღალი ტემპერატურის პირობებში შრობისას, რადგანაც ადგილი აქვს მქროლავი მჟავების ან მათი ეთერების აორთქლებასა და მჟავების ურთიერთ გარდაქმნას. ყოველი აღნიშნულის გათვალისწინებით აუცილებელია ნედლეულის სწრაფი ფიქსაცია  $120^{\circ} - 150^{\circ} \text{C}$  - ზე საშრობ კარადაში 15 – 20 წუთის განმავლობაში და შემდგომი შრობა  $50-60^{\circ} \text{C}$  -ზე. ორგანული მჟავების უფრო ნატიფი და ღრმა კვლევისათვის აუცილებელია საკვლევი ნიმუშის თხევადი აზოტით ფიქსაცია და შემდგომ ლიოფილურად შრობა.

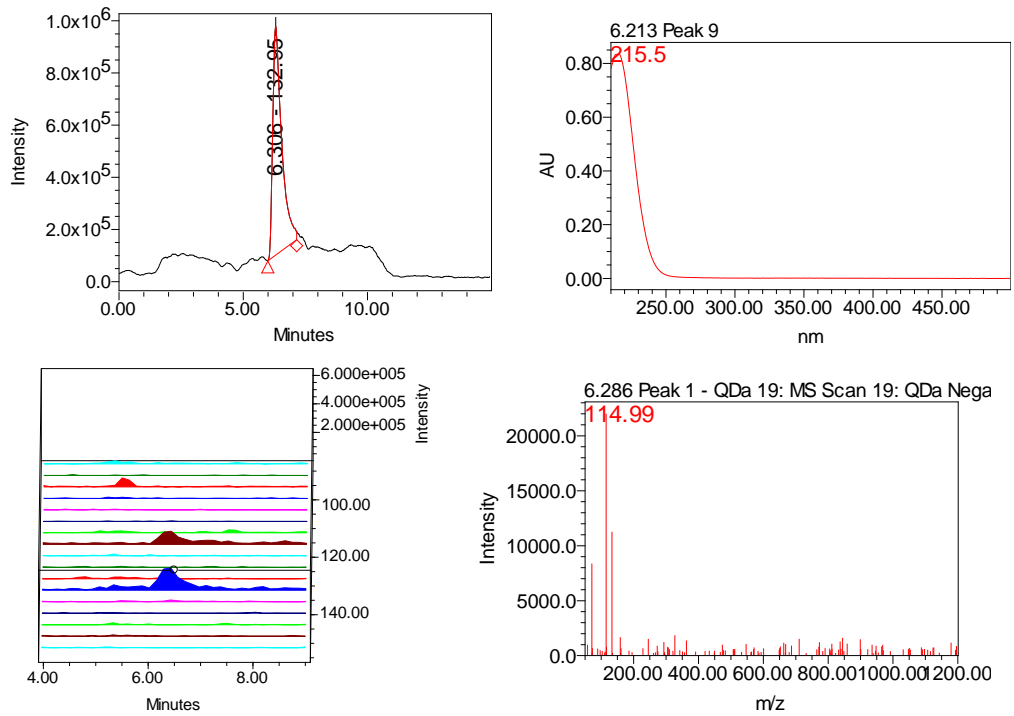
ტყემლის ნაყოფის ექსტრაქტების კონცენტრატების მყარფაზიანი ექსტრაგირებას ვახდენდით სვეტზე SPE-C18 (Waters). გააქტიურებულ სვეტში ნიმუშების შეტანის შემდეგ მიღებული ელუანტები ძირითადად შეიცავს ორგანულ მჟავებს და ნახშირწყლებს. ორგანული მჟავების იდენტიფიკაცია ჩატარდა UPLC PDA-MS ქრომატოგრაფირების მეთოდებით. გამოყენებული იქნა ანალიზური სვეტი (Phenyl 3.5 $\mu$ m, 4.6 x 150mm), გამხსნელთა სისტემა 0.1 % დეიონიზირებული წყალი, აცეტონიტრილი (Acetonitrile) გარდიენტში. რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა ქრომატოგრაფიული მეთოდი UV-Vis 2489 დეტექტორით. ხოლო ნახშირწყლების რაოდენობრივი შემცველობის კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მაღალ ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფირება (HPLC)- Waters (RI დეტექტორი, Binary HPLC Pump 1525).



სურ. 1 ტყემლის ნაყოფის ექსტრაქტების UPLC-PDA-MS სპექტრი

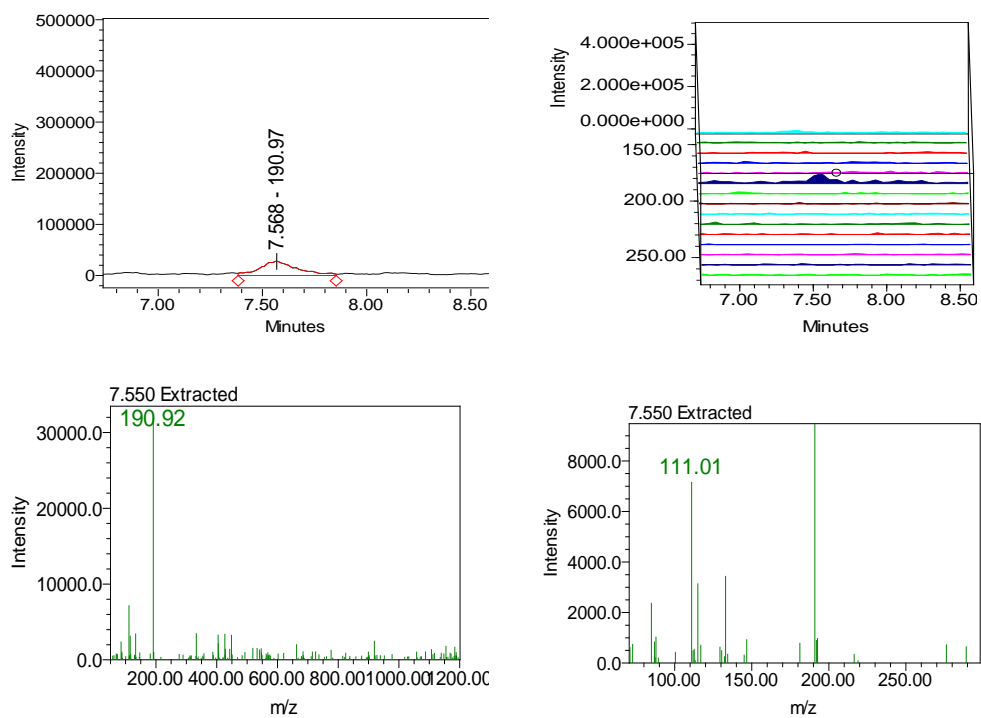
ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისა და რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა ჩვენს ხელთ არსებული სტანდარტული ნაერთები (ლიმონის, ვაშლის, ღვინის მჟავები, გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზას საკალიბრო მრუდები იქნა აგებული) და ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზა, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემები.

ნივთიერება 1-[M-H - ] - m/z 132.93 დომინანტი ნაერთია. მისი ფრაგმენტაციის შედეგი ფსევდო ნაერთია m/z 114.99. შეკავების დრო 6.286 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV- 215.5 nm. სტანდარტულ ნაერთთან (ვაშლმჟავა Malic acids (Sigma-Aldrich) და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 1 შეესაბამება ვაშლმჟავას (Malic acids).



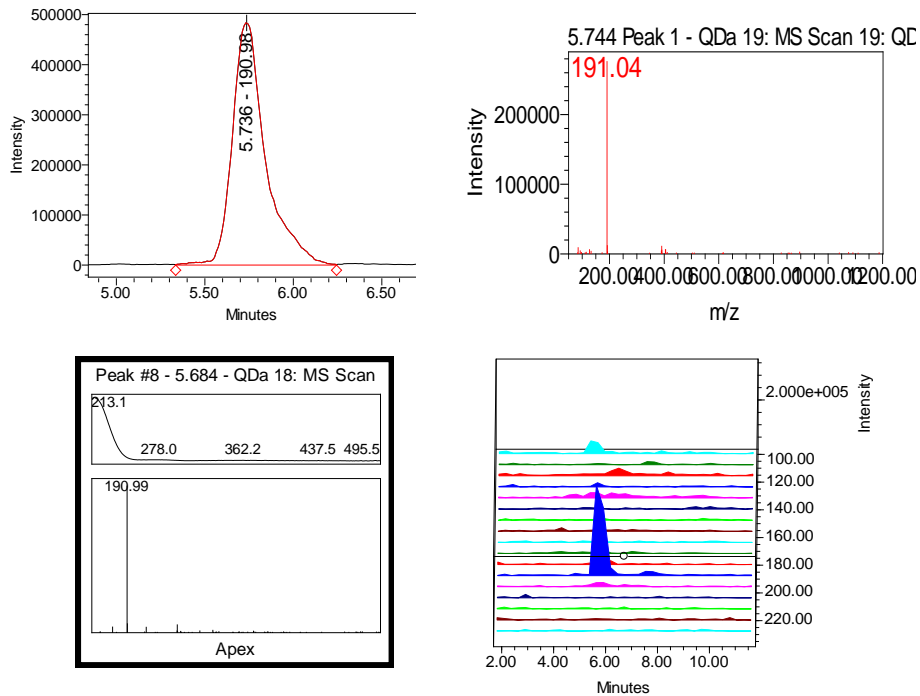
სურ. 2 ნივთიერება 1--ის UPLC-PDA-MS სპექტრი m/z 132.95

ნივთიერება 2 -[M-H - ] - m/z 190.93 ფრაგმენტაციის შედეგი m/z 111 პიკია. შეკავების დრო 7.568 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV- 210.7 nm. სტანდარტულ ნაერთთან და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 2 შეესაბამება ლიმონის მჟავას



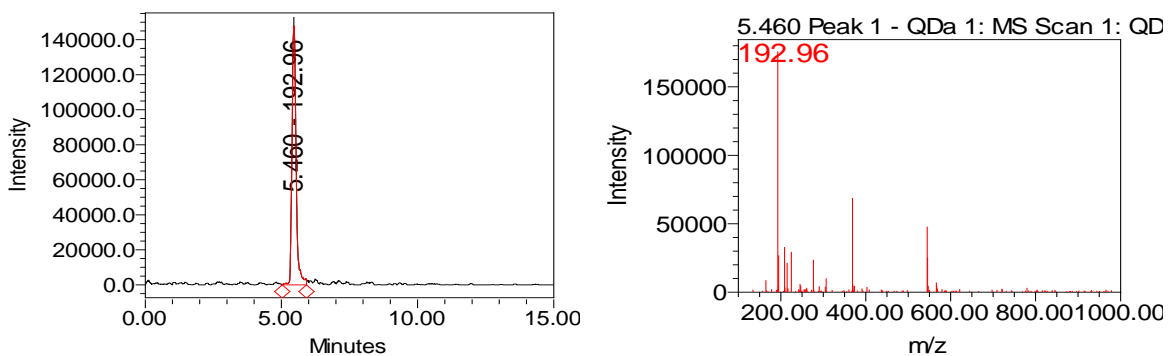
სურ. 3. ნივთიერება 1--ის UPLC-PDA-MS სპექტრი m/z 190.97

ნივთიერება 3 -[M-H - ] - m/z 190.98 ფრაგმენტაციის შედეგი m/z არ ჩანს. შეკავების დრო 5.744 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV- 213.1 nm. სტანდარტულ ნაერთთან და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 3 შეესაბამება Quinic acids (C7H12O6)



სურ. 4 ნივთიერება 3--ის UPLC-PDA-MS სპექტრი m/z 190.9

ნივთიერება 4 [M-H - ] - m/z 192.96 ტყემლის პექტინის ჰიდროლიზის შემდგომ ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5,460, შთანთქმის მაქსიმუმი უ.ი. სპექტრში არ ჩანს. METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 4 შეესაბამება გალაქტურონის მჟავას, მოლეკულური მასით 194.14 გ / მოლი ( $\alpha$ -D-Galacturonic acid C6H10O7).



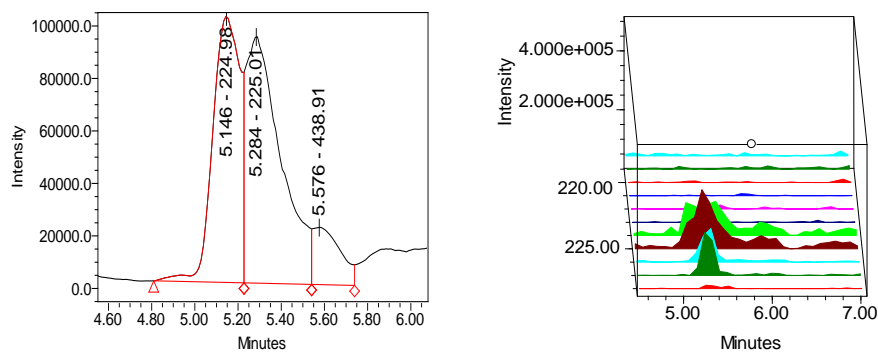
სურათი 5: ნივთიერება 4-ის UPLC-MS სპექტრი

ტყემლის წვენში იდენტიფიცირებული იქნა 4 კარბონმჟავა: ვაშლმჟავა, ქუინის მჟავა, ლიმონმჟავა და გალაქტურონის მჟავა.



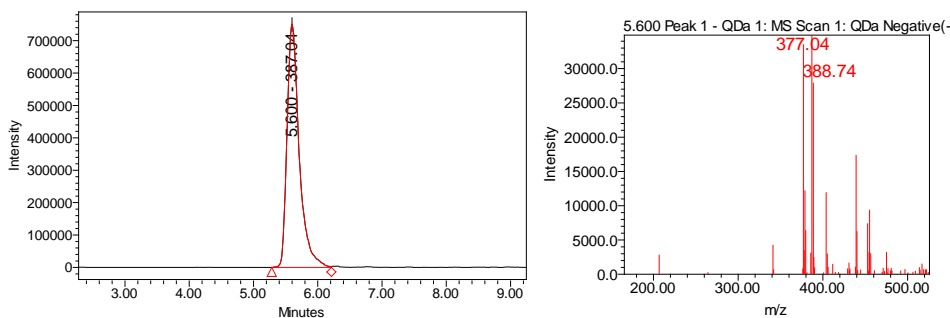
ნივთიერება 5  $-\text{[M-H]}^-$  -  $m/z$  179.06, მაგრამ ჭიანჭველმჭავას მიერთების შედეგად წარმოიქმნება ფსევდო მოლეკულა  $m/z+\text{F.A.}$  224.98. ქრომატოგრამაზე შეკავების დრო 5.146 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV სპექტრზე არ ჩანს. სტანდარტულ ნაერთთან და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შედარებით, ნივთიერება 5 შეესაბამება გლუკოზას.

ნივთიერება 6  $-\text{[M-H]}^-$  -  $m/z$  178.92, მაგრამ ჭიანჭველმჭავას მიერთების შედეგად წარმოიქმნება ფსევდო მოლეკულა  $m/z+\text{F.A.}$  225.01, ხოლო ქლორის იონთან მიერთების შედეგად წარმოიქმნება  $m/z+\text{Cl}$  214.87. შეკავების დრო 5.284 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV სპექტრზე არ ჩანს. სტანდარტულ ნაერთთან და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 6 შეესაბამება ფრუქტოზას.



სურ. 6 ნივთიერება 5 და 6-ის UPLC-MS სპექტრი

ნივთიერება 7  $-\text{[M-H]}^-$  -  $m/z$  341.10, მაგრამ ჭიანჭველმჭავას მიერთების შედეგად წარმოიქმნება ფსევდო მოლეკულა  $m/z+\text{F.A.}$  387.04, ხოლო ქლორის იონთან მიერთების შედეგად წარმოიქმნება  $m/z+\text{Cl}$  377.04. შეკავების დრო 5.600 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმი UV სპექტრზე არ ჩანს. სტანდარტულ ნაერთთან და METLIN ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 7 შეესაბამება საქაროზას.



სურ.7 ნივთიერება 7-ის UPLC-MS სპექტრი  $m/z$  387.04

ტყემლის წვენიში იდენტიფიცირებული იქნა 3 დომინანტი ნახშირწყალი: გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა.

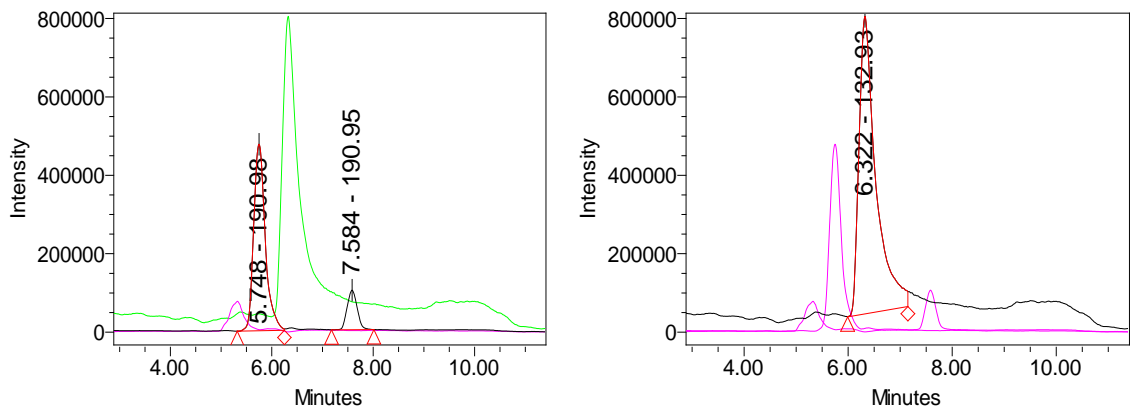
### 3.2. ორგანული მჟავების კვლევა HPLC-ის მეთოდით

კარბომჟავების იდენტიფიკაციის შემდეგ მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირების მეთოდით წვენებში განსაზღვრულ იქნა დომინანტი ნივთიერების ვაშლმჟავას, ასევე L- ასკორბინის მჟავას და ლიმონმჟავას შემცველობა. ქრომატოგრაფირებისათვის ნიმუშები მომზადდა შემდეგი წესით; პექტინის დასალექად ნაყოფის წვენს 1:1 თანაფარდობით ემატება ეთანოლი (96%-იანი). ცენტრიფუგირების შემდეგ ნიმუში 1:1 თანაფარდობით ერევა მოძრავ ფაზას-0,1% ფოსფორმჟავას. ინჟექტირებამდე ნიმუში იფილტრებოდა 0,45 მკრ ზომის ფილტრში. ქრომატოგრაფიული ანალიზი მიმდინარეობდა UV-Vis 2489 დეტექტორით L- ასკორბინის მჟავასათვის 254 ნმ-ზე, ლიმონმჟავასათვის 214 ნმ-ზე, დაყოფისათვის გამოყენებულ იქნა Shodex -ის ფორმის სვეტი - KC - 811 და მოძრავ ფაზას წარმოადგენდა 0,1% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. ასევე რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა UPLC -MS დეტექტირება.

კარბონ მჟავათა რაოდენობრივი გაანგარიშება ხორციელდება საკალიბრო მრუდის მიხედვით, ნიმუშის მომზადებისას გამოყენებული განზავებების გათვალისწინებით.

საკალიბრო მრუდების დახასიათება ცხრილი

	Name	Time	R	R <sup>2</sup>	Standard Error	Equation	X-axis	Y-axis	Units
1	Oxalic Acid	2.337	0.997572	0.995150	4.046815e+004	Y = 1.48e+007 X + 1.28e+004	Amount	Area	g/L
2	Tartaric Acid	2.635	0.999497	0.998994	2.405589e+004	Y = 3.46e+006 X + 9.82e+003	Amount	Area	g/L
3	Malic Acid	3.108	1.000000	1.000000	0.000000e+000	Y = 3.97e+006 X + 5.82e-011	Amount	Area	g/L
4	L-Ascorbic Acid	3.446	0.999994	0.999987	4.102706e+003	Y = 2.86e+007 X + 1.67e+003	Amount	Area	g/L
5	Citric Acid	5.130	0.999894	0.999789	6.100186e+003	Y = 2.02e+006 X + 2.49e+003	Amount	Area	g/L



სურათი 8. ტყემლის წვენი ორგანული მჟავების საერთო ქრომატოგრამა

სხვადასხვა ჯიშის ტყემლის ნაყოფში და წვენში ორგანულ მჟავათა შემცველობა  
 სხვადასხვა ჯიშის ტყემლის ნაყოფის წვენში ორგანულ მჟავათა შემცველობა  
 ცხრილი 3

ნიმუშის დასახელება	ქვინის მჟავა Quinic acid %	ლიმონმჟავა Citric acid %	ვამლმჟავა Malic acid %	ტიტრული მჟავიანობა, %
ახალციხურა. ქედა	0.78±0.023	0.01±0.0003	2.18±0.065	3.3±0.099
აჭარული ვარდისფერი. გონიო	0.64±0.020	0.03±0.0009	2.21±0.070	3.2±0.102
წითელი დროშა გონიო	0.48±0.016	0.06±0.0002	2.52±0.085	3.4±0.115
გაზაფხულის მერცხალი	1.04±0.037	0.02±0.0007	2.10±0.079	3.5±0.126
მირაბელა	0.42±0.015	0.09±0.003	2.55±0.096	3.4±0.129
წითელი დროშა.ხულო	0.53±0.021	0.03±0.001	2.32±0.092	3.2±0.112
ველური.წითელი მწვანე ფოთლით	0.78±0.023	0.01±0.0003	2.18±0.065	3.3±0.099

ჩვენს მიერ შესწავლილ ყველა შემთხვევაში ორგანულ მჟავათა საერთო რაოდენობა (ტიტრული მჟავიანობა) საკმაოდ მაღალია და 3.2 %-დან 5.5 %-მდეა. ყველა შემთხვევაში დომინანტი მჟავა ვამლმჟავაა (1.89%-დან 2.59%-მდე). ორგანული მჟავების შემცველობის მე-5-ზე მეტი ქუინის (ქინაქინის) მჟავაზე მოდის (0.8%-დან 1.06%-მდე). რაოდენობრივად ყველაზე მცირე ტყემლის ნაყოფში ლიმონის მჟავაა (0.01%-დან 0.06%-მდე).

### 3.3. ტყემლის წვენის ნახშირწყლების კვლევა HPLC-ის მეთოდით

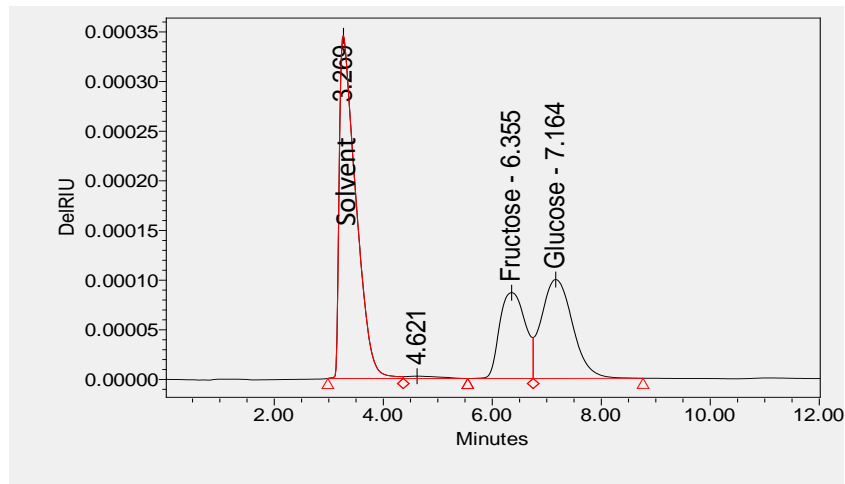
ნახშირწყლების რაოდენობრივი შემცველობის კვლევისათვის გამოყენებული იქნა მაღალ ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფირება (HPLC)- Waters (RI დეტექტორი, Binary HPLC Pump 1525), ქრომატოგრაფიული სვეტი amide (250 მმ 4,5 მმ) და Carbohydrate, სვეტის ტემპერატურა 40°C ელუენტი 80 %-იანი აცეტონიტრილი (Merck; Sigma-Aldrich), დეტექტირება RI. ქრომატოგრაფირებისათვის ნიმუშები მომზადდა შემდეგი წესით; პექტინის და სხვა კოლოიდური ნაერთების დასაღეჭად წვენს 1:1 თანაფარდობით ვამატებდით 96%-იან ეთანოლს. ცენტრიფუგირების შემდეგ ნიმუშს 1:1 თანაფარდობით ვურევდით მოძრავ ფაზას-80 %-იან აცეტონიტრილს. ინჟექტირებამდე ნიმუში იფილტრებოდა 0,45მკრ ზომის ფილტრში. ტყემლის ჯიშებში (წვენში) ნახშირწყლებიდან რაოდენობრივად განსაზღვრული იქნა დომინანტი გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა.

ნახშირწყლების რაოდენობრივი გაანგარიშება განვახორციელეთ საკალიბრო მრუდის მეშვეობით, ნიმუშის მომზადებისას გამოყენებული განზავებების გათვალისწინებით.

ნახშირწყლების საკალიბრო მრუდების აღწერა

ცხრილი 4

	Name	Time	R	R <sup>2</sup>	Standard Error	Equation
1	Fructose	4.344	0.999791	0.999582	1.577167e+004	Y = 4.36e+005 X + 6.44e+003
2	Glucose	5.351	0.999930	0.999860	2.187388e+004	Y = 8.71e+005 X + 8.93e+003
3	Sucrose	7.236	0.999894	0.999788	2.178549e+004	Y = 8.47e+005 X + 8.89e+003
4	Maltose	8.640	0.999877	0.999753	1.705166e+004	Y = 6.14e+005 X + 6.96e+003
5	Lactose	9.352	0.999993	0.999987	4.040526e+003	Y = 6.23e+005 X + 1.65e+003



სურათი 9. ტყემლის წვენის ნახშირწყლების საერთო ქრომატოგრამა

ტყემლის წვენში ნახშირწყლების შემცველობა ცხრილი 5

	დასახელება	ფრუქტოზა მგ/მლ	გლუკოზა მგ/მლ	საქაროზა მგ/მლ	შაქრების ჯამი, მგ/მლ	brix
1	გაზაფხულის მერცხალი	1,4805±0.044	6,1155±0.207	0,018±0.0007	7,614±0.274	8,30±298
2	მირაბელა	1,701±0.054	6,767±0.236	0,2475±0.007	8,7155±0.305	9,6±0.336
3	აჭარული ვარდისფერი	1,5345±0.052	7,182±0.272	1,282±0.044	9,9985±0.319	10,5±0.339
4	წითელი დროშა.ხულო	0,4815±0.017	4,707±0.188	7,4115±0.281	12,6±0.453	12,7±0.406
5	წითელი დროშა გონიო	1,9035±0.072	6,29±0.201	0,774±0.024	8,9675±0.3587	9,9±0.336
6	ველური ტყემალი.გონიო	0,161±0.006	1,503±0.051	10,2735±0.359	11,9375±0.358	12,2±0.427
7	ახალციხურა	0,459±0.013	4,1895±0.150	5,534±0.199	10,1825±0.325	10,96±0.328
8	წითელი ველურ ტყემალი, ხულო	2,493±±0.079	5,497±0.208	1,7325±0.065	9,7225±0.330	10.7±0.374

ტყემლის ნაყოფში, როგორც წესი, დომინანტი ნახშირწყალი გლუკოზაა (6,7%-მდე), მისი შემცველობა თითქმის 2-ჯერ აღემატება ფრუქტოზის (2,5%-მდე) შემცველობას, ხოლო საქაროზა კი სხვადასხვა ჯიშში და ფორმაში განსხვავებულია. წითელფოთოლა წითელნაყოფა ჯიშებისათვის, მიუხედავად ნიმუშის აღების ადგილისა, დამახასიათებელი აღმოჩნდა საქაროზის მაღალი შემცველობა (60%-ზე მეტი).

ტყემლის ნაყოფის საერთო მჟავიანობა, ნახშირწყლები და შაქარ/მჟავა ინდექსი ცხრილი 6

№	ნიმუშის დასახელება მწიფე ნაყოფი	ტიტრული მჟავიანობა	ნახშირწყლების ჯამი	შაქარ/მჟავა ინდექსი
1	გაზაფხულის მერცხალი	3.2±0.096	7,614±0.228	2.38±0,11
2	ჩონატაური, ჯვარცხმა, წითელი ტყემალი	3.5±0.112	11,412±0.365	3,27±0.16
3	მირაბელა	3.3±0.118	9,7155±0.3303	2.94±0,14
4	აჭარული ვარდისფერი	3.2±0.121	9,9985±0.349	3.12±0,15
5	წითელი დროშა, ხულო	3.4±0.129	12,6±0.453	3.70±0,18
6	წითელი დროშა, გონიო	3.3±0.132	9,9675±0.378	3.02±0,15
7	წითელი ველური ტყემალი, ხულო	3.2±0.102	11,9375±0.453	3.73±0,19
8	ახალციხურა	3.3±0.112	10,1825±0.346	3.39±0,17
9	წითელი ველური ტყემალი.ლიკანი	3.2±0.115	20,7225±0.621	6.47±0,32

კარბონმჟავათა შემთხვევაში რაოდენობრივი თვალსაზრისით დომინანტი აღმოჩნდა ვაშლმჟავა, რომელიც ყველა შემთხვევაში ორგანულ მჟავათა მთლიანი შემცველობის 65%-ს აღემატებოდა. ქვინის მჟავას მაჩვენებელი 0,5-დან 1,0%-მდე მერყეობს. რაც შეეხება ლიმონის მჟავას ორგანულ მჟავათა საერთო რაოდენობის მხოლოდ 3-4%-მდეა და მისი შემცველობა 0,01%-დან 0,09%-მდე მერყეობს (ნედლი მასის).

ნაყოფის მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური მახასიათებელი შაქარ/მჟავა ინდექსი საკმაოდ დაბალია და იშვიათად აღემატება 3-ს.

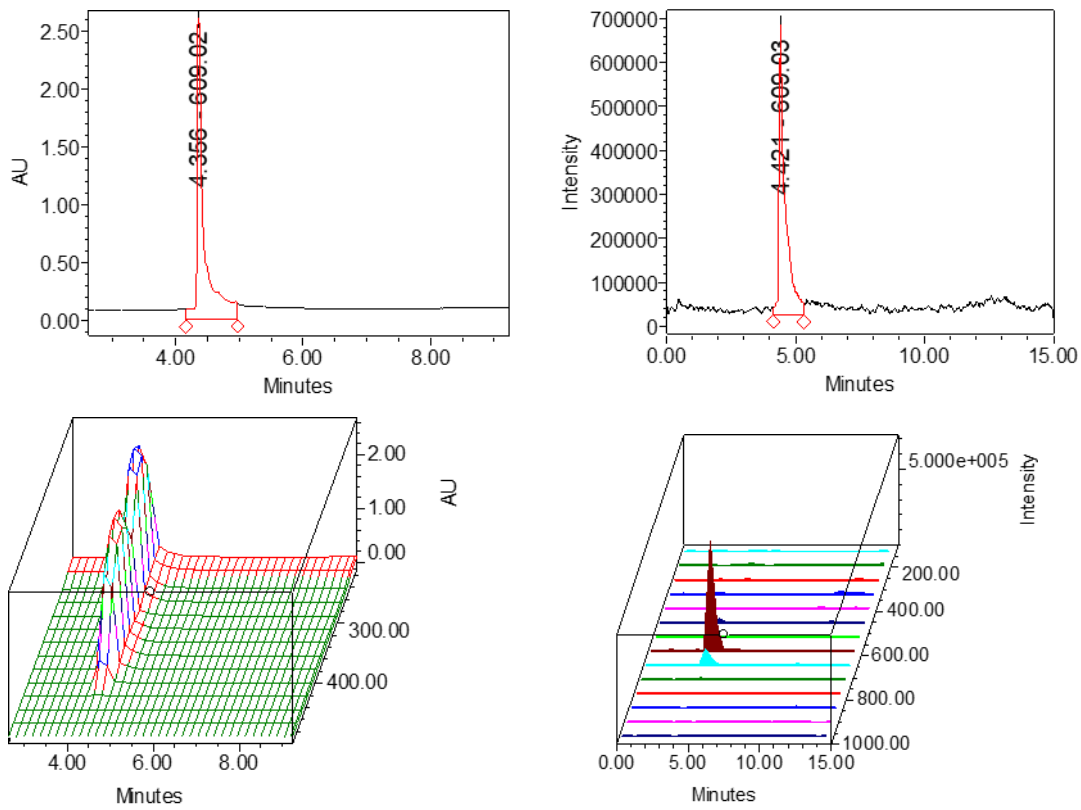
### თავი 3.4. ტყემლის ზოგიერთი ანტოციანური ნაერთის UPLC PDA-MS მეთოდით

#### კვლევა

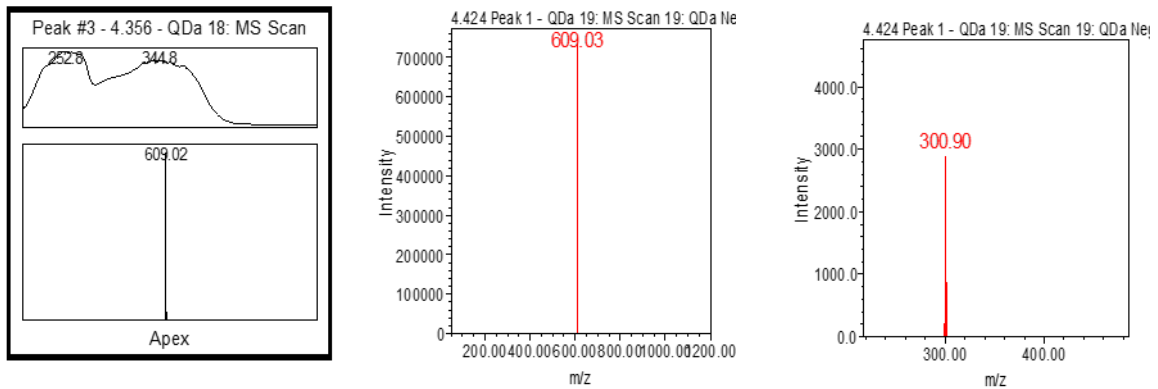
ტყემლის ნაყოფის ექსტრაქტების მომზადება ხდებოდა სქემის მიხედვით. ქრომატოგრაფიულ დაყოფამდე ვახდენდით ნიმუშის მომზადებას ქრომატოგრაფირებისათვის მყარ ფაზოვანი ექსტრაქციით (Waters), რაც მოიცავს ნიმუშის დატანას სვეტზე (SPE-C18) ნიმუშების დატანამდე ვახდენდით სვეტის აქტივაციას მეთანოლით. შემდეგ გააქტიურებულ სორბენტს ვაწონასწორებდით გამოხდილი წყლით. მხოლოდ ამის შემდეგ დაგვქონდა კატრიჯზე ნიმუში ვაკუუმის მეშვეობით. შემდეგ ეტაპზე ვახდენდით სორბენტიდან წყლით ელუირებადი ნაერთების მიღებას და საჭიროების შემთხვევაში კონცენტრირებას. არა ანტოციანური ფენოლური ნაერთების ელუირებას ვახდენდით ეთილაცეტატით (შემდგომი კონცენტრირება ვაკუუმში ამოშრობამდე) და ანტოციანების ელუირებას 0.1%-იანი მარილმჟავათი შემჟავებული მეთანოლით. ინდივიდუალური ნაერთების გამოსაყოფად გამოყენებული იქნა სვეტის და მაღალეფექტური პრეპარატული სვეტით ქრომატოგრაფირება (Waters C18 10 მმ x 250 მმ) ულტრაიისფერი და ხილული არის დეტექტირებით. ინდივიდუალური ნაერთების იდენტიფიკაცია კი ხდებოდა ულტრა ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფირებით (UPLC) ფოტოდოდური მატრიცის (PDA) და მას (MS) დეტექტორებით. ნაერთების რაოდენობრივ ანალიზს ვატარებდით UPLC-PDA-MS, HPLC-UV, Vis დეტექტირების გამოყენებით.

ნაერთების იდენტიფიკაციისათვის მნიშვნელოვანია მათი ფრაგმენტაცია და ასევე მათი მასების ცვლილება (იონთა მიმატების ხარჯზე) და შთანთქმის მაქსიმუმების მნიშვნელობა UV არეში.

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისა და რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებული იქნა ჩვენს ხელთ არსებული სტანდარტული ნაერთები (რუთინი და ქლოროგენის მჟავა-Sigma-Aldrich) და ნივთიერებათა მასის <https://metlin.scripps.edu> თავისუფალი ბაზა, ასევე რეცენზირებული ლიტერატურული გამოცემების მონაცემები. შესაძლებელი გახდა რამდენიმე ნაერთის იდენტიფიკაცია.



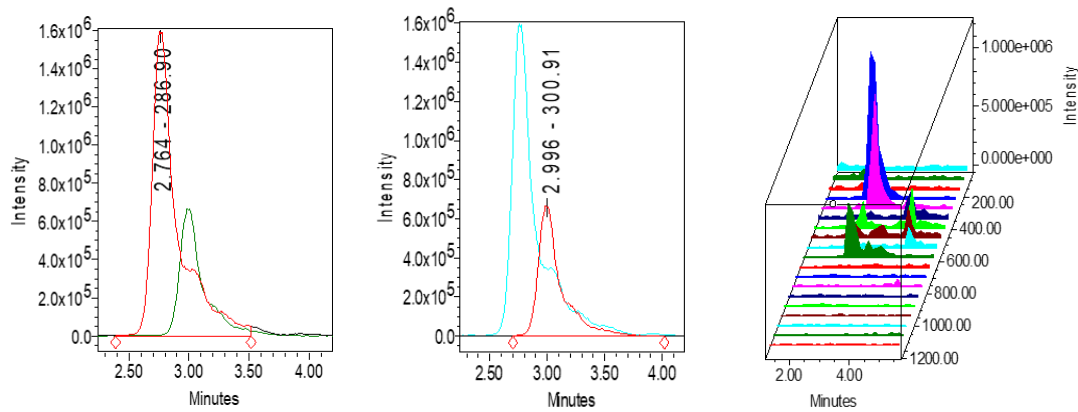
სურათი 10. სტანდარტული რუთინის UPLC-PDA-MS საერთო ქრომატოგრამები და მათი 3D ფორმატი



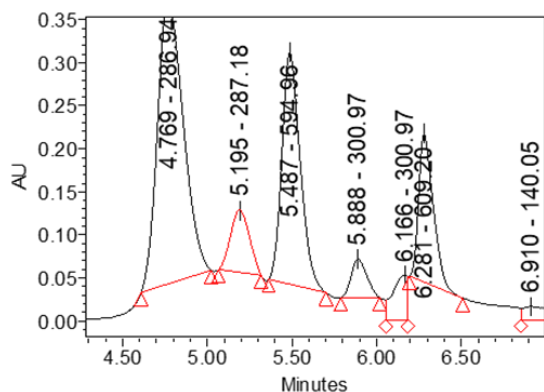
სურათი 11. სტანდარტული რუთინის UPLC-PDA-MS  $\lambda_{max}$  -344.8; M/Z (M-H) 609.03 (fr 300.9).

ქრომატოგრამაზე (სურ.11) სულ მცირე 3 დომინანტი ნაერთი და 3 თანაური ნაერთი ჩანს. ნაერთების იდენტიფიკაციის ჩატარებამდე მოვახდინეთ დომინანტი ნაერთების გამოსაყოფად ქრომატოგრაფირება HPLC -UV-Vis მეთოდით პრეპარატიული სვეტების (Waters C18 10X250 mm 5.0  $\mu$ m) გამოყენებით. მიღებული იქნა 3 ძირითადი ნაერთების ფრაქცია, რომელთა ქრომატოგრაფირება დადებითი იონიზაციით 2 დომინანტ ნაერთს აგლიკონებს M/Z (M+H)-286.90 და M/Z (M+H) 300.91 გვაძლევს (სურ.12)

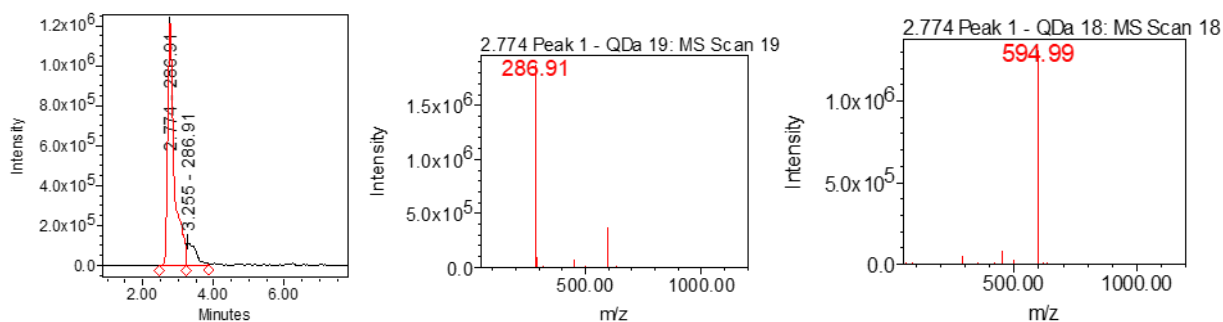




სურათი 12. ფრაქცია 3 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H)



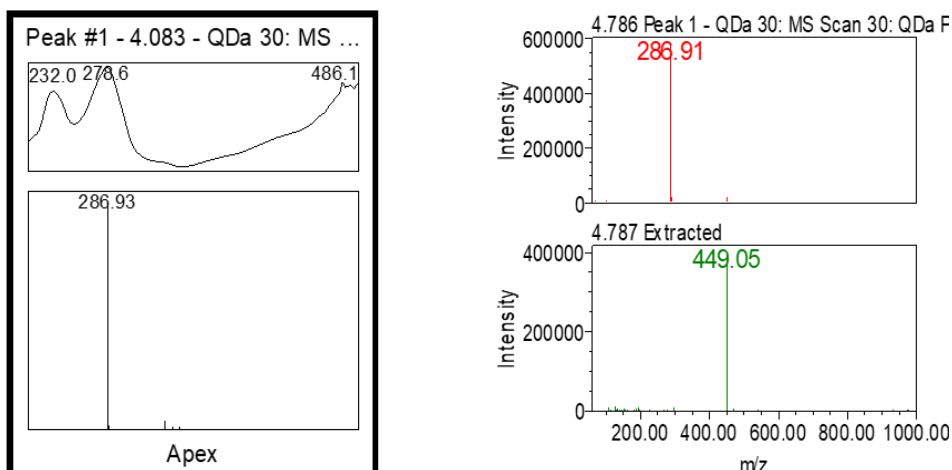
სურათი 13. ფრაქცია 3 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).



სურათი 14. ფრაქცია 3 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

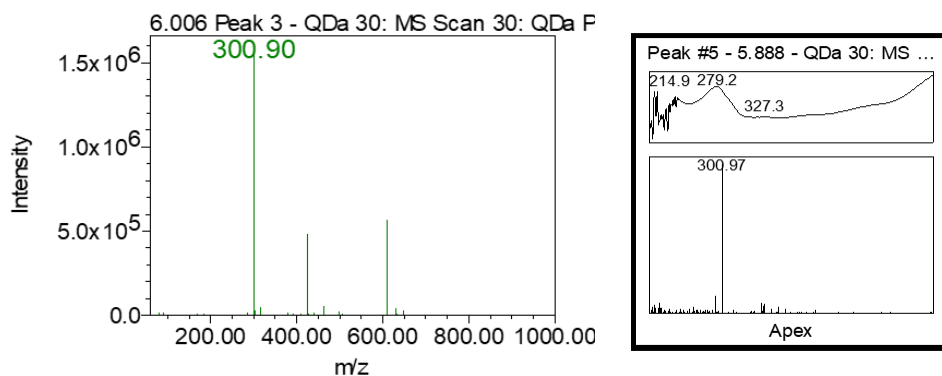
ნივთიერება 8 [M+H] - m/z 289.90 (M-H-284.91) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 2.764, შთანთქმის მაქსიმუმით 279.8 ნმ და 500ნმ-ზე მეტი (სამწუხაროდ PDA ვერ უზრუნველყოფს 500 ნმ-ზე მეტ ჩვენებას, მაგრამ გამოყენებული იქნა ფრაქციათა სკანირება სპექტროფოტომეტრზე (Mettled Toledo UV 5 Bio), სადაც ჩვენება 519 ნმ. სხვა შემთხვევებშიც ნაჩვენები იქნება ამ გზით მიღებული შედეგები). მიღებული შედეგების, ასევე METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 8 შეესაბამება ციანიდინს, მოლეკულური

მასით 287.24 გ / მოლი (1-Benzopyrylium, 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-, chloride; 2-(3,4-Dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-1-benzopyrylium) (C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>O<sub>6</sub>).



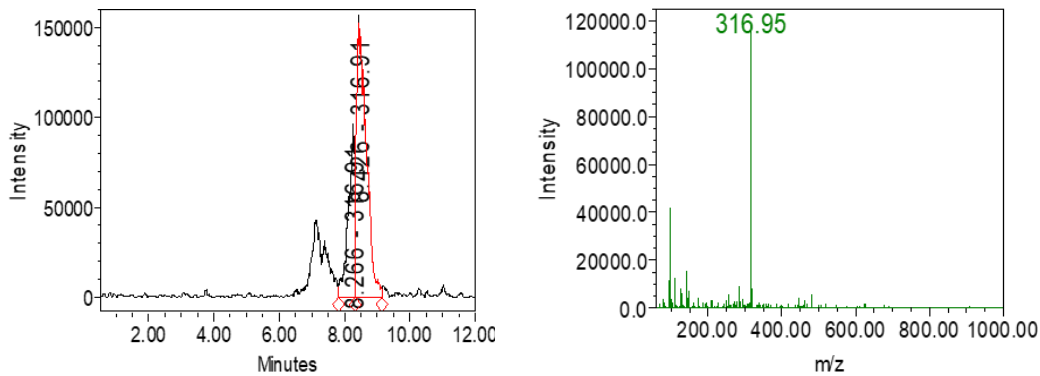
სურ15. UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

ნივთიერება 9 [M+H] - m/z 300.91 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 2.764წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282,95მ და 518.35მ. მიღებული შედეგების, ასევე METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 9 შეესაბამება პეონიდინს, მოლეკულური მასით MW: 301.27გ/მოლი (2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)chromenylium-3,5,7-triol) (C<sub>16</sub>H<sub>13</sub>O<sub>6</sub>+).



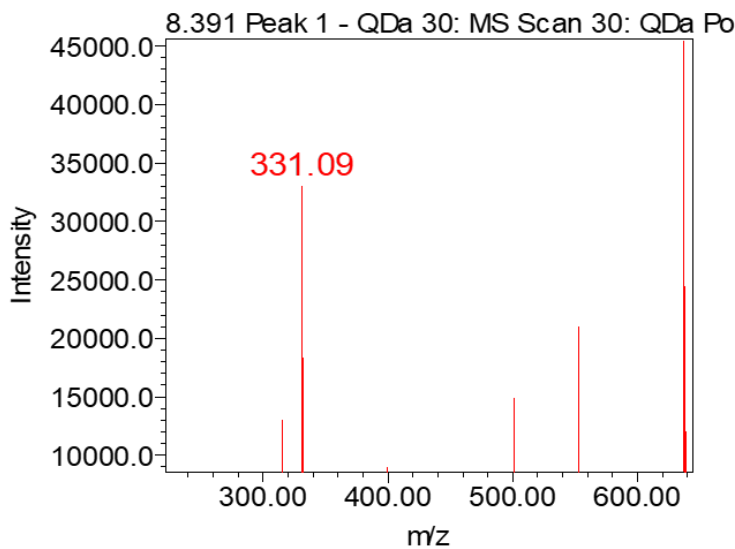
სურ16. UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

ნივთიერება 10 [M+H] - m/z 316.95 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 8.511წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282,85მ და 518.3 ნმ. მიღებული შედეგების, ასევე METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 10 შეესაბამება პეტუნიდინს, მოლეკულური მასით MW: 317.065 გ/მოლი (2-(3,4-Dihydroxy-5-methoxyphenyl)-3,5,7-trihydroxychromenium) (C<sub>16</sub>H<sub>13</sub>O<sub>7</sub>).



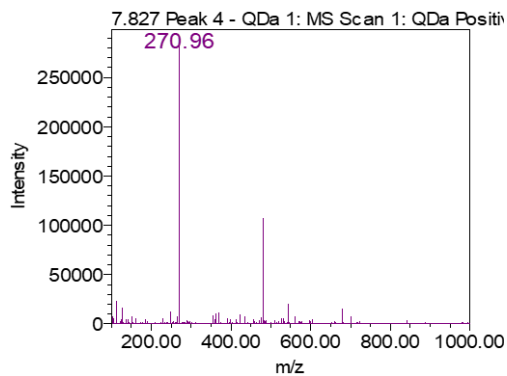
სურ17. UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

ნივთიერება 11. [M+H] - m/z 331.95 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 8.391 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282,7ნმ და 518.4ნმ. მიღებული შედეგების, ასევე METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 10 შეესაბამება პეტუნინდინს, მოლეკულური მასით MW: 331.081 გ/მოლი (2-(4-hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl)chromenylium-3,5,7-triol) (C<sub>17</sub>H<sub>13</sub>O<sub>7</sub>).



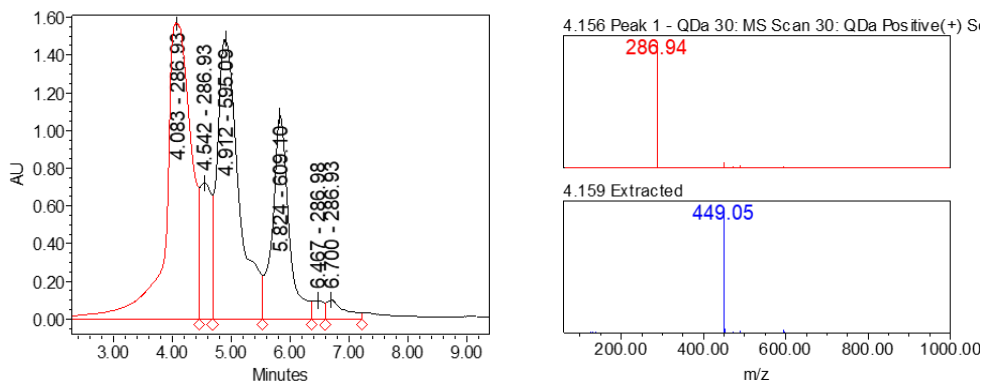
სურ18. UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

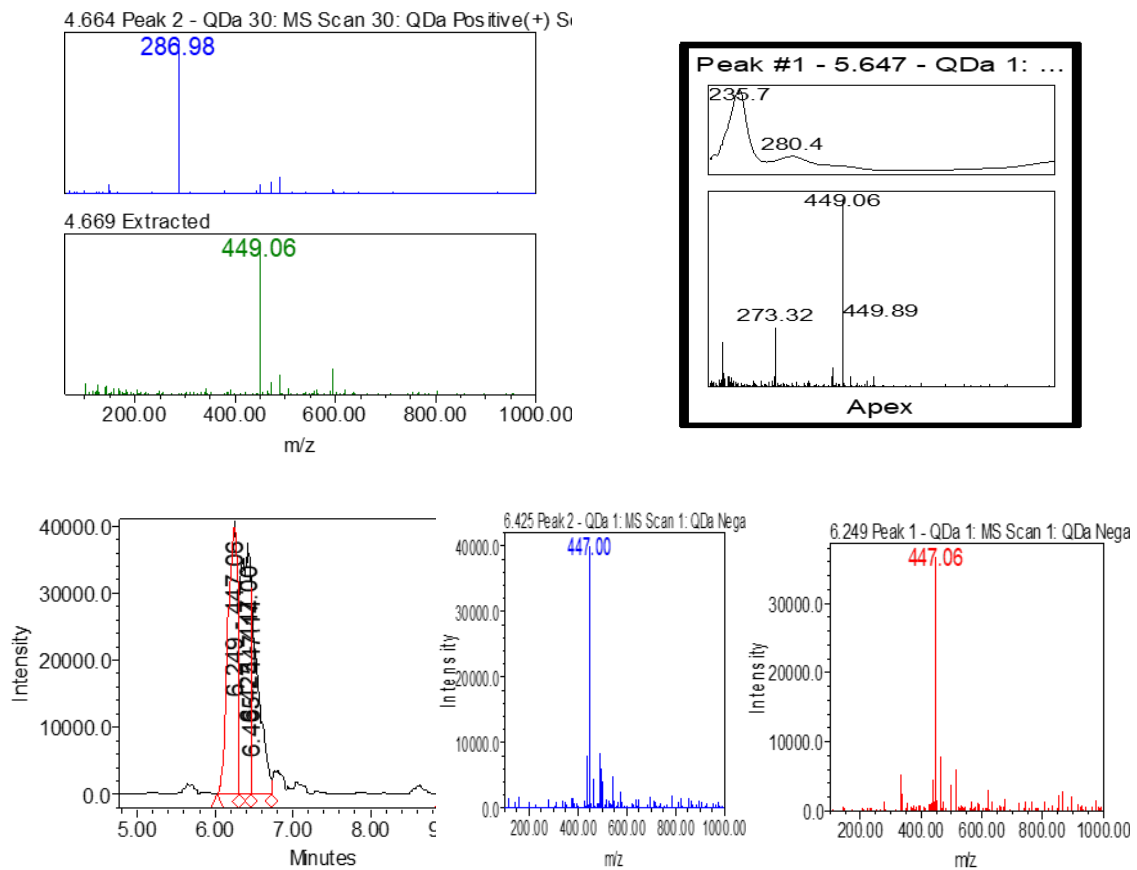
ნივთიერება 12 [M+H] - m/z 331.95 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 8.391 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282,7ნმ და 518.4 ნმ, მიღებული შედეგების, ასევე METLIN (<https://metlin.scripps.edu>) ნაერთების მასების ბაზის შესაბამისად ნივთიერება 10 შეესაბამება პეტუნინდინს, მოლეკულური მასით MW: 271.06 გ/მოლი (2-(4-hydroxyphenyl)chromene-3,5,7-triol) (C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>O<sub>5</sub>).



სურ19. UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H).

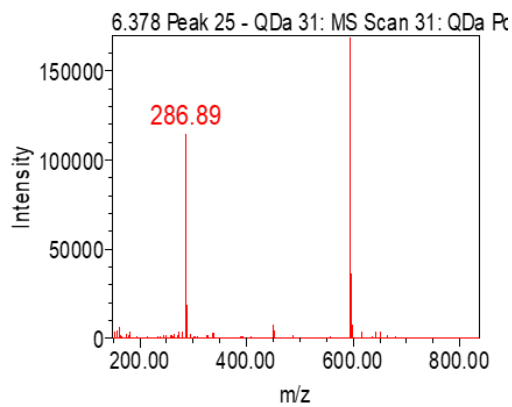
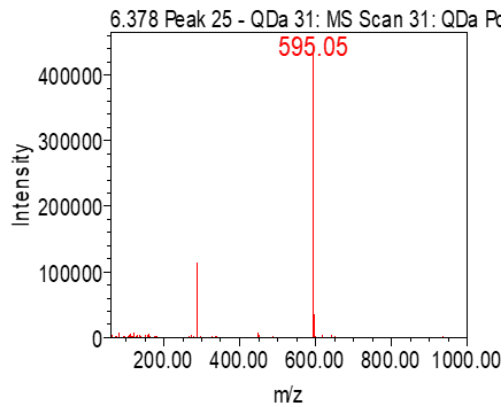
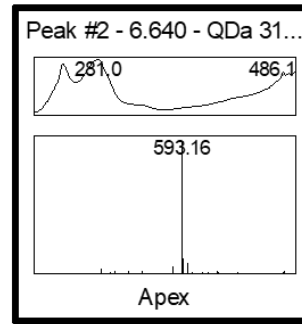
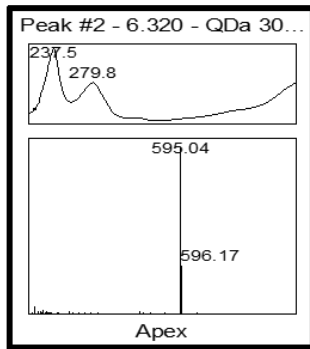
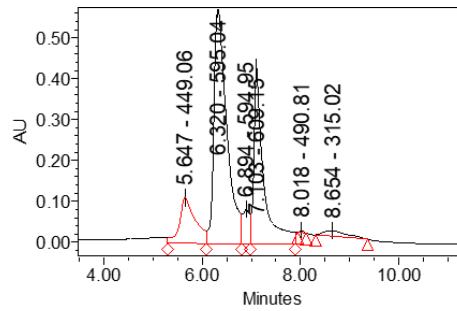
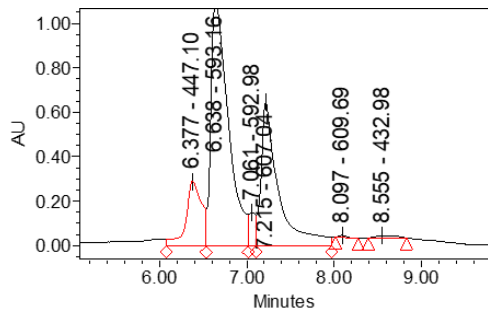
ნივთიერება 13,14 [M+H] - m/z 449.08 (447.10) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე სულ მცირე 2 ნაერთი შეკავების დროით 5.700 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 279.8ნმ და 518 ნმ. ფრაგმენტაციის შედეგად მიიღება m/z 286.92 (ციანიდინი). მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 13 შეესაბამება ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდს, მოლეკულური მასით MW: 449.4გ/მოლი, C<sub>21</sub>H<sub>21</sub>O<sub>11</sub>+ Cyanidin 3-O-galactoside (2S,3R,4S,5R,6R)-2-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxychromenylium-3-yl]oxy-6-(hydroxymethyl) oxane-3,4,5-triol). ხოლო ნივთიერება 14 შეესაბამება ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი მოლეკულური მასით MW: 449.4გ/მოლი, C<sub>21</sub>H<sub>21</sub>O<sub>11</sub>+Cyanidin 3-O-glucoside (2S,3R,4S,5R,6R)-2-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-chromen-3-yl]oxy-6-(hydroxymethyl)oxane-3,4,5-triol





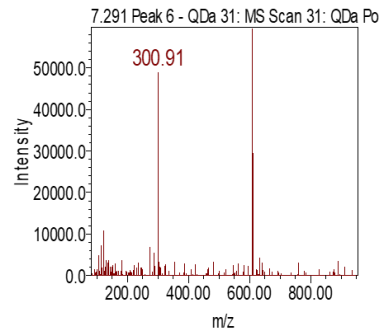
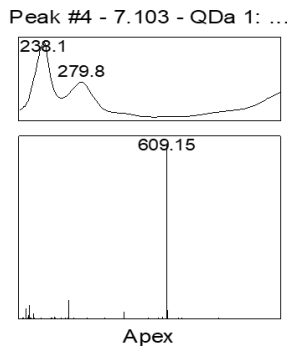
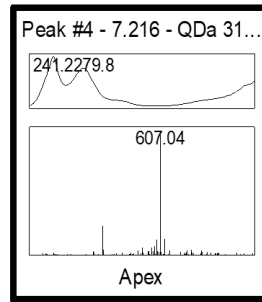
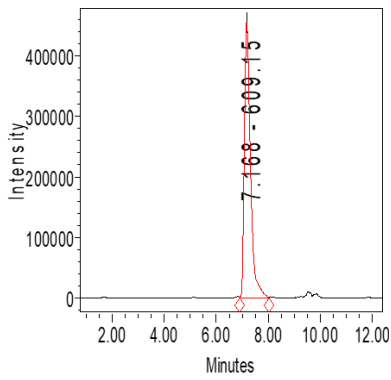
სურათი 20. ნივთიერება 13 და 14-ის UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H) და M/Z (M-H).

ნივთიერება 15;16 [M+H] - m/z 595.04 (593.16) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 6.320 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 279.85მ და 5185მ. ფრაგმენტაციის შედეგად მიიღება m/z 286.89 (ციანიდინი). მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 15 შესაბამება ციანიდინ-3-0-რუთინოზიდს, მოლეკულური მასით MW: 595.5 გ/მოლი, C<sub>27</sub>H<sub>31</sub>O<sub>15</sub>+ Cyan ციანიდინ3-O-რუთინოზიდი((2R,3R,4R,5R,6S)-2-[[[(2R,3S,4S,5R,6S)-6-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxychromenylium-3-yl]oxy-3,4,5-trihydroxyoxan-2-yl]methoxy]-6-methyloxane-3,4,5-triol); ნივთიერება 16 Cyanidin-3-(6-trans-pcoumaroyl)glucoside MW: 595.5 m/mol, C<sub>30</sub>H<sub>27</sub>O<sub>13</sub>+ (2R,3S,4S,5R,6S)-6-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxychromenylium-3-yl]oxy-3,4,5-trihydroxyoxan-2-yl)methyl (E)-3-(4-hydroxyphenyl)prop-2-enoate.



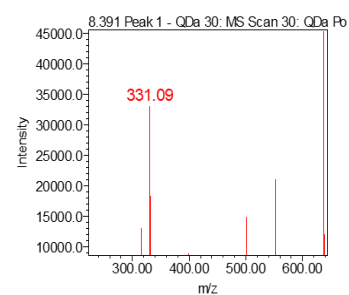
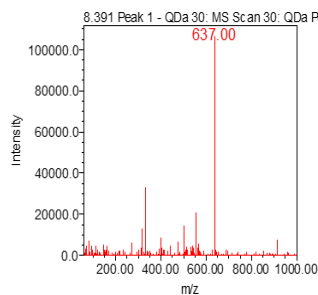
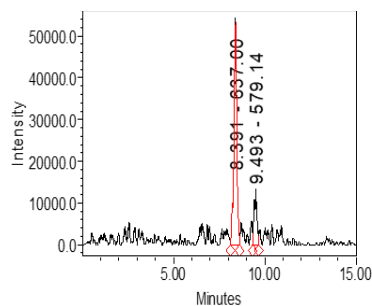
სურათი 21. ნივთიერება 15 და 16-ის UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H) და M/Z (M-H).

ნივთიერება 17 [M+H] - m/z 609.15 (607.04) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 7.103 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 279.8 ნმ და 518 ნმ. ფრაგმენტაციის შედეგად მიიღება m/z 300.91 (პეონიდინი). მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 16 შესაბამება პეონიდინ-3-0-რუთინოზიდს, მოლეკულური მასით MW: 609.6 გ/მოლი, C<sub>28</sub>H<sub>33</sub>O<sub>15</sub>+ Peonidin 3-rutinoside ((2R,4S,5R)-2-[[[(3S,6S)-6-[5,7-dihydroxy-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)chromenylium-3-yl]oxy-3,4,5-trihydroxyoxan-2-yl]methoxy]-6-methyloxane-3,4,5-triol)



სურათი 22. ნივთიერება 17-ის UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H) და M/Z (M-H)

ნივთიერება 18 [M+H] - m/z 637.00 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 8.391 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 279.8 ნმ და 518 ნმ. ფრაგმენტაციის შედეგად მიიღება m/z 331.09 (მალვიდინი). მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 17 შეესაბამება მალვიდინ-3-0-პარა-კუმაროილ გლუკოზიდს, მოლეკულური მასით MW: 639.6 გ/მოლი, C<sub>32</sub>H<sub>31</sub>O<sub>14</sub>+ Malvidin-3-O-(6-p-coumaroyl)glucoside ((2S,3R,4R,5S,6R)-6-[5,7-dihydroxy-2-(4-hydroxy-3,5-dimethoxyphenyl)chromenylium-3-yl]oxy-3,4,5-trihydroxyoxan-2-yl)methyl (E)-3-(4-hydroxyphenyl)prop-2-enoate)



სურათი 23. ნივთიერება 18-ის UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M+H) და M/Z (M-H)

ფლავონონ გლიკოზიდების LC-MS-PDA კვლევამ საშუალება მოგვცა მოგვეხდინა შემდეგი ნაერთების იდენტიფიკაცია:

**ტყემლის ნაყოფის ანტოციანიდინების UPLC-PDA-MS დახასიათება ცხრილი N7**

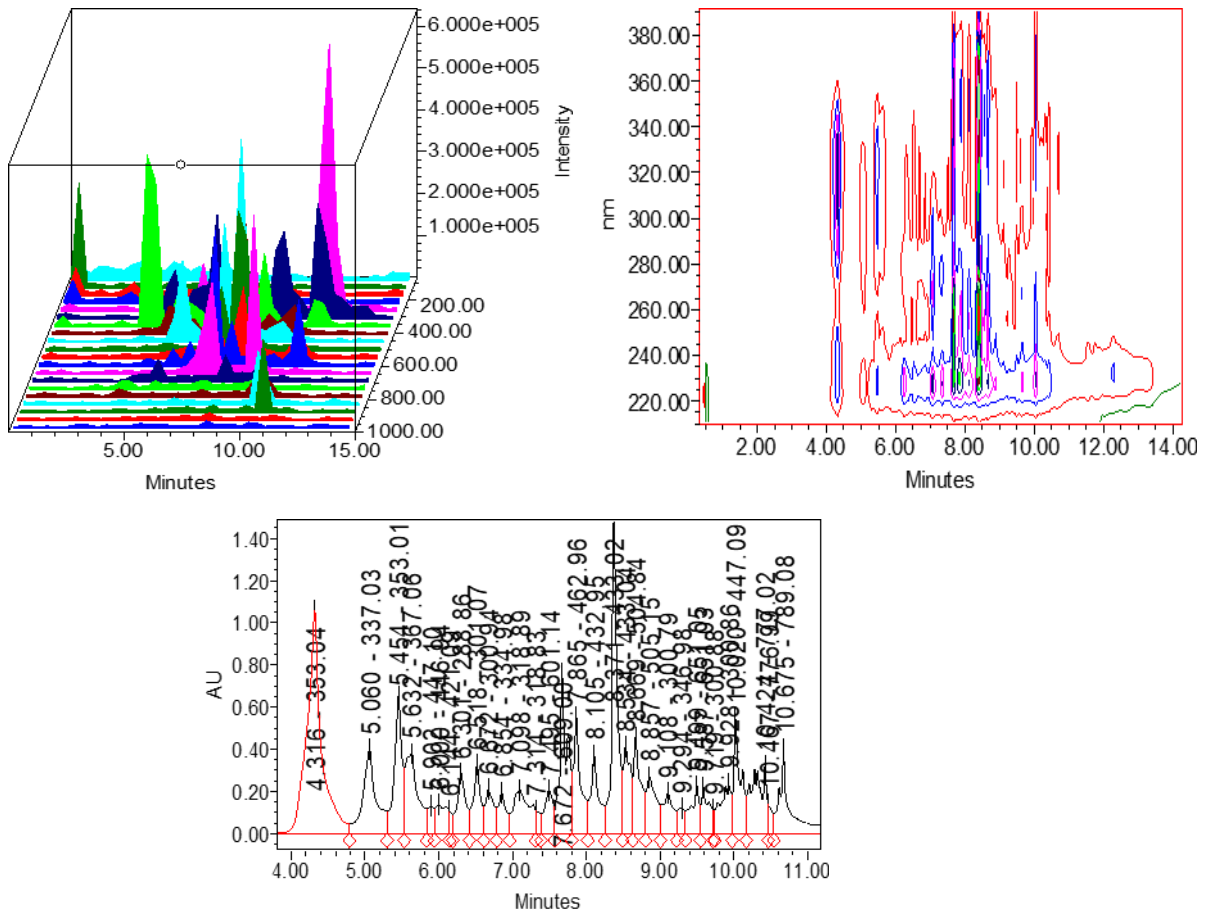
#	Compound name	RT (min)	მოლეკულური ფორმულა	[M-H] <sup>+</sup> (m/z)	ფრაგმენტი	UV max. (nm)
8	ციანიდინი	2.764	C <sub>15</sub> H <sub>11</sub> O <sub>6</sub> <sup>+</sup>	289.90		279.8; 519
9	პეონიდინი	6.006	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>6</sub> <sup>+</sup>	300.91		282,9;518.3
10	პეტუნიდინი	8.511	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>7</sub>	316.95		282,8;518.3
11	მალვიდინი	8.391	C <sub>17</sub> H <sub>15</sub> O <sub>7</sub>	331.95		282,7;518.4
12	პელარგონიდინი	7.827	C <sub>15</sub> H <sub>11</sub> O <sub>5</sub>	270.96		
13	ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი	6.229	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub> <sup>+</sup>	449.08	286.98	279.8;518
14	ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი	6.425	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub> <sup>+</sup>	449.4	286.98	279.8;518
15	ციანიდინ-3-0-რუთინოზიდი	6.320	C <sub>27</sub> H <sub>31</sub> O <sub>15</sub> <sup>+</sup>	595.04	286.98	279.8;518
16	ციანიდინ-3-(6-trans-pcoumaroyl)გლუკოზიდი	6.894	<a href="#">C<sub>30</sub>H<sub>27</sub>O<sub>13</sub><sup>+</sup></a>	594.95	286.98	279.8;518
17	პეონიდინ-3-0-რუთინოზიდი	7.103	C <sub>28</sub> H <sub>33</sub> O <sub>15</sub> <sup>+</sup>	609.15	300.91	279.8;518
18	მალვიდინ-3-0-პარაკუმაროლ-გლუკოზიდი	8.391	<a href="#">C<sub>32</sub>H<sub>31</sub>O<sub>14</sub><sup>+</sup></a>	637.00	331.09	279.8; 518

ჩვენი მონაცემები დასტურდება იტალიელი [142] და ჩინელი [165] მეცნიერების მიერ ჩატარებული კვლევებით Myrobalan Plum (*Prunus cerasifera* Ehrh) კულტურულ ჯიშებში.



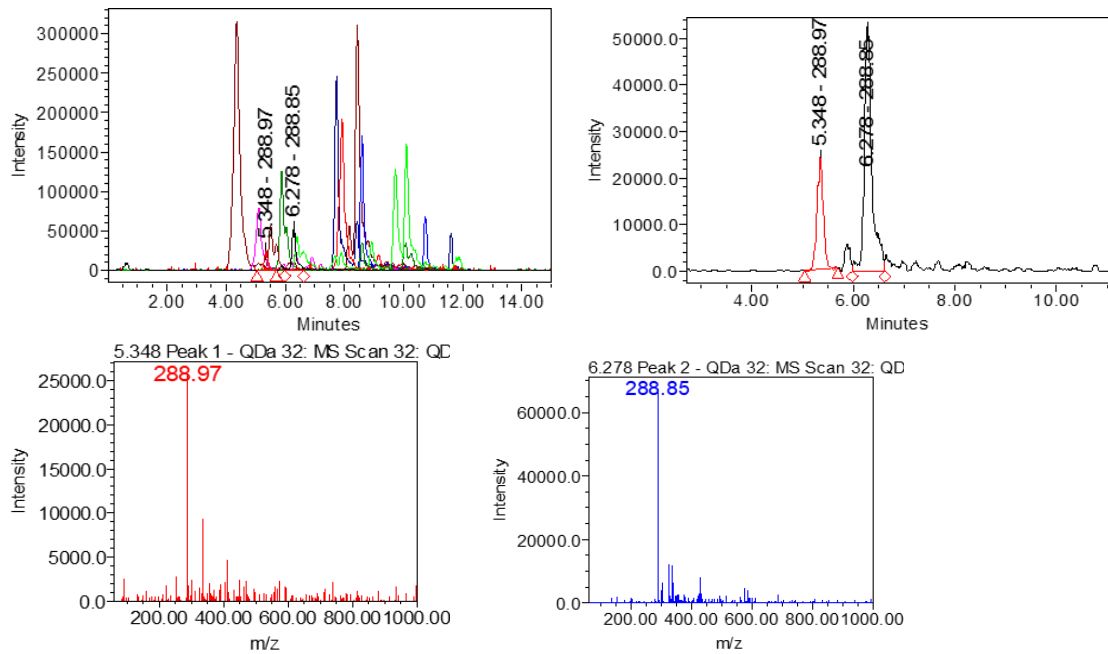
**თავი 3.5. ტყემლის ზოგიერთი ფენოლკარბონმჟავას და ფლავონოიდის კვლევა UPLC PDA-MS მეთოდით**

ტყემლის ნაყოფის ფენოლკარბონმჟავების და ფლავონოიდური გლიკოზიდების იდენტიფიკაციისათვის გამოყენებული იქნა მთლიანი ნაყოფის სპირტიანი ექსტრაქტის ეთილაცეტატიანი ფრაქციები. დეტექტირება ხდებოდა როგორც უარყოფითი (ESI-MS)<sup>-</sup>, ასევე დადებითი (ESI-MS)<sup>+</sup> იონიზაციის პირობებში.

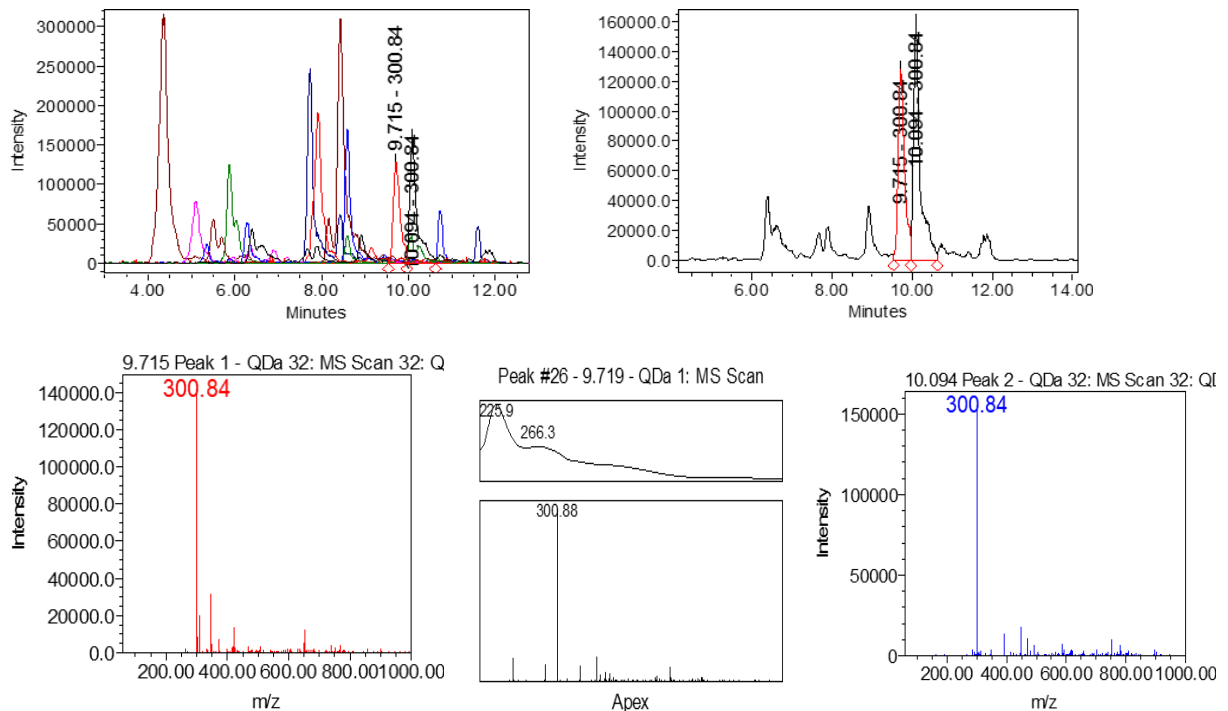


სურათი 24. ტყემლის ეთილაცეტატიური ფრაქციის UPLC-PDA-MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 19,20 [M-H] - m/z 288.97 და 288.85 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.348წთ და 6.278 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 281.75მ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 18 შეესაბამება კატექინს, MF C15H14O6, MW: 290.27გ/მოლი Catechin (2R,3S)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,4-dihydro-2H-chromene-3,5,7-triol), ხოლო ნივთიერება 19 ეპიკატექინს MF C15H14O6, MW: 290.27გ/მოლი epi-Catechin (2R,3R)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,4-dihydro-2H-chromene-3,5,7-triol).

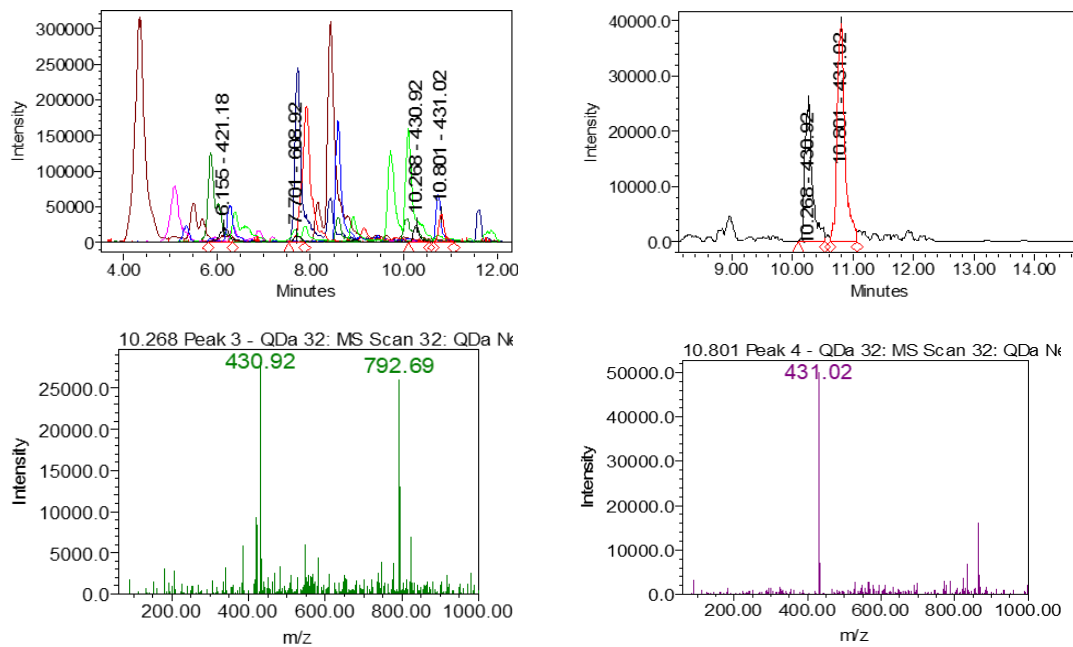


სურათი 25. ნივთიერება 19,20 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).  
 ნივთიერება 21;22 [M-H] - m/z 300.84 და 300.84 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე  
 შეკავების დროით 9.715წთ და 10.094 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 266.3ნმ. მიღებული  
 შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>)  
 შესაბამისად ნივთიერება 21 შესაბამება კვერცეტინს, MF: C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub> MW:  
 302.23გ/მოლი, IUPAC Name: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxychromen-4-one,  
 ხოლო ნივთიერება 22 არაა იდენტიფიცირებული.



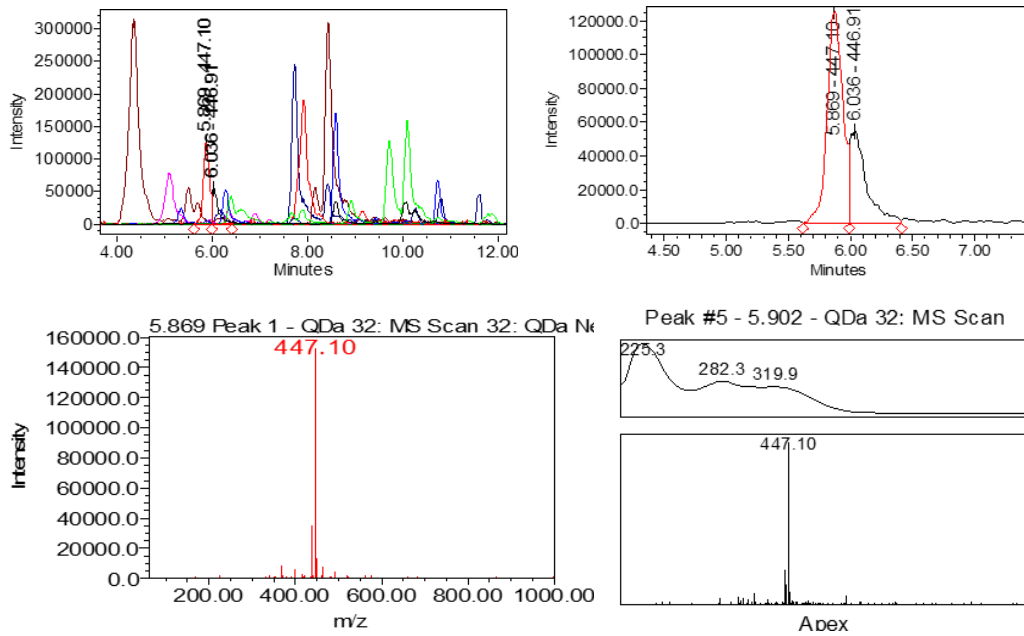
სურათი 26. ნივთიერება 21,22 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 23;24 [M-H] - m/z 430.92 და 431.02 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 10.268წთ და 10.801 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 266.35მ მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 22 შეესაბამება აპიგენინ 7--გლუკოზიდის (Apigenin 7-O-glucoside). MF: C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>10</sub> MW: 432.4 გ/მოლი, IUPAC Name:( 5-hydroxy-2-(4-hydroxyphenyl)-7-[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl]oxychromen-4-one, ხოლო ნივთიერება 24 არაა იდენტიფიცირებული.



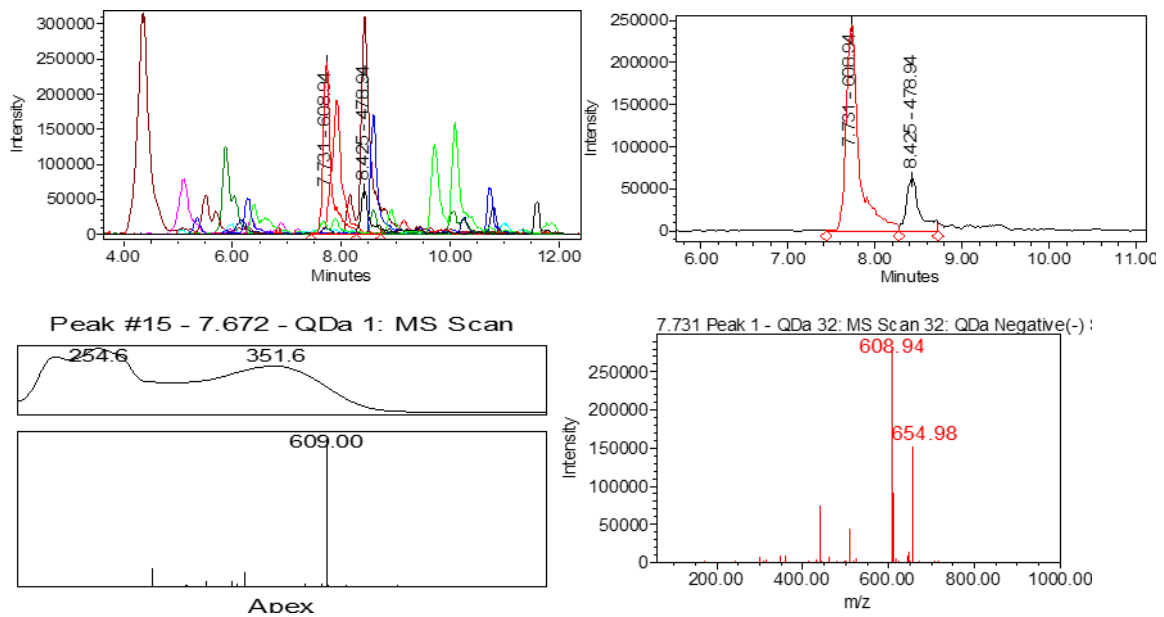
სურათი 27. ნივთიერება 23;24 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 25;26 [M-H] - m/z 447.10 და 446.91 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.869წთ და 6.036 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282.35მ და 319.9 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 24 შეესაბამება ლუტეოლინ-7-გლუკოზიდს. Luteolin 7-O-glucoside MF: C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub> MW: 448.4 გ/მოლი, IUPAC Name: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5-hydroxy-7-[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl]oxychromen-4-one. ნივთიერება 25 არაა იდენტიფიცირებული.



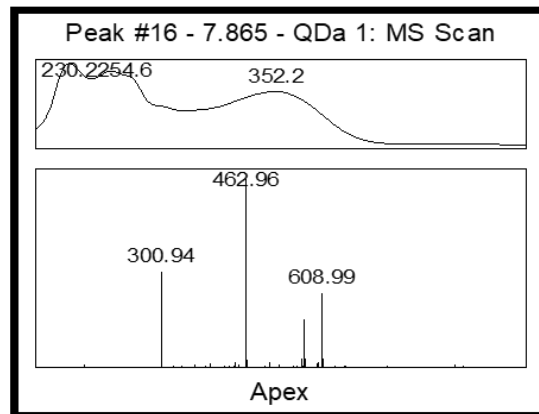
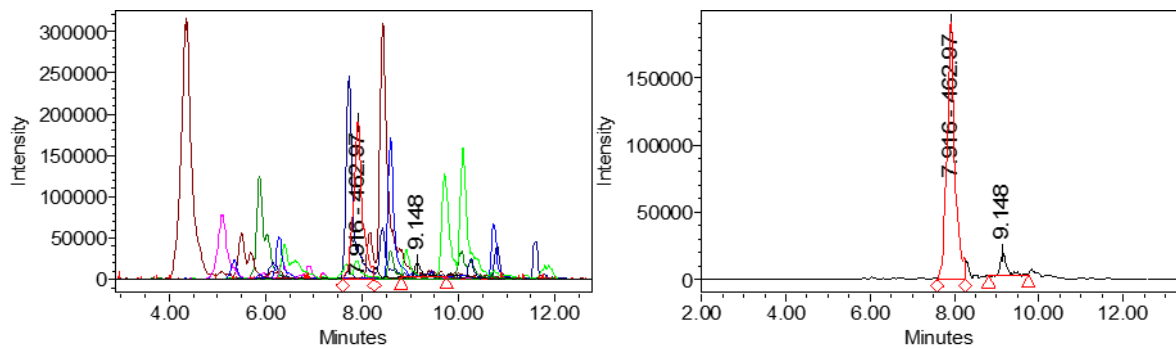
სურათი 28. ნივთიერება 25;26 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 27 [M-H] - m/z 608.94 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 7.731 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 254.6 ნმ და 351.6 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 27 შეესაბამება რუტინს (კვერცეტინ-3-რუტინოზიდი) (Quercetin 3-rutinoside) MF: C<sub>27</sub>H<sub>30</sub>O<sub>16</sub> MW: 610.5გ/მოლი, IUPAC Name: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-3-[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-[(2R,3R,4R,5R,6S)-3,4,5-trihydroxy-6-methyloxan-2-yl]oxymethyl]oxan-2-yl]oxychromen-4-one.



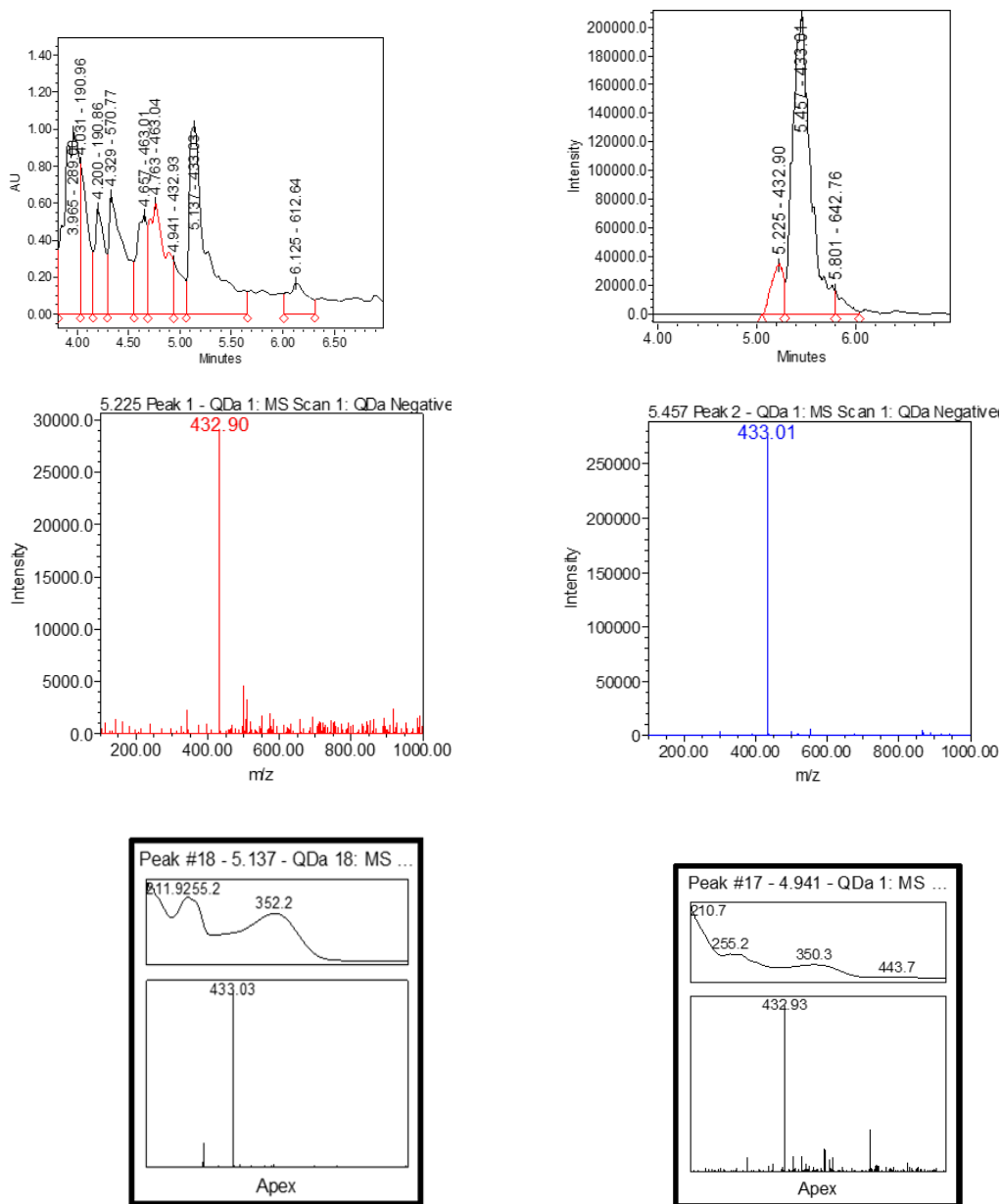
სურათი 29. ნივთიერება 27 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 28 [M-H] - m/z 462.97 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 7.916 წთ, ფრაგმენტის m/z 300.94 შთანთქმის მაქსიმუმით 254.6 ნმ და 352.25მ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 27 შეესაბამება კვერცეტინ-3-O-გლუკოზიდს, MF: C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>12</sub> MW: 464.4გ/მოლი, IUPAC Name: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-3-[(2S,3R,4S,5S,6R)-3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl]oxychromen-4-one.



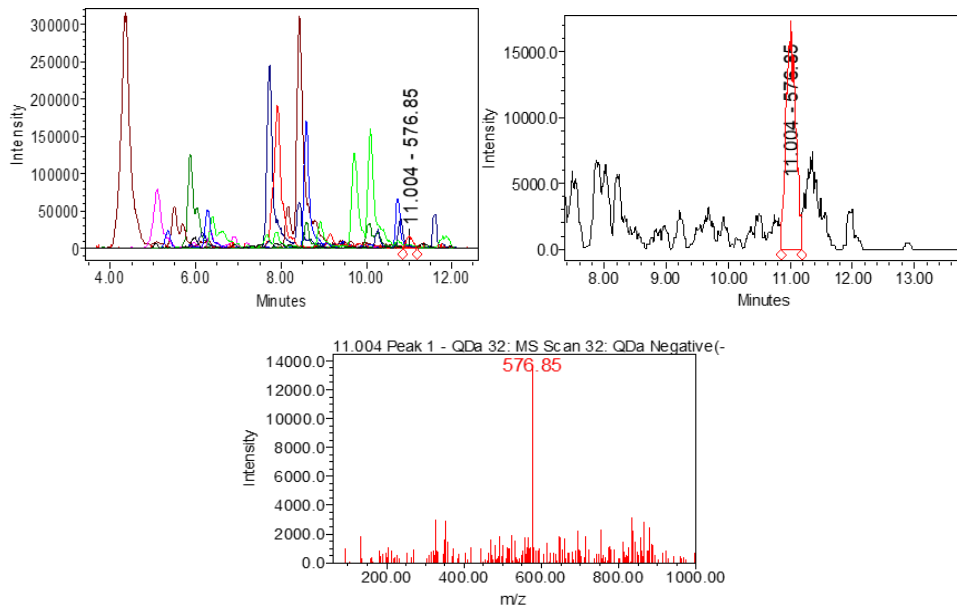
სურათი 30. ნივთიერება 28 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 29;30 [M-H] - m/z 432.96 და 478.94 (432.96) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 8.164წთ და 8.431 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 253.45მ და 352.2 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 28 შეესაბამება კვერცეტინ-3-O არაბინოზიდს, (quercetin-3-O-arabinoside) MF: C<sub>20</sub>H<sub>18</sub>O<sub>11</sub> MW: 434.3გ/mol, IUPAC Name: 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5,7-dihydroxy-3-[(2R,3S,4R,5R)-3,4,5-trihydroxyoxan-yl]oxychromen-4-one.



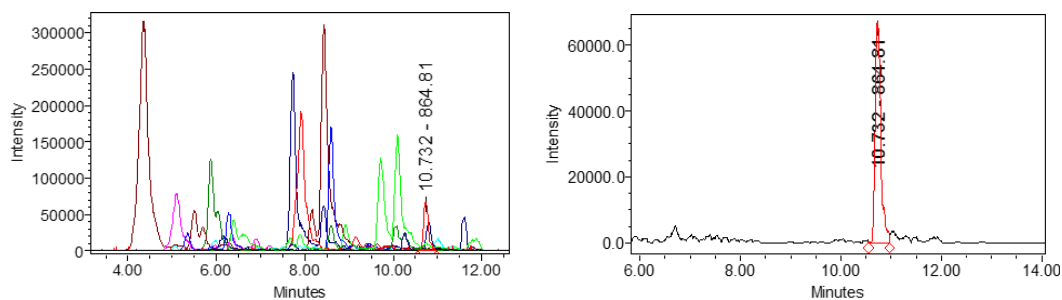
სურათი 31. ნივთიერება 29;30 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 31 [M-H] - m/z 576.85 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 11.004 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 2785მ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 30 შესაბამეა პროცანიდინ B1, (Procyanidin B1) MF: C<sub>30</sub>H<sub>26</sub>O<sub>12</sub> MW: 578.5გ/მოლი, IUPAC Name: (2R,3S)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-8-[(2R,3R,4R)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-4-yl]-3,4-dihydro-2H-chromene-3,5,7-triol.



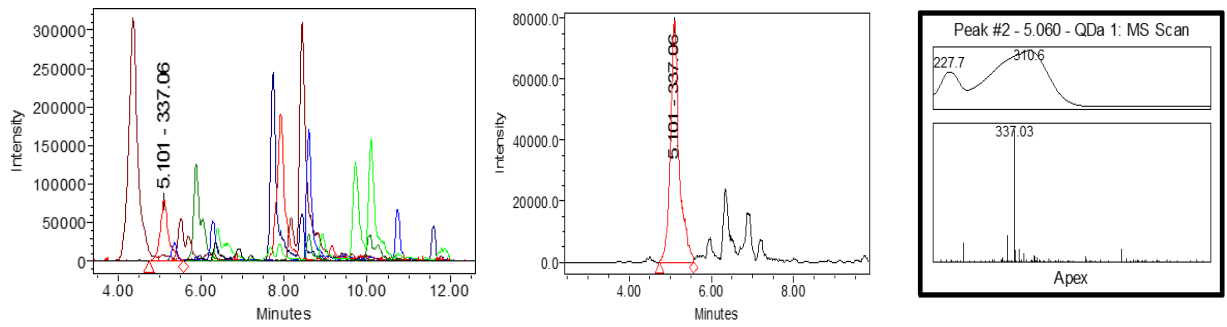
სურათი 32. ნივთიერება 31 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 32 [M-H] - m/z 864.81 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 10.732 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 276.3 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 31 შეესაბამება პროციანიდინ C1, (Procyanidin C1) MF: C45H38O18 MW: 866.8გ/მოლი, IUPAC Name: 2R,3R,4S)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-4-[(2R,3R)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-8-yl]-8-[(2R,3R,4R)-2-(3,4-dihydroxyphenyl)-3,5,7-trihydroxy-3,4-dihydro-2H-chromen-4-yl]-3,4-dihydro-2H-chromene-3,5,7-triol.



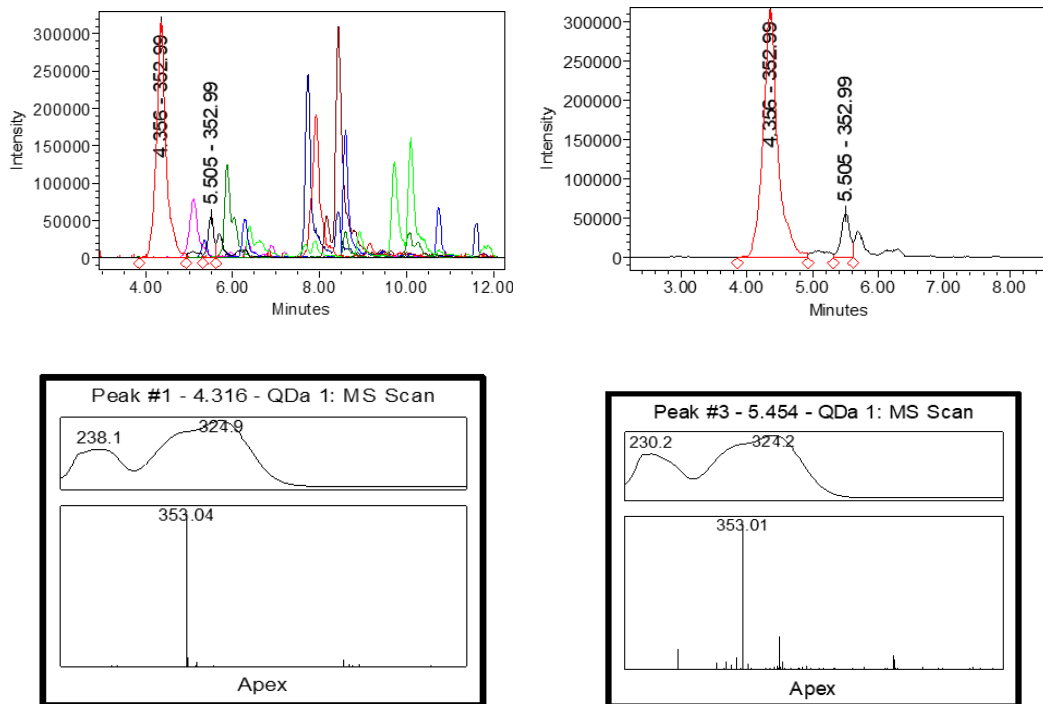
სურათი 33. ნივთიერება 32 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 33 [M-H] - m/z 337.06 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.101 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 310.6 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 33 შეესაბამება კუმაროილქუინის მჟავას (3-p-coumaroylquinic acid), MF: C16H18O8 MW: 338.31გ/მოლი, IUPAC Name: (1R,3R,4S,5R)-1,3,4-trihydroxy-5-[(E)-3-(4-hydroxyphenyl)prop-2-enoyl]oxycyclohexane-1-carboxylic acid.



სურათი 34. ნივთიერება 33 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

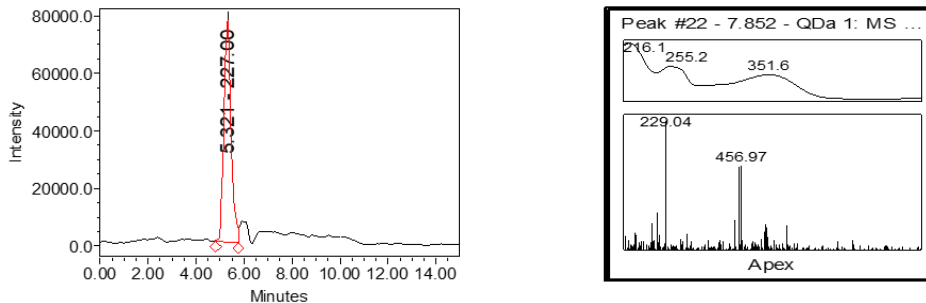
ნივთიერება 34;35 [M-H] - m/z 353.04 და 353.01 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 4.316წთ და 5.454 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 324.95მ და 324.25მ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 34 შეესაბამება ნეოქლოროგენის მჟავას (Neochlorogenic acid), MF: C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>O<sub>9</sub> MW: 354.31გ/მოლი, IUPAC Name: (1R,3R,4S,5R)-3-[(E)-3-(3,4-dihydroxyphenyl)prop-2-enoyl]oxy-1,4,5-trihydroxycyclohexane-1-carboxylic acid, ხოლო ნივთიერება 35 ქლოროგენის მჟავას (Chlorogenic Acid), MF: C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>O<sub>9</sub> MW: 354.31გ/მოლი, IUPAC Name: (1S,3R,4R,5R)-3-[(E)-3-(3,4-dihydroxyphenyl)prop-2-enoyl]oxy-1,4,5-trihydroxycyclohexane-1-carboxylic acid.



სურათი 35. ნივთიერება 34;35 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

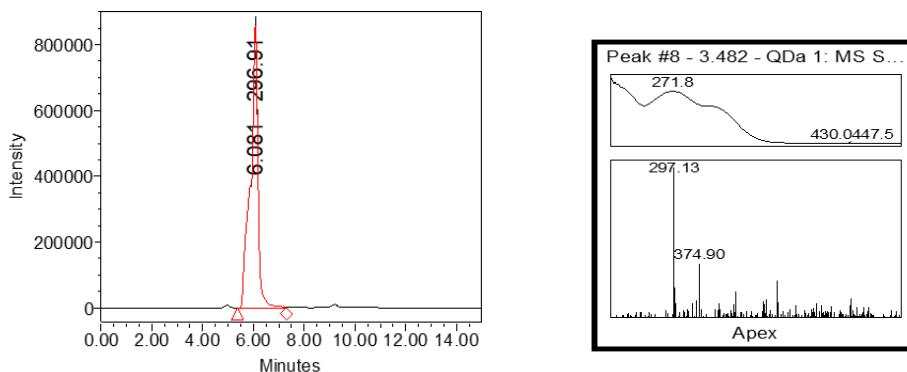


ნივთიერება 36 [M-H] - m/z 227.00 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.321 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282.3 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 20 შეესაბამება რესვერატროლს (Resveratrol), MF: C<sub>14</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub> MW: 228.24გ/მოლი; IUPAC Name: 5-[(E)-2-(4-hydroxyphenyl)ethenyl]benzene-1,3-diol.



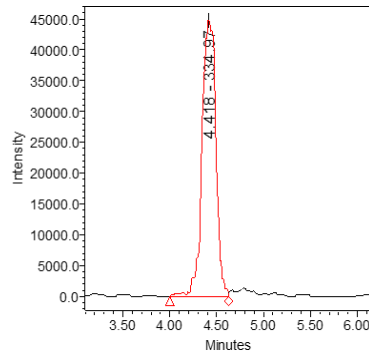
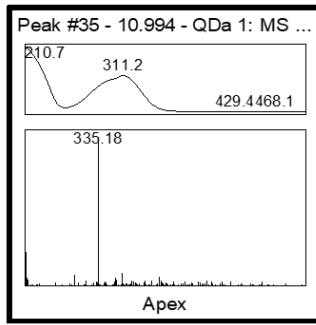
სურათი 36. ნივთიერება 36 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 37[M-H] - m/z 296.91 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 6.081 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 271.8 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 37 შეესაბამება ჰექსოზილ ვაშლ მჟავას (Hexosyl-malic acid), MF: C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O<sub>10</sub> MW: 296 გ/მოლი;



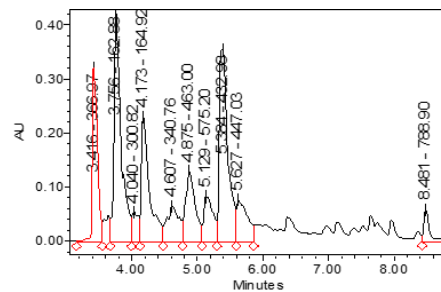
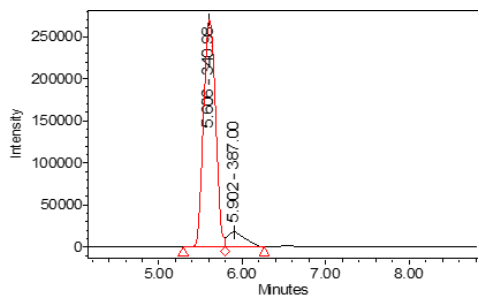
სურათი 37. ნივთიერება 37 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 38 [M-H] - m/z 335.18 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 10.994 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 311.2 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 38 შეესაბამება კაფეოილ შიკიმის მჟავას იზომერი ( isomeric caffeoylshikimic acids ), MF: C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>O<sub>8</sub> MW: 336.29გ/მოლი; IUPAC Name: (3R,4R,5R)-5-[(E)-3-(3,4-dihydroxyphenyl)prop-2-enoyl]oxy-3,4-dihydroxycyclohexene-1-carboxylic acid



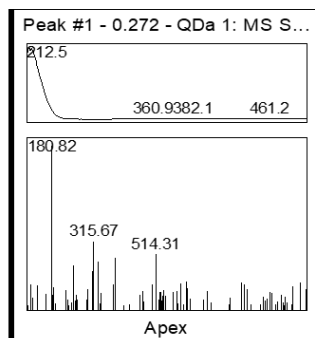
სურათი 38. ნივთიერება 38 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 39 [M-H] - m/z 340.98 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.606 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 282.3 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 39 შეესაბამება ყავის მჟავას ჰექსოზიდი (Caffeic acid hexoside), MF: C<sub>15</sub>H<sub>18</sub>O<sub>9</sub> MW: 342.30 გ/მოლი; IUPAC Name: 3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl](E)-3-(3,4-dihydroxyphenyl)prop-2-enoate .



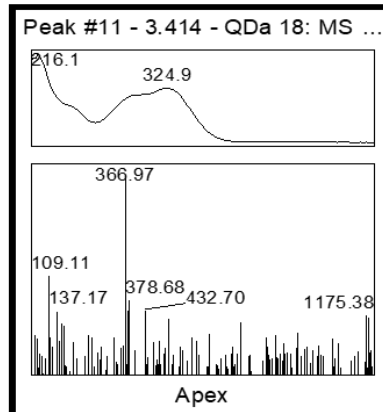
სურათი 39. ნივთიერება 39 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 40 [M-H] - m/z 180.82 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 9.040 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 212.5 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 40 შეესაბამება ჰექსოზე ალკოჰოლს (Hexose sugar alcohol), MF: C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub> MW: 180.02გ/მოლი;



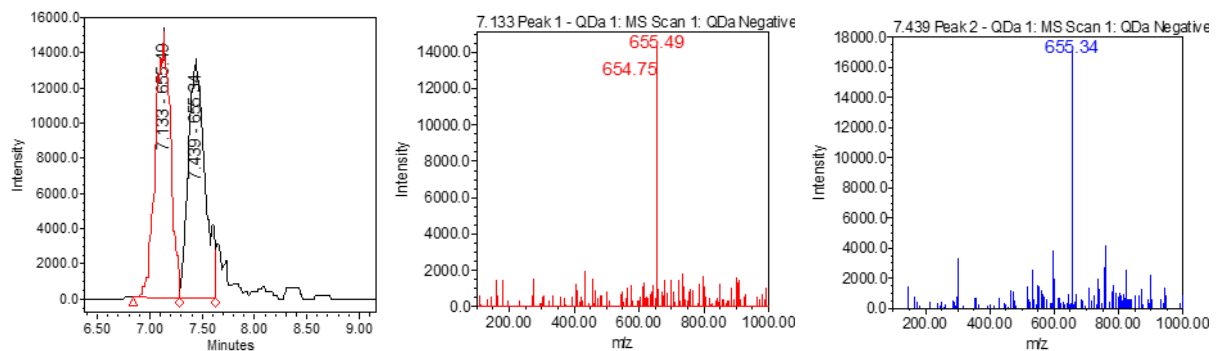
სურათი 40. ნივთიერება 40 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

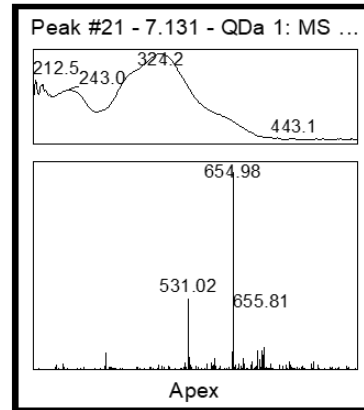
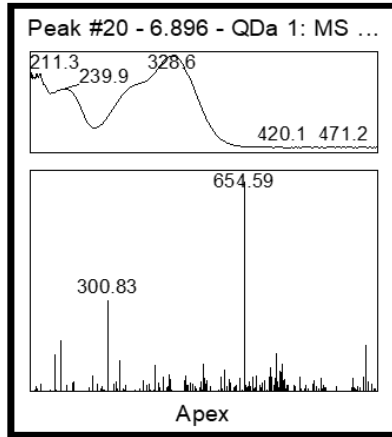
ნივთიერება 41 [M-H] - m/z 366.97 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 3.414 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 324.9 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 41 შეესაბამება ფერულოილქვინის მჟავას (4-Feruloylquinic Acid), MF: C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>O<sub>9</sub> MW: 368.3 გ/მოლი; (3R,5R)-1,3,5-trihydroxy-4-[(E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)prop-2-enoyl]oxycyclohexane-1-carboxylic acid



სურათი 41. ნივთიერება 41 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

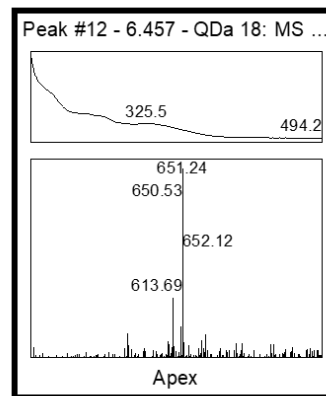
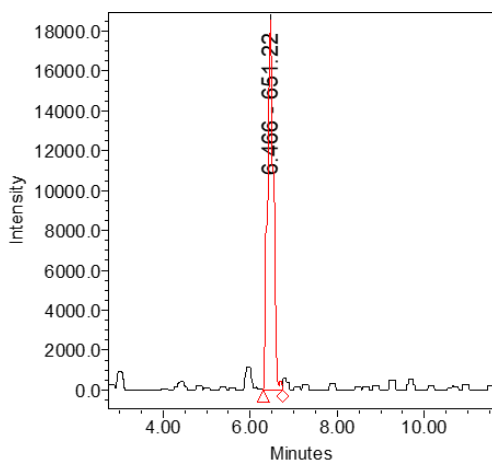
ნივთიერება 42;43 [M-H] - m/z 655.49 და 655.34 (300.70) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 7.133 და 7.439 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 324.2 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 42 და 43 შეესაბამება კუმაროილ (ტეტრააცეტატილ) დიჰექსოზიდის იზომერს (Coumaroyl(tetraacetyl)-dihexoside isomer), MF: C<sub>29</sub>H<sub>36</sub>O<sub>17</sub> MW: 656 გ/მოლი.





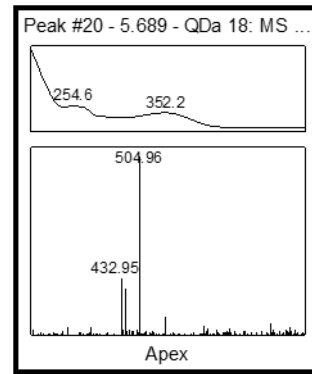
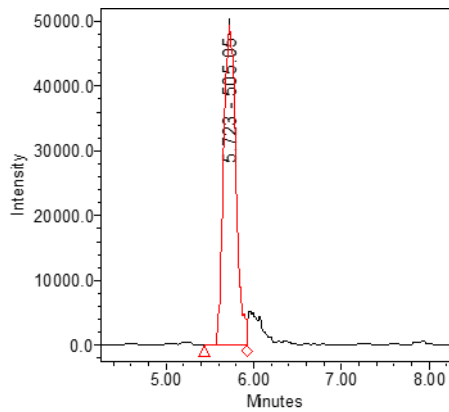
სურათი 42. ნივთიერება 42;43 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 44 [M-H] - m/z 651.22, ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 6.466 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 325,5 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 44 შესაბამეა კვერცეტინ-3-0-(აცეტილ) რუტინოზიდი (Quercetin-3-O-(acetyl) rutinoid), MF: C<sub>29</sub>H<sub>34</sub>O<sub>17</sub> MW: 652 გ/მოლი;



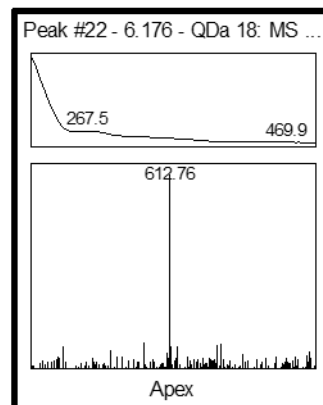
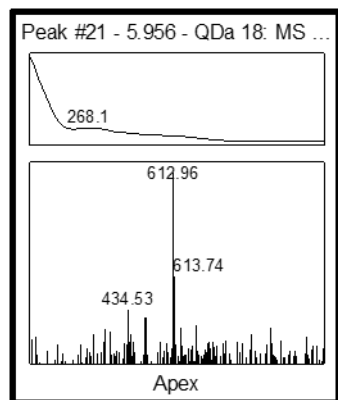
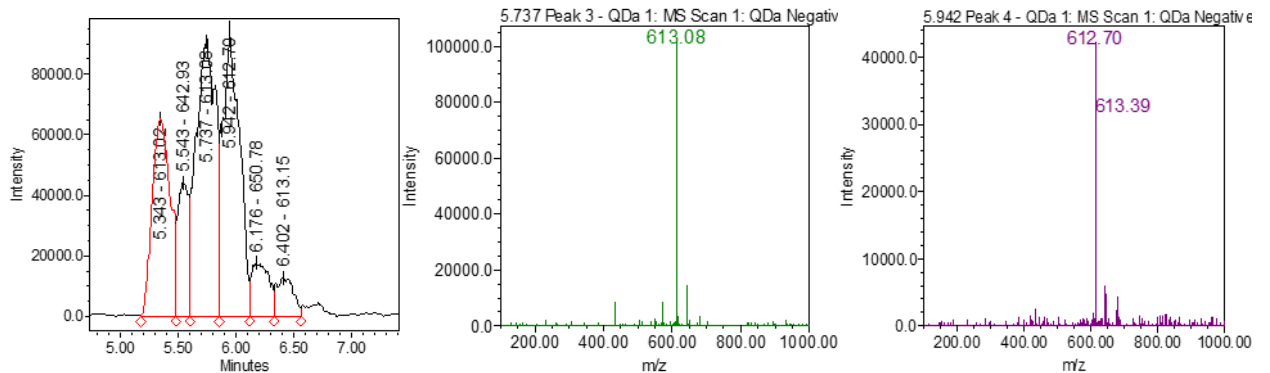
სურათი 44. ნივთიერება 44 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 45 [M-H] - m/z 505.1, ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.723 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 254.6 და 352.2 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 45 შესაბამეა კვერცეტინ-3-0-აცეტილ ჰექსოზიდი (Quercetin-3-O-(acetyl)-hexoside), MF: C<sub>23</sub>H<sub>22</sub>O<sub>13</sub> MW: 506 გ/მოლი;



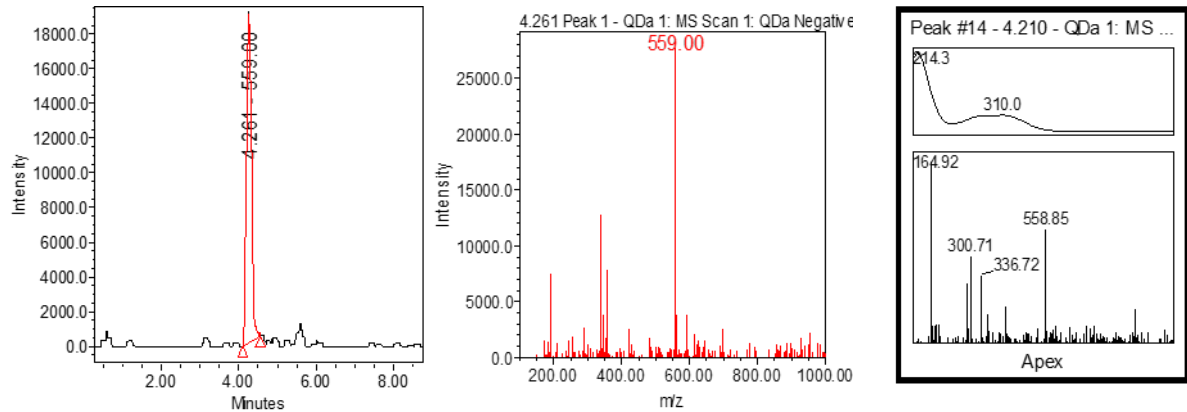
სურათი 45. ნივთიერება 45 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 46;47 [M-H] - m/z 613.08 და 613.39 (300.70) ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 5.737 და 5.942 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 268.1 და 267.5 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 46 და 47 შეესაბამება კუმაროილ (ტრიაცეტატილ) დიჰექსოზიდის იზომერს (Coumaroyl(triacetil)-dihexoside isomer), MF: C<sub>27</sub>H<sub>24</sub>O<sub>16</sub> MW: 614 გ/მოლი.



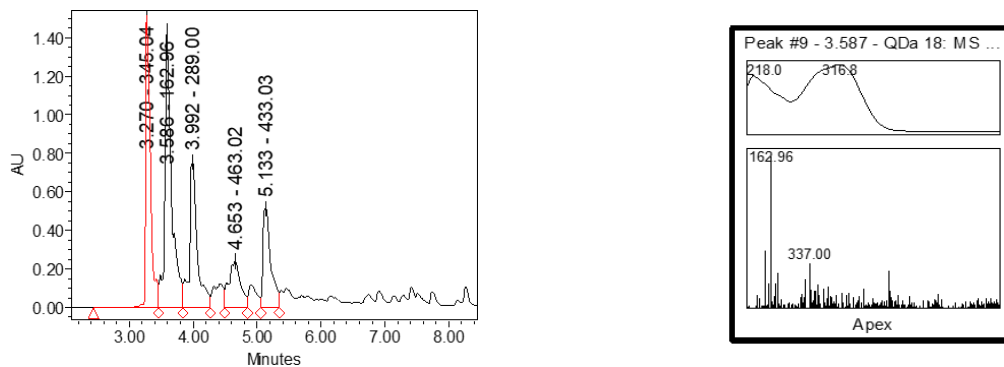
სურათი 46. ნივთიერება 46;47 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 48 [M-H] - m/z 559.00 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 4.261 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 310.0 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 48 შეესაბამება ფერულოილ-(აცეტილ) ჰექსოზიდი იზომერი (feruloil-(acetyl)-hexose-hexoside isomer), MF: C<sub>24</sub>H<sub>32</sub>O<sub>15</sub> MW: 560 გ/მოლი;



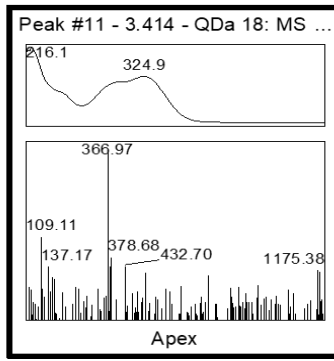
სურათი 47. ნივთიერება 48 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 49 [M-H] - m/z 162.96 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 3.587 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 316.8 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 49 შეესაბამება კვერცეტინ-3-0-(აცეტილ)ჰექსოზიდი (Quercetin-(acetyl)-hexoside isomer), MF: C<sub>23</sub>H<sub>22</sub>O<sub>13</sub> MW: 506 გ/მოლი;



სურათი 48. ნივთიერება 49 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ნივთიერება 50 [M-H] - m/z 366.97 ფიქსირდება ქრომატოგრამაზე შეკავების დროით 3.414 წთ, შთანთქმის მაქსიმუმით 324.9 ნმ. მიღებული შედეგების შეჯერებით, ასევე ნაერთების მასების ბაზის (<https://metlin.scripps.edu>) შესაბამისად ნივთიერება 50 შეესაბამება ფერულოილ-ჟუინის მჟავას (feruloil-quinic acid), MF: C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>O<sub>9</sub> MW: 367.1 გ/მოლი;



სურათი 49. ნივთიერება 50 UPLC-PDA- MS ქრომატოგრამა M/Z (M-H).

ცხრილი 4. ტყემლის ფენოლური ნაერთების UPLC-MS მახასიათებლები იონის LC-ESI MS negative და positive ანალიზისას

ნივთი ერება	ნაერთი	RT (min)	მოლეკულის ფორმულა	m/z (M- H <sup>+</sup> ) <sup>-</sup>	ფრაგმე ნტი	UV max. (nm)
19	კატეჟინი	5.348	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub> ,	288.97		281.7
20	ეპიკატეჟინი	6.278	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub> ,	288.85		281.7
21	კვერცეტინი	9.715	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	300.84		266.3
22	ნივთიერება 21	10.094	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	300.84		266.3
23	აპიგენინ 7-გლუკოზიდი	10.268	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	430.92		266.3
24	ბენზილ ჰექსოზე- ჰექსოზილი	10.801	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	431.02		266.3
25	ლუტეოლინ-7- გლუკოზიდი	5.869	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub>	447.10		282.3
26	კვერცეტინ 3-რამნოზიდი	6.036	<a href="#">C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>11</sub></a>	446.91		319.9
27	რუთინი (კვერცეტინ-3- რუტინოზიდი)	7.731	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>16</sub>	608.94		254.6; 351.6
28	კვერცეტინ-3-O- გლუკოზიდი	7.916	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>12</sub>	462.97		254.6; 352.2
29	კვერცეტინ-3-O არაბინოზიდი	5.225	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>11</sub>	432.90		253.4
30	კვერცეტინ-3-O ქსილოზიდი	5.457	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>11</sub>	433.01		352.2
31	პროციანიდინ B1	11.004	C <sub>30</sub> H <sub>26</sub> O <sub>12</sub>	576.85		278
32	პროციანიდინ C1	10.732	C <sub>45</sub> H <sub>38</sub> O <sub>18</sub>	864.81		276.3
33	კუმაროილქუინის მჟავა	5.101	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>8</sub>	337.06		310.6
34	ნეოქლოროგენის მჟავას	4.316	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	353.04		324.9
35	ქლოროგენის მჟავას	5.454	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	353.01		324.2
36	რესვერატროლი		C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O	227.24 (-) 229.09 (+)		282.3
37	ჰექსოსილ-ვამლმჟავა	6.081	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>10</sub>	296.91		282.3
38	კოფეოილ შიმინური მჟავები	4.634	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>10</sub>	334.98		268.7

39	კოფეილის მჟავას ჰექსოზიდი	5.606	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	340.98		311.2
40	ჰექსოზა შაქრის სპირტი	9.040	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	180.82		212.5
41	ფერულოილქინის მჟავა	3.414	C <sub>17</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	366.97		324.9
42	კუმაროილ(ტეტრააცეტილ)-დიჰექსოსიდის იზომერი	6.896	C <sub>29</sub> H <sub>36</sub> O <sub>17</sub>	655.16		324.2
43	კუმაროილ(ტეტრააცეტილ)-დიჰექსოსიდის იზომერი	7.439	C <sub>29</sub> H <sub>36</sub> O <sub>17</sub>	655.26	300.7	324.2
44	კვერცეტინ-3-O-(აცეტილ)-რუტინოზიდი	6.466	C <sub>29</sub> H <sub>34</sub> O <sub>17</sub>	651.22		325,5
45	კვერცეტინ-3-O-(აცეტილ)-ჰექსოზიდი	6.466	C <sub>23</sub> H <sub>22</sub> O <sub>13</sub>	505.05		352.2
46	კუმაროილ(ტრიააცეტილ)-დიჰექსოსიდის იზომერი	5.608	C <sub>27</sub> H <sub>24</sub> O <sub>16</sub>	613.01		268.1
47	კუმაროილ(ტრიააცეტილ)-დიჰექსოსიდის იზომერი	6.103	C <sub>27</sub> H <sub>24</sub> O <sub>16</sub>	613.04		267.5
48	ფერულოილ-(აცეტილ)-ჰექსოზა-ჰექსოზა იზომერი	4.261	C <sub>24</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	558.79		310.0
49	p-კუმარის მჟავა	3.587	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	164.16		316.8
50	ფერულოილ-ქინაქინის მჟავა	3.414	C <sub>17</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	366.97		324.9

ნიმუშების ექსტრაქტების LC-HRMS პროფილებით ჩანს რამდენიმე მეტაბოლიტის არსებობა *P. cerasifera*-ში, რომელთა მოლეკულური ფორმულების და სტრუქტურების დადგენა შესაძლებელი გახდა, ნაერთების მასის, ფრაგმენტაციის შაბლონების და შეკავების დროს, შთანთქმის მაქსიმუმების და ლიტერატურულ მონაცემების, ასევე მეტაბოლიტების მონაცემთა ბაზების შედარებით. გამოვლინდა ჰიდროქსიცინამის მჟავას (hydroxycinnamic acid) წარმოებულები, ფლავონოლები, ფლავან-3-ოლები და პროანტოციანიდინები, ანთოციანიდინები, ორგანული მჟავები, შაქრის სპირტები (და მათი წარმოებულები), გლიკოზილირებული ჰიდროქსიბენზალდეჰიდი და ბენზილის სპირტის წარმოებულები, გლიკოზილტერპენატები და გლიკოზილირებული ალიფატური სპირტის წარმოებულები [16,26,29,33,54,89,102,104,144,147,164]. ამ ნაერთების უმეტესობა უკვე აღმოჩენილია მცენარეებში, რომლებიც მიეკუთვნებიან *Prunus* გვარს [18,19,24,28,31,36,73,76,86,88,106,107,114,116,134,149,153,160,162,168,169], მაგრამ *Prunus cerasifera* სახეობებში რომელიც მოყვანილია საქართველოს პირობებში ეს ნაერთები პირველად იქნა იდენტიფიცირებული.



ადრე გაანალიზებული იყო *P. cerasifera* 'Mirabolano', *P. domestica* cv 'President' და *P. salicina* cv 'Shiro' ფენოლოური ნაერთების ჯამური შემცველობა განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე [40]. *Prunus* ყველა ნიმუშში ფენოლოური ნაერთების ჯამური შემცველობა მაქსიმალურს აღწევდა განვითარების დაახლოებით მე-100 დღეზე "Mirabolano", 130-ე დღეზე "President" და 110-ე დღეზე "Shiro"-სათვის. ფენოლოური ნაერთების ჯამური მნიშვნელობები 1,34-დან 6,11 გ/კგ (ნედლ მასაზე) დიაპაზონში აღმოჩნდა წითელი და მეწამული მრობალანის ქლიავის (*Prunus*) ნაყოფისთვის, შესაბამისად [160]. 1,74-დან 3,75 გ/კგ-მდე მნიშვნელობები დაფიქსირდა, Stanley და French Damson ჯიშის ქლიავისთვის (ნედლი მასის) შესაბამისად [77].

ფენოლოური ნაერთების ჯამური შემცველობა Gündüz et al. [8], კვლევებში *P. cerasifera* "Ozark Premier" და "Selection № 3" ჯიშებისათვის თურქეთის პირობებში 136.8-დან 583.1 მგ GAE/კგ (ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით), შესაბამისად. *P. divaricata* "Demal" და *P. domestica* "Sugar Plum", შემთხვევაში 169.6 და 172.4 მგ GAE/100 გ, შესაბამისად [40], ასევე "Demal" და *P. domestica* "Red plum"-ისთვის, მნიშვნელობები 12,1-დან 29,1 მგ რუტინის ეკვივალენტამდე/100 გ-მდე შესაბამისად [100]. *P. divaricate* ყვითელი და შავი ნაყოფების შემთხვევაში, ეს მაჩვენებლები 177-365 მგ GAE/100 გ-მდეა შესაბამისად [139]. ჩვენი მონაცემები უფრო მაღალია, ვიდრე ლიტერატურაში მოცემული.

გილი და სხვ. [52] გაანალიზა რამდენიმე კალიფორნიული ქლიავი და აღმოაჩინა, რომ „Black Beaut“ უფრო მდიდარი იყო ჯამური ფენოლოური ნაერთებით „Angeleno“, „Red Beaut“, „Wickson“ და „Santa Rosa“ კულტურებთან შედარებით. უფრო მეტიც, რამდენიმე კვლევითმა ნაშრომმა აჩვენა, რომ ამ ნაერთების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ცვალებადობა ხშირად დაკავშირებულია სხვადასხვა გენეტიკურ ფაქტორებთან და განვითარების ეტაპებთან [25].

ჩვენი მონაცემები TAC-ზე შეესაბამება *P. cerasus* ჯიშების 'Kántorjánosi', 'Újfehértói fűrtös' და 'Debreceni bötermő' (TAC მნიშვნელობები 21, 56 და 63 მგ ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდისთვის/100 გ. FW, შესაბამისად), მაგრამ უფრო დაბალი, ვიდრე ნაპოვნი ჯიშებისთვის 'Csengödi csokros' და 'Cigánymeggy' (TAC მნიშვნელობები 295 და 206 მგ ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი/100 გ FW, შესაბამისად) [61]. უფრო მაღალი TAC დაფიქსირდა *P. domestica*-სთვის "Santa Rosa" და "African Rose", მნიშვნელობებით 164.13

და 326.83 მგ ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი/100 გ FW, ხოლო ჩვენი მონაცემი *P. cerasifera* (109.77 მგ) ციანიდინ-3-O-გლუკოზიდი/100 გ (ნედლი მასის) [42,119].

მეტაბოლიტების ყველა წარმოდგენილ ჯგუფს შორის, ჰიდროქსიცინამინის მჟავას წარმოებულებს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია *P. cerasifera*-ს ნაყოფის ფენოლურ ნაერთებს შორის.

რაც შეეხება *P. cerasifera*-ში გამოვლენილ მეტაბოლიტების მეორე ყველაზე წარმომადგენლობით ჯგუფს - ფლავონოლებს - კერცეტინის წარმოებულების გარდა, ფიქსირდება იზორამნეტინის წარმოებულების არსებობა. ასევე ფიქსირდება პროანტოციანიდინების A და -ტიპი B- ტიპის დიმერები. ციანიდინისა და დელფინიდინის გლიკოზიდებთან ერთად ფიქსირდება მათი რუტინოზიდური წარმოებულები.

**თავი 3.6.** ტყემლის ზოგიერთი ჯიშისა და სახეობის ნაყოფის წვენი კატიონების კვლევა კონდუქტომეტრული დეტექტორის გამოყენებით

ტყემლის ნაყოფის წვენი კატიონის კვლევა ჩატარდა ქრომატოგრაფიული მეთოდით, კონდუქტომეტრული დეტექტორით. იზოკრატული ტუმბო (Isocratic HPLC pump - Waters 1515), დეტექტორი (Waters 432 -Conductivity), ქრომატოგრაფიული სვეტი IC-PakCationMD, ელუენტი 3 mM HNO<sub>3</sub>/0.1 mM EDTA, ელუენტის გამტარებლობა 1250 ± 50 μS, საბაზო მგრძნობელობა 2000 μS, ინტეგრატორის მგრძნობელობა 0.01 μS, სვეტის ტემპერატურა 35°C, პოლარობა-negative. ინჟექტირებამდე საანალიზო ნიმუშები ილექებოდა 1:1 თანაფარდობით 96%-იანი ეთილის სპირტით პექტინის დასალექად, ცენტრიფუგირების შემდეგ ნიმუშს 1:10 თანაფარდობით ემატებოდა დეიონიზირებული წყალი (განზავების ფაქტორი F=20) და იფილტრებოდა 0,45მკრ ზომის ფილტრში. მიღებული კომპონენტების იდენტიფიკაციისათვის და ნაერთების რაოდენობრივი შემცველობის დასადგენად (აგებული საკალიბრო მრუდები) გამოყენებული იქნა სტანდარტები: ლითიუმის ჰიდროქსიდის მონოჰიდრატი (Li+), ნატრიუმის ქლორიდი (Na+), ამონიუმის ქლორიდი (NH<sub>4</sub>+), კალიუმის ქლორიდი (K+), მაგნიუმის ჰიდრატი (Mg<sup>2+</sup>), კალციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Ca<sup>2+</sup>), სტრონციუმის ნიტრატი ტეტრაჰიდრატი (Sr<sup>2+</sup>), ბარიუმის ქლორიდი დიჰიდრატი (Ba<sup>2+</sup>) (FisherScientific), EDTA (Serva).

ლითიუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 3.55e+005 X - 7.26e+003$

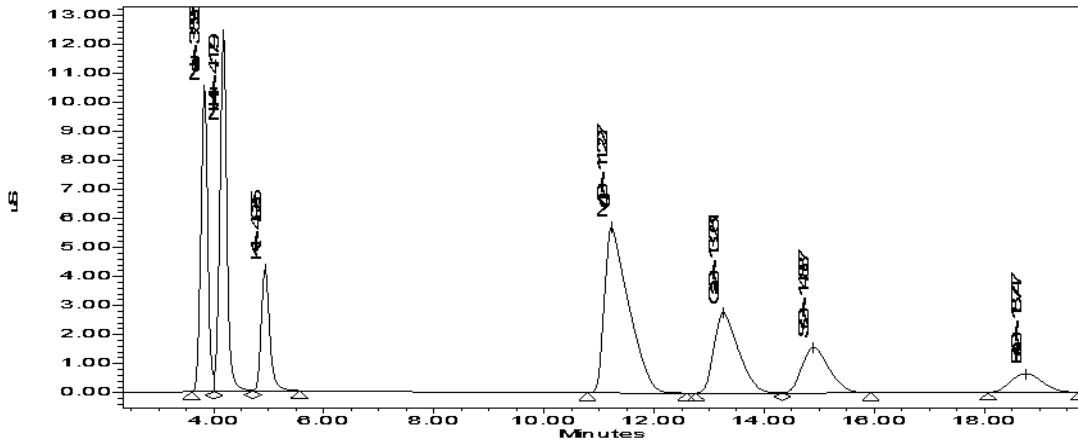
ნატრიუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 1.44e+005 X + 9.50e+004$

ამონიუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 1.65e+005 X + 1.21e+005$

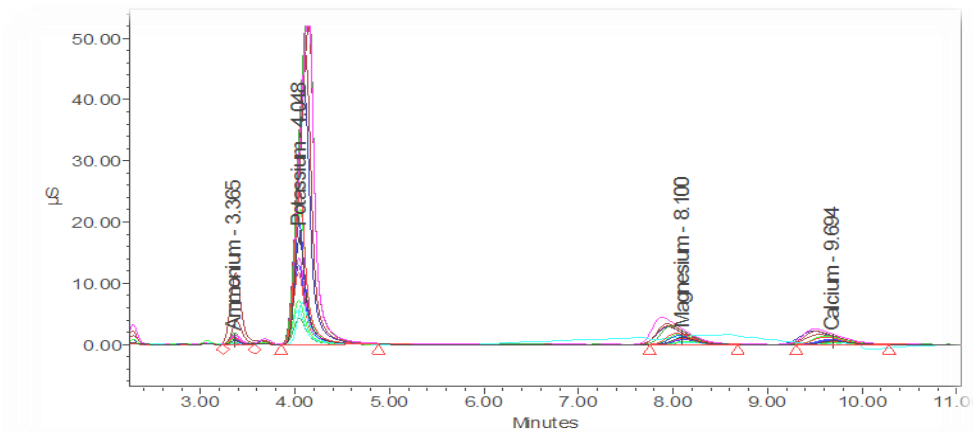
კალიუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 7.79e+004 X + 6.01e+004$

მაგნიუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 2.97e+005 X + 2.76e+005$

კალციუმის საკალიბრო მრუდის ფორმულა  $Y = 1.28e+005 X + 2.28e+005$



ნახ.50. მინერალურ ნივთიერებათა სტანდარტული ქრომატოგრამა და სპექტრის მახასიათებლები



სურათი 51 . ტყემლის წვენი კატიონების დამახასიათებელი ქრომატოგრამა

ტყემლის წვენი კატიონების ქრომატოგრაფიული დამახასიათებელი ცხრილი 9

ნიმუშის დასახელება	ამონიუმი	კალიუმი	მაგნიუმი	კალციუმი
გაზაფხულის მერცხლი	0,684±0.020	107,703±4.092	3,492±0.132	8,256±0.280
ახალციხურა	0,949±0.030	32,12±1.284	0,67±0.227	1,422±0.051
მირაბელა	-	13,046±0.391	0,55±0.21	0,108±0.004
აჭარული ვარდისფერი	1,209±0.041	155,11±4.963	3,433±0.123	4,305±0.172
წითელი ველური.ხულო	2,859±0.102	136,537±4.6422	4,308±0.163	7,886±0.252
აჟანის უნგრულა	0,221±0.008	36,939±1.329	0,874±0.034	1,313±0.044

ქრომატოგრამებზე სულ მცირე 4 ძირითადი კატიონი ფიქსირდება: ამონიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი და კალციუმი. ტყემლის ნიმუშებში დომინანტი კალიუმის კატიონებია.

### თავი 3.7. ტყემლის კურკის ლიპიდური ბუნების ნაერთების აირ-სითხური ქრომატოგრაფირებით (GC) კვლევა

ტყემლის კურკის კარბონწყავების შედგენლობის კვლევა - განხორციელდა აირ-სითხური ქრომატოგრაფის (TRACE™ 1310 Gas Chromatograph - Thermo Scientific) საშუალებით. ქრომატოგრაფირება მიმდინარეობდა ქრომატოგრაფიულ კაპილარულ სვეტზე - SGE BPX5 Capillary GC Column 30 მ სიგრძის, 0,25 მმ დიამეტრის და 0,25 მკმ უძრავი ფაზის ნაწილაკების ზომით. უძრავ ფაზას წარმოადგენდა 5% Phenyl Polysilphenylene-siloxane.

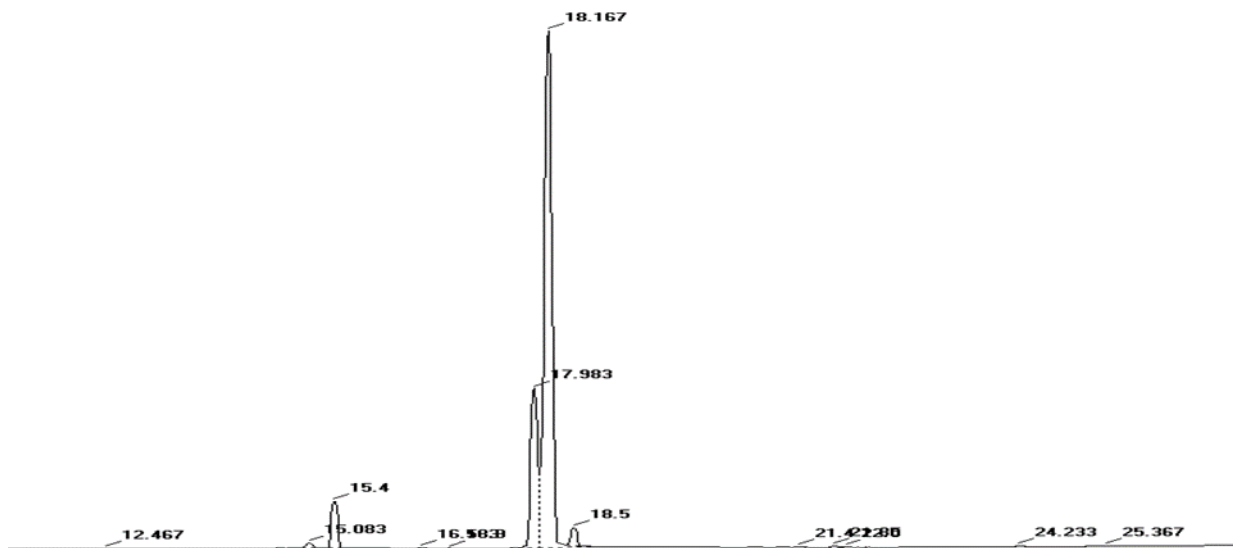
ტყემლის კურკისაგან ცხიმის მისაღებად აღებული იქნა 50 გრამი ჰაერზე გამშრალი წინასწარ დატეხილი კურკები, რომელიც დაქუცმაცდა Bosh-ის ფირმის საფქვავეში და მოთავსდა მუდმივ წონამდე მიყვანილ ფილტრის ქაღალდში. პაკეტი ნიმუშთან ერთად გამოშრა 70 °C (1 სთ) და საექსტრაქციოდ მოთავსებული იქნა სოქსლეტის აპარატში 48 საათის განმავლობაში. ექსტრაქცია მიმდინარეობდა ჰექსანით ცხიმოვანი და პიგმენტური ნაერთების სრულ მოცილებამდე. მიღებული მასა გაშრა საშრობ კარადაში 70°C -ზე მუდმივ წონამდე. დადგინდა, რომ ლიპიდები შეადგენს მასის 40-45%-ს.

ცხიმის აირ-სითხური ქრომატოგრაფირებისათვის აუცილებელია მათი ეთერიფიკაცია, რისთვისაც ისინი მექანიკური მინარევებისაგან გასაწმენდად წინასწარ გაიფილტრა. შემდგომ დაცენტრიფუგირდა და სუოერნანტანტს დაემატა 0.5 მლ 2 ნორმალური KOH-ის 96% სპირტ ხსნარი (შესაძლებელია ეთანოლის ან მეთანოლის გამოყენება). შემდეგ, დაემატა 10 მლ ჰექსანი (საერთო მოცულობა 11,5 მლ). მორევა განხორციელდა სრულ გახსნამდე (მინიმუმ 30 წამის განმავლობაში) და დაცენტრიფუგირდა 10 წუთის განმავლობაში 1000 ბრ/წთ-ზე.

ნიმუშის ზედა ფრაქციიდან 1 მკლ საკვლევი ნიმუშის ინჟექტირება ხორციელდებოდა SGE Analytical Science ფირმის 1.0 მკლ მიკროშპრიცის მეშვეობით. ქრომატოგრაფირებისას მოძრავ ფაზას წარმოადგენს ჰელიუმი, რომლის მოძრაობის სიჩქარე შეადგენს 0,700 მლ/წუთში. ინჟექტორის ტემპერატურული რეჟიმი 250°C-ია, ხოლო, სვეტში შესაყვანი ნიმუშის ჰელიუმის ნაკადში დაყოფა ხორციელდებოდა 1/100 თანაფარდობით.

ქრომატოგრაფირება განხორციელდა ტემპერატურულ გრადიენტით სამ ეტაპად. კერძოდ, ქრომატოგრაფირება იწყება 140°C -ზე, რომელიც მიმდინარეობდა 4 წუთის განმავლობაში. მეორე ეტაპზე ტემპერატურა 20°C/წუთში სიჩქარით იზრდებოდა 220°C-მდე და გრძელდებოდა 16 წუთი. მესამე ეტაპზე ტემპერატურა 7°C/წუთში სიჩქარით იზრდებოდა 300°C-მდე და გრძელდებოდა აღნიშნულ ტემპერატურაზე 7 წუთის განმავლობაში.

ქრომატოგრაფირების სრული დრო შეადგენდა 42,43 წუთს. კარბონმჟავების რაოდენობრივი შემცველობა ისაზღვრება პიკის ფართობის მიხედვით პროცენტებში 0,01%-ის სიზუსტით.



სურ.52. ლიპიდების მეთილ ესტერების აირ-სითხური ქრომატოგრამა

ქრომატოგრაფირების მეშვეობით მიღებული კომპონენტების იდენტიფიკაცია განხორციელდა ცნობილი შედგენილობის მქონე ნიმუშის, ასევე ზოგიერთი სტანდარტული ნაერთის გამოყენებით და ლიტერატურულ მონაცემებთან შედარებით. დადგინდა ტყემლის ზეთში კარბონმჟავების სპეციფიკური შედგენილობა. ანალიზის შედეგები მოყვანილია ქრომატოგრამაზე (სურ.52).

ქრომატოგრაფიულმა კვლევამ დადგინდა, რომ ტყემლის კურკიდან მიღებული ზეთი შეიცავს ცამეტ ცხიმმჟავას, კერძოდ C 16 -პალმიტინის მჟავა, C 17-ჰეპტადეკან მჟავა, C 18- ლინოლენის მჟავა (C18:2n6) ცის-ლინოლის მჟავა (ომეგა-6), ოლეინის მჟავა (C18:1n9c), ელაიდური მჟავა (C18:1n9t), სტეარინის მჟავა (C18:0) (ცხ. №10).

ცხრილი №10. კარბონმჟავათა კომპონენტური შემადგენლობა

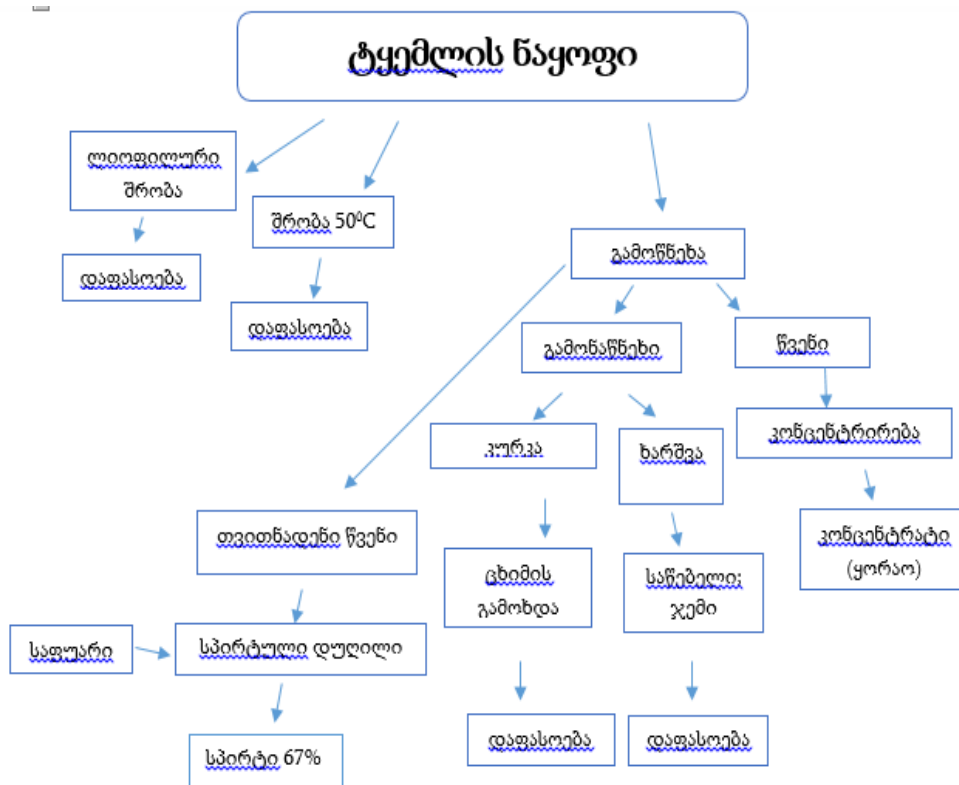
პიკი	კომპონენტის დასახელება	შეკავების დრო (წთ)	ფართობი %
1	Tetradecanoate acid methyl ester (C14:0)	12,467	0.022±0.001
2	Palmitoleic acid methyl ester (C16:1)	15,083	0.563±0.015
3	Palmitic acid methyl ester (C16:0)	15,400	5.199±0.135
4	Heptadecanoic acid methyl ester (C17:1)	16,533	0.107±0.003
5	Heptadecanoic acid methyl ester (C17:0)	16,900	0.049±0.001
6	Linoleic acid methyl ester (C18:2n6c)	17,983	20.246±0.526
7	Oleic acid methyl ester (C18:1n9c)	18,167	71.487±1.859
8	Stearic acid methyl ester (C18:0)	18,500	1.967±0.051
9	Eicosapentaenoic acid methyl ester (C20:5n3)	21,400	0.059±.002
10	Eicosenoic acid methyl ester (C20:1)	21,850	0.177±0.005
11	Erucic acid methyl ester (C22:1)	24,233	0.080±0.002
12	Behenic acid methyl ester (C22:0)	25,367	0.025±0.001
13	Nervonic acid methyl ester (C24:1)	30,900	0.019±0.001

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ ტყემლის კურკიდან მიღებული ზეთის შემადგენლობაში C18 კარბონმჟავები დომინანტია, მათი შემცველობა ცხიმის საერთო შემცველობის 92,685%-ს შეადგენს. კერძოდ დომინანტ კარბონმჟავას წარმოადგენენ ოლეინის მჟავა (C18:1n9c) 61,488%-ს შემცველობით.

**თავი 4. ტყემლის ნაყოფის გადამუშავების პროდუქტებში ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების ცვლილებების ქრომატოგრაფიული შესწავლა**

ტყემლის ნაყოფი მალფუჭებადი ხილია თავისი ნაზი სტრუქტურის გამო. ეს კი მოითხოვს მოსავლის აღების შემდგომ შენახვასა და გადამუშავებას ტემპერატურული პირობების კონტროლით. რაც ხელს შეუწყოს ტყემლის გადამუშავების შემდგომ მის მოხმარებას მთელი წლის განმავლობაში. ტყემალი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მაღალი შემცველობით ხასიათდება და შესაბამისად, მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა. გადამუშავება და პროდუქციის შენახვა მოითხოვს ოპტიმალური პირობების დაცვას, რითაც მაქსიმალურად იქნება შენარჩუნებული ნედლეულის ხარისხი.

ტყემლის ნაყოფში ინდივიდუალური ნაერთების იდენტიფიკაციის შემდგომ საინტერესო იყო თუ როგორ ხდება მათი გადანაწილება ნაყოფის სხვადასხვა ნაწილში- კანი, რბილობი, წვენი, ასევე რა ცვლილებები მიმდინარეობს ნაყოფის გადამუშავების დროს.



**სქემა 2. ტყემლის ნაყოფის გადამუშავება**



საანალიზოდ აღებული ნიმუშის საერთო მასა შეადგენდა 20 კგ, სადაც ნაყოფი - 19,7 კგ (საერთო მასის 98.5%), ფოთოლი და ყუნწი - 0,3 კგ (საერთო მასის 1.5%) წარმოადგენდა. ტყემლის ნაყოფის ბიოლოგიურ აქტივობას განსაზღვრავს მაღალ ანტიოქსიდანტური ანტოციანები, ფენოლკარბონმჟავები და ფლავონები. ტყემლის ნაყოფში მათი გადანაწილება არათანაბარია. ფენოლური ნაერთები მაღალი კონცენტრაციითაა ნაყოფის კანში (14752.15მგ/კგ), საიდანაც ძირითადი ნაწილი კატექინები (11889.02მგ/კგ) და ანტოციანებია (პროანტოციანებია). ნაყოფის ფენოლური ნაერთების წყალში ხსნადი ფორმების სიჭარბის გამო წვეწმში ფენოლური ნაერთების 70%-მდე გადადის, მსგავსი სურათია სხვა ნაერთებთან მიმართებაშიც.

ტყემლის ნაყოფისა და მისგან მიღებული პროდუქტების ბიოაქტიური ნაერთები მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის ნაყოფის თერმული დამუშავების დროს. მურაბის მომზადებისას მათი შემცველობა 10-ჯერ მცირდება, ჯემში კი 5-ჯერ მცირდება. ნაწილობრივ ამის მიზეზი დამატკობელის (შაქარი; გლუკოზა და სხვა დამატებით განზავება) გამოყენებაა, მაგრამ ძირითადი ზეგავლენა სწორედ გადამუშავების დროს მაღალი ტემპერატურაა.

ტყემლის ნაყოფისა და მისგან მიღებული პროდუქტების ბიოაქტიური ნაერთები  
ცხრილი 11.

ნიმუში	ფენოლები შშ.მ. გადაანგ. მგ/100გ	ფლავონოი დები მგ/100გ	ანტოციანებ ი მგ/100გ	ლეიკოანტ ოციანები მგ/100გ	კატექინები მგ/100გ	AA 0.1 mM DPPH 50% ინჰიბირება
მთლიანი ნაყოფი	10804.99±324.14	384.05±11.52	656.20±26.24	210.37±7.99	8930.80±267.92	9.56±0.28
რბილობი	10679.03±341.72	412.93±14.03	483.07±18.35	173.11±6.23	7902.57±252.88	8.22±0.263
კანი	14752.15±501.57	267.18±9.61	1662.96±59.86	608.61±20.69	11889.02±428.00	4.71±0.160
ანაწნები	7766.38±295.12	307.63±11.07	784.10±26.65	235.27±7.05	6770.34±257.27	9.50±0.361
ჯემი	2108.82±73.8087	43.25±1.64	117.48±3.75	42.02±1.34	1502.63±60.1052	11.99±0.35
მურაბა	1410.25±50.769	24.40±0.73	18.01±0.54	13.20±0.46	473.49±17.04	18.68±0.67
ყორაო	16335.62±620.75	490.45±15.69	2326.87±81.44	435.46±16.54	12242.90±428.50	2.12±0.08
წვენი	7313.08±277.89	264.829.53	481.18±17.32	162.96±4.88	6215.60±223.76	30.56±0.97
საწებელი	11392.49±387.34	233.25±8.397	726.06±23.23	239.46±8.62	8762.35±297.91	4.56±0.173
ტყლაპი	5496.02±175.87	182.01±6.55	371.62±11.14	126.82±4.56	4896.89±176.28	6.90±0.276

**წვენის მიღება.** ტყემლის წვენი მიიღება ცივი დაწნებით ან ბლანშირების შემდეგ. კარგად დამწიფებულ ნაყოფს ცილდება კურკა (კურკა გამცლელი დანადგარი) და შემდგომ დაქუცმაცებული მასა დავწნიხეთ. მიღებული მასა გავფილტრეთ. მეორე

ვარიანტი ნაყოფის ბლანშირებაა მწვავე ორთქლით ან მცირე რაოდენობით წყალთან გაცხელებით. ცხელი მასის დაყოვნებით და წვენის განშრევების შემდეგ მისი მოცილებით. წვენის გამოსავალი ცივი დაწნეხის დროს შეადგენდა 60 – 62,5 %, მიღებულ წვენში წყალში ხსნადი ნაერთები - Brix იყო 7,9 – 8,1 % ((ექსტრაქტული ნაერთები 7,3 – 7,35 %), ტიტრული მჟავიანობა 5,21 – 5,24 %. ანტოციანების შემცველობა 140 - 145 მგ/ლ. ბლანშირებით მიღებული წვენის გამოსავალი შეადგენდა 60 – 62,5 %, მიღებულ წვენში წყალში ხსნადი ნაერთები - Brix იყო 7,9 – 8,1 % ((ექსტრაქტული ნაერთები 7,3 – 7,35 %), ტიტრული მჟავიანობა 5,21 – 5,24 %. ანტოციანების შემცველობა 140 - 145 მგ/ლ. წვენის გარკვეული ნაწილი რბილობია (ცივი დაწნეხისას 30 %, ბლანშირებისას 33 %). ანარჩენის სახით რჩება კურკა (15-17%) და კანი რბილობით (3-5%-მდე).

**წვენის კონცენტრატის წარმოება** - წვენი დაკონცენტრირებულ იქნა ვაკუუმის პირობებში (40 – 45 0 C ტემპერატურაზე). კონცენტრატის წარმოება წვენის მოცულობას ამცირებს 7 (Brix 55%) - 9 ჯერ (Brix 60%), რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს შესანახი ნედლეულის მოცულობას. წვენის კონცენტრატში მაქსიმალურად არის შენარჩუნებული ანტოციანები შემცველობა-1305 – 1685 მგ/კგ.

ტყემლის წვენში წყალში ხსნადი ნაერთები ე.წ. Brix იყო 10-11%-მდე, ანტოციანების შემცველობა 191,67 მგ/ლ. წვენი გამოყენებულ იქნა, როგორც ტყემლის „ღვინო“ მასალა, შესაბამისად დამატებულ იქნა კულტურული საფუარი და აქტივატორი, მიღებულ „ღვინოში“, ანტოციანების შემცველობა 188,02 მგ/ლ. ალკოჰოლური დუღილის შედეგად დაგროვდა 5,5,-6 %-მდე ეთილის სპირტი. დადუღებული მასა გაფილტვრის შემდეგ გადავდენეთ (ვაკუუმის პირობებში). გადანადენში- ტყემლის არაყში ეთილის სპირტის შემცველობა 55%-მდეა (მეორადი გადადენით). ჩავატარეთ სხვადასხვა მეთოდით მიღებული ტყემლის არაყის კვლევა. ვაკუუმის პირობებში მიღებული კონცენტრატი ინარჩუნებს სასიამოვნო საგემოვნო თვისებებს და გამოვიყენეთ ტყემლის საწებელის მომზადებისას რბილობის შემავსებლად.

ტყემლის ნაყოფის დაწნეხის შემდე დარჩენილი ანაწნეხი წარმოადგენს საერთო მასის დაახლოებით 20%. მისი ძირითადი ნაწილი ცხიმ შემცველი კურკაა.

#### თავი 4.1. ტყემლის არაყის აირ-სითხური ქრომატოგრაფიული კვლევა.

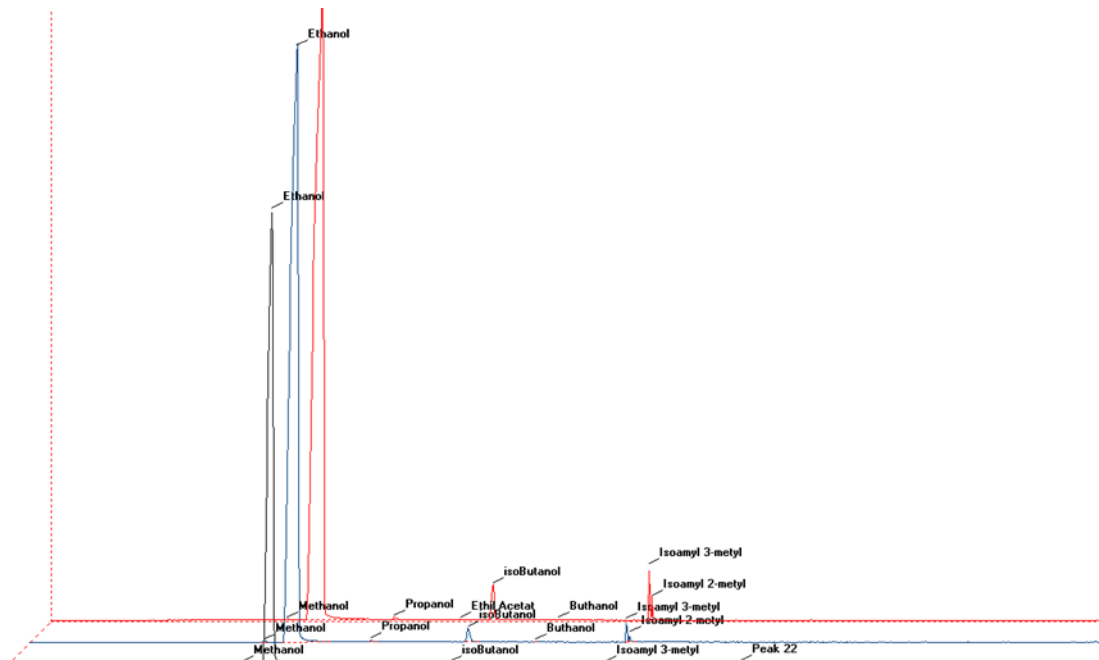
ტყემლის წვენი და სხვა პროდუქტების სპირტული დუღილი წარიმართა სპონტანური საფუარის გამოყენებით (დაახლოებით 15-20 დღე). გადადენით მიღებულ ტყემლის დისტილატს კვლევა ჩაუტარდა აირ-სითხური ქრომატოგრაფის (TRACE™ 1310 Gas Chromatograph – Thermo Scientific) საშუალებით. ქრომატოგრაფირება მიმდინარეობდა ქრომატოგრაფიულ კაპილარულ სვეტზე - SGE BPX5 Capillary GC Column 30 მ სიგრძის, 0,25 მმ დიამეტრის და 0,25 მკმ უძრავი ფაზის ნაწილაკების ზომით. უძრავ ფაზას წარმოადგენდა 5% Phenyl Polysilphenylene-siloxane.

ქრომატოგრაფირებისას მოძრავ ფაზას წარმოადგენს ჰელიუმი, რომლის სიჩქარის გრადიენტია შეადგენს: 1) 5 წუთი 0,500 მლ/წუთში, 2) 2 წუთი 0,700 მლ/წუთში, 3) 2 წუთი 1,000 მლ/წუთში, 4) 20,5 წუთი 2,000 მლ/წუთში. საკვლევი ნიმუშის ინჟექტირება ხორციელდებოდა SGE Analytical Science ფირმის 10 მკლ მიკროშპრიცის მეშვეობით.

ინჟექტორის ტემპერატურული რეჟიმი წარმოადგენდა 250°C-ს, ხოლო, სვეტში შესაყვანი ნიმუშის ჰელიუმის ნაკადში დაყოფა ხორციელდებოდა 1/300 თანაფარდობით.

ქრომატოგრაფირება ხორციელდებოდა ტემპერატურულ გრადიენტში ორ ეტაპად. კერძოდ ქრომატოგრაფირება დავიწყეთ 28°C -ზე, რომელიც მიმდინარეობდა 8 წუთის განმავლობაში. მეორე ეტაპზე 20 (°C/წუთში) სიჩქარით იზრდებოდა 280°C-მდე და ქრომატოგრაფირება გრძელდებოდა 7 წუთი. ქრომატოგრაფირების სრული დრო შეადგენდა 27,60 წუთს.

ქრომატოგრაფირების მეშვეობით დაყოფილი სპირტების დეტექტირება ხდებოდა ალურ-იონიზაციურ დეტექტორზე. დეტექტორის ტემპერატურა შეადგენდა 300°C -ს, წყალბადის მიეწოდებოდა 35 მლ/წთ., ჰაერი 300 მლ/წთ., აირების განდევნა ხორციელდებოდა ჰელიუმით 30 მლ/წთ. დეტექტორის სამუშაო რეჟიმი დიაგრამის სახით მოცემულია სურათ 53-ზე.



სურათი № 53 ტყემლის არაყი GC ქრომატოგრამა

ა-პექტინ მოცილებული; ბ-ტყემლის წვენი; გ- ტყემლის წვენის და რბილობის ნარევის არაყი

ტყემლის არაყი მიღებული იყო რამდენიმე მეთოდის გამოყენებით, რათა დაგვედგინა მეთანოლის შემცველობაზე მაღულარა მასაში პექტინის შემცველობის კავშირი. საინტერესოა, რომ წვენიდან პექტინის მოცილებას არ გამოიწვია მიღებულ არაყში მეთანოლის შემცველობის შემცირება, პირიქით ის რამდენადმე მეტია (0.085%) ვიდრე ტყემლის წვენის (0.053 %) და ტყემლის წვენისა და რბილობისაგან მიღებულ არაყში (0.053). ამ მიმართულებით კვლევები გასაგრძელებელია. მაგრამ სხვა კომპონენტების შემცველობა მნიშვნელოვნად მცირდება პროპანოლი არ დეტექტირდება, მაშინ როდესაც სხვა ნიმუშებში 0.1 %-მდეა. მნიშვნელოვანი სხვაობაა ბუთანოლის შემცველობაშიც 0.05% და 0.9 და 1.9 % შესაბამისად წვენიანსა და რბილობიანში. ასეთივე სურათია იზოამილის წარმოებულების შემთხვევაშიც. პექტინ მოცილებული მასიდან მიღებულ არაყში ის პრაქტიკულად არაა, მაშინ როდესაც სხვა ნიმუშებში ჯამურად თითქმის 2 %-ზე მეტია.

ცხრილი 12. ტყემლის არაყის ძირითადი კომპონენტები

№	კომპონენტის დასახელება	ტყემლის არაყი პექტინ მოცილებული	ტყემლის წვენის არაყი	ტყემლის წვენის რბილობის არაყი და
1	მეთანოლი	0.085±0.002	0.053±0.001	0.053±0.002
2	ეთანოლი	99.764±3.192	99.075±3.368	96.2012.886
3	პროპანოლი	0.	0.107±0.004	0.094±0.003
4	ეთილ აცეტატი	0	0	0.027±0.001
5	იზო ბუთანოლი	0.054±0.001	0.914±0.031	1.978±0.069
6	ბუთანოლი	0	0.018±0.0005	0.033±0.001
7	იზოამილ მეთილი 3-	0.060±0.002	0.603±0.021	1.117±0.040
8	იზოამილ მეთილი 2-	0	0.231±0.008	0.495±0.018
9	Peak 22	0.037±0.001	0	0

**თავი 4.2. ტყემლის ფენოლური ნაერთების ცვლილებები დამუშავების დროს**

ტყემლის ნაყოფში ფენოლური ნაერთების ცალკეული წარმომადგენლის ცვლილება დამუშავების მეთოდებიდან გამომდინარე სხვადასხვა გზით ხდება. ანთოციანებზე თერმული მოქმედების შედეგად მათი შემცველობა მნიშვნელოვნად მცირდება რაოდენობრივად. მათი შემცველობა ჯემში თითქმის 30-ჯერ მცირდება. ასევე 10-ჯერ შემცირდა საწებელში და 4-ჯერ კონცენტრატში (ყორაო) (ცხ. 13).

ტყემლის პროდუქტების ანთოციანები ცხრილი №13

დასახელება	Cy-gal	Cy-rut	Peo-rut	Total mg/kg
მთლიანი ნაყოფი	70.300±2.109	57.7±1.846	21.128±0.8451	151.001±4.530
რბილობი	7.551±0.241	5.289±0.190	2.742±0.082	17.581±0.597
წვენი	9.268±0.296	5.541±0.210	2.466±0.093	17.983±0.539
კანი	60.309±1.929	31.025±1.241	135.158±4.325	393.669±4.738
ტყლაპი ტრადიციული	1.743±0.055	1.968±0.074	1.684±0.058	5.395±0.178
ტყლაპი ლიოფილურად გამშრალი	9.934±0.349	3.706±0.101	26.873±0.811	47.094±1.695
ყორაო ვაკუუმით	7.398±0.251	16.892±0.641	4.806±0.144	43.796±1.532
ყორაო ტრადიციული	3.903±0.156	10.246±0.327	3.384±0.121	41.538±1.453
მურაბა	0.818±0.024	3.365±0.107		6.049±0.205
ტყემლის საწებელი A	1.574±0.059	5.058±0.202	2.59±0.093	15.682±0.548
ტყემლის საწებელი C	10.470±0.353	13.195±0.501	2.903±0.087	30.049±0.967
ტყემლის საწებელი ლიოფილურად გამშრალი A	9.606±0.344	14.77±0.485	69.771±2.132	138.819±4.355

ტყემლის ნაყოფში ნეოქლოროგენის და ქლოროგენის მჟავები დომინანტი ნაერთებია (მთლიან ნაყოფში 0.47 და 0.46 მგ/გ შესაბამისად). თუმცა ტემპერატური ზემოქმედება აქაც უარყოფითად მოქმედებს. მურაბაში მათი შემცველობა ნახევარზე ნაკლებია, საწებელში კი სანელებლების და მასის კონცენტრირების ხარჯზე მატულობს. ტრადიციულ ტყლაპში მნიშვნელოვნად კლებულობს, მაშინ როდესაც ლიოფილურად გამშრალში თითქმის 10-ჯერ მეტია.

**ტყემლის პროდუქტების ფენოლკარბონ მჟავები, კატექინები და პროანთოციანები**

ტყემლის ნაყოფში მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა კვერცეტინის წარმოებული ფლავონოიდური გლიკოზიდები (რუთინი, კვერცეტინ-3-0-გლუკოზიდი და

პენტოზიდი. ტემპერატურის ზემოქმედება აქაც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს, ამცირებს მათ შემცველობას.

ტყემლის პროდუქტების ფენოლკარბონ მჟავები, კატექინები და პროანტოციანები  
ცხრილი №14

დასახელება	ნეოქლოროგენის მჟავა	ქლოროგენის მჟავა	(+)-კატექინი	პროციანიდინი A2	სულ მგ/გ
მთლიანი ნაყოფი	0.47±0.016	0.46±0.017	0.2±0.006	0.052±0.001	1.182±0.02
რბილობი	0.13±0.004	0.24±0.009	0.03±0.0009	0.010±0.0035	0.41±0.01
წვენი	0.59±0.023	0.79±0.025	0.49±0.018	0.011±0.004	1.881±0.03
კანი	0.21±0.007	0.07±0.002	0.09±0.003	0.01±0.004	0.384±0.011
ტყლაპი ტრადიციული	0.09±0.003	0.14±0.005	0.07±0.002	0.003±0.0001	0.303±0.009
ტყლაპი ლიოფილურად გამშრალი	0.61±0.023	1.35±0.047	0.3±0.01	0.017±0.0006	2.277±0.033
ყორაო ვაკუუმით	0.09±0.002	0.17±0.005	0.08±0.002	0.003±0.0001	0.26±0.009
ყორაო ტრადიციული	0.09±0.003	0.16±0.006	0.07±0.002	0.003±0.0001	0.25±0.008
მურაბა	0.149±0.005	0.415±0.013	0.02±0.0007	0.003±0.0001	0.567±0.015
ტყემლის საწებელი A	0.04±0.001	0.11±0.003	0.02±0.0007	0.003±0.0001	0.15±0.004
ტყემლის საწებელი C	1.32±0.050	1.02±0.040	0.2±0.007	0.003±0.0001	2.413±0.07
ტყემლის საწებელი ლიოფილურად გამშრალი A	1,37±0.041	1.69±0.050	0.07±0.002	0.003±0.0001	3.15±0.085

ტყემლის ნაყოფში ნეოქლოროგენის და ქლოროგენის მჟავები დომინანტი ნაერთებია (მთლიან ნაყოფში 0.47 და 0.46 მგ/გ შესაბამისად). თუმცა ტემპერატური ზემოქმედება აქაც უარყოფითად მოქმედებს. მურაბაში მათი შემცველობა ნახევარზე ნაკლებია, საწებელში კი სანელებლების და მასის კონცენტრირების ხარჯზე მატულობს. ტრადიციულ ტყლაპში მნიშვნელოვნად კლებულობს, მაშინ როდესაც ლიოფილურად გამშრალში თითქმის 10-ჯერ მეტია (ცხრილი 14).

ტყემლის პროდუქტების კვერცეტინის წარმოებულები ცხრილი №15

დასახელება	რუთინი	კვერცეტინ-3-0- გლუკოზიდი	კვერცეტინ-3-0- პენტოზიდი	სულ მგ/გ
მთლიანი ნაყოფი	1.27±0.038	0.75±0.03	0.91±0.029	2.93±0.087
რბილობი	0.31±0.009	0.56±0.016	0.8±0.027	1.67±0.053
წვენი	0.46±0.015	1.29±0.041	1.28±0.046	3.03±0.103
კანი	0.09±0.003	0.31±0.0105	0.16±0.006	0.56±0.020
ტყლაპი ტრადიციული	0.13±0.004	0.21±0.007	0.27±0.009	0.61±0.023
ტყლაპი ლიოფილურად გამშრალი	0.96±0.038	2.75±0.1045	0.345±0.013	4.055±0.141
ყორაო ვაკუუმით	0.023±0.0006	0.152±0.006	0.029±0.0009	0.204±0.007
ყორაო ტრადიციული	0.018±0.0005	0.117±0.003	1.47±0.049	1.605±0.060
მურაბა	0.32±0.0108	0.7±0.0245	0.47±0.016	1.49±0.059
ტყემლის საწებელი A	1.13±0.0406	0.78±0.029	0.4±0.015	2.31±0.08
ტყემლის საწებელი C	0.04±0.001	0.04±0.001	0.1±0.0004	0.18±0.005
ტყემლის საწებელი ლიოფილურად გამშრალიA	0.32±0.012	0.31±0.009	0.01±0.0004	0.64±0.024

ტყემლის ნაყოფში მნიშვნელოვანი რაოდენობითაა კვერცეტინის წარმოებული ფლავონოიდური გლიკოზიდები (რუთინი, კვერცეტინ-3-0-გლუკოზიდი და პენტოზიდი. ტემპერატურის ზემოქმედება აქაც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს, ამცირებს მათ შემცველობას (ცხრილი 15).



## დასკვნები:

1. შესწავლილია დასავლეთ საქართველოში გავრცელებული ტყემლის (*Prunus cerasifera* Ehrh) ზოგიერთი ველური ფორმის (5 ფორმა) და კულტურული ჯიშის (5ჯიში) ნაყოფის ტექნიკური მახასიათებლები და წვენის ზოგიერთი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები, რის საფუძველზეც დადგენილ იქნა, რომ ნაყოფი პასუხობს სტანდარტის მოთხოვნებს;

შესწავლილია ტყემლის ნაყოფის ზოგიერთი ველური ფორმის და კულტურული ჯიშის ქიმიური შედგენილობა HPLC პრეპარატული კოლექტორის და UPLC PDA-MS დეტექტორის გამოყენებით. ინდივიდუალურად გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული იქნა 4 კარბონმჟავა (ვაშლ მჟავა, ქუინის მჟავა, ლიმონმჟავა და გალაქტრონის მჟავა) და 3 ნახშირწყალი (გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა);

2. ტყემლის ნაყოფის ზოგიერთი ველური ფორმის და კულტურული ჯიშის ყველა შესწავლილ შემთხვევაში, რაოდენობრივად, ვაშლ მჟავა ჭარბობს სხვა კარბონმჟავების შემცველობას და მათი საერთო რაოდენობის 55–60%-მდეა. ქუინის მჟავა გროვდება მჟავათა მთელი მასის 20-25%-მდე, ხოლო ლიმონის მჟავა უმნიშვნელო რაოდენობითაა (საერთო მასის 5%-მდე). ამ ნაერთების უდიდესი რაოდენობა გადადის წვენში (85-90%);

3. ტყემლის ნაყოფის ზოგიერთი ველური ფორმის და კულტურული ჯიშის შესწავლილის შემთხვევაში წითელ ნაყოფა მწვანე ფოთლიან ჯიშებში და ფორმებში გლუკოზა დომინანტია და ნახშირწყლების შემცველობის 50%-ზე მეტია, ხოლო წითელ ფოთლიან ფორმებში დომინანტი საქაროზაა (60%-მდე). ტყემლის ნაყოფის წვენში შაქარ/მჟავა ინდექსი 4-ზე ნაკლებია;

4. წითელნაყოფა ტყემლის ნაყოფის ზოგიერთი ველური ფორმის და კულტურული ჯიშის რბილობისგან, წვენისა და გამონაწნეხისგან იდენტიფიცირებულია 5 ანტოციანური აგლიკონი (ციანიდინი; პეონიდინი; პეტუნიდინი; მალვიდინი; პელარგონიდინი) და ანტოციანიდინი (ციანიდინ-3-0-გალაქტოზიდი; ციანიდინ-3-0-გლუკოზიდი; ციანიდინ-3-0-რუთინოზიდი; პეონიდინ-3-0-რუთინოზიდი; მალვიდინ-3-0-პარა-კუმაროილ გლუკოზიდი). დომინანტ ნაერთს ყველა შემთხვევაში წარმოადგენდა ციანიდინის წარმოებულები (ციანიდინ-3-0-რუთინოზიდი) და იგი

შეადგენს შესაბამისად რბილობში, წვენსა და გამონაწნებში 25.6მგ/კგ–9.6მგ/კგ–12.48მგ/კგ-ს.

5. დადგენილია ტყემლის ზოგიერთი ველური ფორმის და კულტურული ჯიშის ნაყოფში კატეჩინისა და ეპიკატეჩინის შემცველობა, ასევე პროციანიდინები B1 და C1-ის არსებობა. ამ ნაერთების ჯამური შემცველობა 8930.80 მგ/ 100გ-შია (მ.მ.გ.)

6. ფლავონოიდური გლიკოზიდებიდან იდენტიფიცირებულია აპიგენინ 7-გლუკოზიდი; ლუტეოლინ-7-გლუკოზიდი; რუთინი (კვერცეტინ-3-რუტინოზიდი); კვერცეტინ-3-O-გლუკოზიდი; კვერცეტინ-3-O არაბინოზიდი და აგლიკონი კვერცეტინი; მათი ჯამური შემცველობა 384.05 მგ/100 გ-მდეა;

7. ტყემლის ნაყოფი მდიდარია ფენოლკარბომჟავებით; იდენტიფიცირებულია კუმაროილქუინის მჟავა; ნეოქლოროგენის მჟავა; ქლოროგენის მჟავა;

8. ტყემლის ნაყოფში იდენტიფიცირებულია სტილბენი რესვერატროლი;

9. HPLC მეთოდით კონდუქტომეტრული დეტექტორის გამოყენებით დადგენილია, რომ ტყემლის წვენების კათიონებიდან დომინანტი კალიუმის იონებია ( $2160.5 \pm 49.69$  ppm). ტყემლის წვენებში ასევე ფიქსირდება კალციუმის  $536-1000.02$  ppm, და მაგნიუმის  $536.73 \pm 12.34$  ppm.

10. შემუშავდა ტყემლის ნაყოფის გადამუშავების კომპლექსური ტექნოლოგია, რომელიც იძლევა საშუალებას, ტყემლის წვენი გამოყენებული იქნას „ტყემლია არაყის „მისაღებად, ხოლო კონცენტრატი შემდგომში გამოყენებული იქნას შემავსებლად;

11. დადგენილია, რომ ტყემლის კურკა შეიცავს 40-45 %-მდე ცხიმს, რომელიც ძირითადად უჯერი ლინოლისა და ოლეინის მჟავებითაა წარმოდგენილი.

12. ტყემლის არაყის შემუშავებული ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა შემცირდეს მეთანოლის და მაღალი რიგის სპირტების შემცველობა;

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ზადათურია.ნ. მულაძე. შ.//ტყემლის სხვადასხვა ჯიშების დახასიათება პექტინის შემცველობის მიხედვით და ამ ნედლეულიდან პექტინის მიღების მეთოდი” აგრარული მეცნიერების პრობლემები სამეცნიერო შრომათა კრებული. XXXVI. თბილისი-2005.
2. ნ. ზადათურია. შ. მულაძე. ”ახალი სახეობის პურის ნაწარმი” აგრარული მეცნიერების პრობლემები-სამეცნიერო შრომათა კრებული-XX XVII. თბილისი 2006
3. კუპრეიშვილი ა. ტყემალი, როგორც ძვირფასი ნედლეული კვების მრეწველობაში. // საქართველოს კვების მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები. ტომი 1. 1965. გვ. 43-47.
4. მულაძე შ. პექტინით მდიდარი საკვები პროდუქტი კომფიტიური ასორტი”. საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი სამეცნიერო შრომათა კრებული. ტომი I. #3(44)2008წ
5. მულაძე შორენა ტყემლის სამრეწველო ჯიშებიდან სხვადასხვა კომპლექს წარმომქმნელი თვისებების მქონე პექტინების მიღების რაციონალური ტექნოლოგიის დამუშავება// აიპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, კვების მრეწველობის ინსტიტუტი, ტექნოლოგიების დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაციის ავტორეფერატი. თბილისი 2011
6. ფუტკარაძე ჯეირან, ვანიძე მაია, კალანდია ალექო, დავითაძე რუსლან/ *Prunus cerasifera* Ehrh ზოგიერთი ველური და კულტურული ფორმის ლიპიდური ნაერთები//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის მიერ ორგანიზებულ, აკადემიკოს გივი ცინცაძის დაბადებიდან 90 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო - სამეცნიერო- კონფერენცია „ქიმია-მიღწევები და პერსპექტივები“.
7. A New Database Facilitates Characterization of Flavonoid Intake, Sources, and Positive Associations with Diet Quality among US Adults *The Journal of Nutrition*. 2015;145(6):1239-1248
8. Abraão, A. S.; Fernandes, N.; Silva, A. M.; Domínguez-Perles, R.; Barros, A. *Prunus Lusitanica* L. Fruits as a Novel Source of Bioactive Compounds with Antioxidant Potential:

- Exploring the Unknown. *Antioxidants* **2022**, *11* (9), 1738.  
<https://doi.org/10.3390/antiox11091738>
9. Andersen ØM, Jordheim M. Basic anthocyanin chemistry and dietary sources. *Anthocyanins Health j:Disease*. 2013;1:13-90
  10. *Antioxidant Activities and Major Anthocyanins of Myrobalan Plum (Prunus cerasifera Ehrh.)* - Wang - 2012 - *Journal of Food Science* - Wiley Online Library. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2012.02624.x> (accessed 2022-04-13).
  11. Arbeloa, A.; Daorden, M. E.; García, E.; Andreu, P.; Marín, J. A. In Vitro Culture of 'Myrobalan' (*Prunus Cerasifera* Ehrh.) Embryos. *HortScience* **2009**, *44* (6), 1672–1674. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.6.1672>.
  12. Ayanoglu, H.; Bayazit, S.; İnan, G.; Bakır, M.; Akpınar, A. E.; Kazan, K.; Ergül, A. AFLP Analysis of Genetic Diversity in Turkish Green Plum Accessions (*Prunus Cerasifera* L.) Adapted to the Mediterranean Region. *Sci. Hortic.* **2007**, *114* (4), 263–267. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.06.020>.
  13. Bandeira Reidel, R.V.; Cioni, P.L.; Pistelli, L. Volatile emission of different plant parts and fruit development from Italian cherry plums (*Prunus cerasifera* and *P. cerasifera* 'Pissardii'). *Biochem. System. Ecol.* **2017**, *75*, 10–17.
  14. BaoZhi, Z.; QunLu, L.; HuiTing, Z. Optimization of the ultrasonic extraction of anthocyanins from *Prunus cerasifera* leaves. *J. Shanghai Jiaotong Univ. - Agric. Sci.* **2013**, *31* (6), 41–47.
  15. Bell PG, Walshe IH, Davison GW, Stevenson E, Howatson G. Montmorency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling. *J:Nutrients*. 2014;6(2):829-843
  16. Bijttebier, S.; Van der Auwera, A.; Voorspoels, S.; Noten, B.; Hermans, N.; Pieters, L.; Apers, S. A first step in the quest for the active constituents in *Filipendula ulmaria* (Meadowsweet): Comprehensive phytochemical identification by liquid chromatography coupled to quadrupole-orbitrap mass spectrometry. *Planta Med.* **2016**, *82*, 559–572.

17. Birwall, P.; G1, D.; Sp1, S.; S2, P. Plums: A Brief Introduction. *J. Food Nutr. Popul. Health* 1(1), 0–0.
18. Blackhall, M.L.; Berry, R.; Davies, N.W.; Walls, J.T. Optimized extraction of anthocyanins from reid fruits' *Prunus avium* 'Lapins' cherries. *Food Chem.* **2018**, *256*, 280–285.
19. Bottone, A.; Montoro, P.; Masullo, M.; Pizza, C.; Piacente, S. Metabolite profiling and antioxidant activity of the polar fraction of Italian almonds (Toritto and Avola): Analysis of seeds, skins, and blanching water. *J. Pharm. Biomed. Anal.* **2020**, *190*, 113518.
20. Brown JE, Kelly MF.: Inhibition of lipid peroxidation by anthocyanins, anthocyanidins and their phenolic degradation products. *European Journal of Lipid Science and Technology.* 2007
21. Carmona-Martin, E.; Petri, C. Adventitious regeneration from mature seed-derived tissues of *Prunus cerasifera* and *Prunus insititia*. *Sci. Hortic.* **2020**, *259*, 108746.
22. Carrier, A. Metabolic syndrome and oxidative stress: A complex relationship. *Antioxid. Redox Signal.* **2017**, *26*, 429–431.
23. Castañeda-Ovando A, Pacheco-Hernández M d L, Páez-Hernández ME, Rodríguez JA, Galán-Vidal CA. Chemical studies of anthocyanins: A review. *J: Food Chemistry.* 2009;113(4):859-871
24. Celik, F.; Gundogdu, M.; Alp, S.; Muradoglu, F.; Ercişli, S.; Gecer, M. K.; Canan, I. Determination of Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and Organic Acids Contents of *Prunus Domestica* L., *Prunus Cerasifera* Ehrh. and *Prunus Spinosa* L. Fruits by HPLC. *Acta Chromatogr.* **2017**, *29*(4), 507–510. <https://doi.org/10.1556/1326.2017.00327>
25. Celik, F.; Gundogdu, M.; Alp, Ş.; Muradoğlu, F.; Geçer, M.; Canan, I. Determination of phenolic compounds, antioxidant capacity and organic acids contents of *Prunus domestica* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. and *Prunus spinosa* L. fruits by HPLC. *Acta Chromatogr.* **2017**, *29*, 1–4.
26. Cerulli, A.; Napolitano, A.; Hosek, J.; Masullo, M.; Pizza, C.; Piacente, S. Antioxidant and in vitro preliminary anti-inflammatory activity of *Castanea sativa* (Italian Cultivar “Marrone di Roccadaspide” PGI) burs, leaves, and chestnuts extracts and their metabolite profiles by LC-ESI/LTQOrbitrap/MS/MS. *Antioxidants* **2021**, *10*, 278.

27. Chemical Composition of Fruit in Myrobalan Genotypes (*Prunus Cerasifera* Ehrh.) of the Gornje Polimlje Region. *Vocarstvo* **2007**, *41* (1), 57–61
28. Chen, F.F.; Sang, J.; Zhang, Y.; Sang, J. Development of a green two-dimensional HPLC-DAD/ESI-MS method for the determination of anthocyanins from *Prunus cerasifera* var. *atropurpurea* leaf and improvement of their stability in energy drinks. *Int. J. Food Sci. Technol.* **2018**, *53*, 1494–1502.
29. Cho, J.G.; Cha, B.J.; Seo, W.D.; Jeong, R.H.; Shrestha, S.; Kim, J.Y.; Kang, H.C.; Baek, N.I. Feruloyl sucrose esters from *Oryza sativa* roots and their tyrosinase inhibition activity. *Chem. Nat. Compd.* **2015**, *51*, 1094–1098.
30. Cosme, F.; Pinto, T.; Aires, A.; Morais, M.C.; Bacelar, E.; Anjos, R.; Ferreira-Cardoso, J.; Oliveira, I.; Vilela, A.; Gonçalves, B. Red fruits composition and their health benefits—A review. *Foods* **2022**, *11*, 644.
31. Crupi, P.; Bleve, G.; Tufariello, M.; Corbo, F.; Clodoveo, M.L.; Tarricone, L. Comprehensive identification and quantification of chlorogenic acids in sweet cherry by tandem mass spectrometry techniques. *J. Food Comp. Anal.* **2018**, *73*, 103–111.
32. Czank C, Cassidy A, Zhang Q, Morrison DJ, Preston T, Kroon PA, et al. Human metabolism and elimination of the anthocyanin, cyanidin-3-glucoside: A 13C-tracer study. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2013;97(5):995-1003
33. D’Urso, G.; Napolitano, A.; Cannavacciuolo, C.; Masullo, M.; Piacente, S. Okra fruit: LC-ESI/LTQOrbitrap/MS/MSn based deep insight on polar lipids and specialized metabolites with evaluation of anti-oxidant and antihyperglycemic activity. *Food Funct.* **2020**, *11*, 7856–7865.
34. Davies KM, Schwinn KE, Gould KS. Anthocyanins encycl. J:Applications in Plant Sciences . 2016;2:355-363
35. de la Garza, A.L.; Milagro, F.I.; Boque, N.; Campi3n, J.; Mart3nez, J.A. Natural inhibitors of pancreatic lipase as new players in obesity treatment. *Planta Med.* **2011**, *77*, 773–785.
36. De Leo, M.; Iannuzzi, A.M.; Germano, M.P.; D’Angelo, V.; Camangi, F.; Sevi, F.; Diretto, G.; De Tommasi, N.; Braca, A. Comparative chemical analysis of six ancient italian sweet cherry (*Prunus avium* L.) varieties showing antiangiogenic activity. *Food Chem.* **2021**, *360*, 129999.

37. Del Rio, D.; Rodriguez-Mateos, A.; Spencer, J.P.; Tognolini, M.; Borges, G.; Crozier, A. Dietary (poly)phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.* **2013**, *18*, 1818–1892.
38. Díaz-Mula, H.M.; Zapata, P.J.; Guillén, F.; Martínez-Romero, D.; Castillo, S.; Serrano, M.; Valero, D. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* **2009**, *51*, 354–363.
39. Dreţcanu, G.; Ştirbu, I.; Leopold, N.; Cruceriu, D.; Danciu, C.; Stănilă, A.; Fărcaş, A.; Borda, I. M.; Iuhas, C.; Diaconeasa, Z. Chemical Structure, Sources and Role of Bioactive Flavonoids in Cancer Prevention: A Review. *Plants* **2022**, *11* (9), 1117. <https://doi.org/10.3390/plants11091117>.
40. *Droplet-vitrification of apical shoot tips of Rubus fruticosus L. and Prunus cerasifera Ehrh.* - *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423811003578> (accessed 2022-05-04).
41. Dunaevskaya, E. V.; Gorina, V. M.; Melkozerova, E. A.; Khetagurov, Kh. M.; Kozyrev, A. Kh. *Prunus Cerasifera* Ehrh. Fruits Are a Source of Biologically Active Substances and High-Quality Feedstock for Food for Specific Health Use. *E3S Web Conf.* **2021**, *282*, 04008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128204008>.
42. El-Beltagi, H.; El- Ansary, A.; Mostafa, M.; Kamel, T.; Safwat, G. Evaluation of the Phytochemical, Antioxidant, Antibacterial and Anticancer Activity of *Prunus domestica* Fruit. *Not. Bot. Horti. Agrobot. Cluj Napoca* **2018**, *47*, 395–404.
43. Erturk, Y. Physico-Chemical Characteristics of Wild Plum Fruits (*Prunus Spinosa* L.). *Int. J. Plant Prod.* **2009**
44. FAOSTAT. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (accessed on 14 October 2020).
45. Ferreiro-González, M.; Carrera, C.; Ruiz-Rodríguez, A.; Barbero, G. F.; Ayuso, J.; Palma, M.; Barroso, C. G. A New Solid Phase Extraction for the Determination of Anthocyanins in Grapes. *Molecules* **2014**, *19* (12), 21398–21410. <https://doi.org/10.3390/molecules191221398>.

46. Fiol, A.; García-Gómez, B. E.; Jurado-Ruiz, F.; Alexiou, K.; Howad, W.; Aranzana, M. J. Characterization of Japanese Plum (*Prunus Salicina*) PsMYB10 Alleles Reveals Structural Variation and Polymorphisms Correlating with Fruit Skin Color. *Front. Plant Sci.* **2021**, *12*
47. *Flavonoids—Classification and Natural Sources*. <https://encyclopedia.pub/entry/2767> (accessed 2023-05-25).
48. Fratianni, F.; d’Acierno, A.; Ombra, M. N.; Amato, G.; De Feo, V.; Ayala-Zavala, J. F.; Coppola, R.; Nazzaro, F. Fatty Acid Composition, Antioxidant, and in Vitro Anti-Inflammatory Activity of Five Cold-Pressed *Prunus* Seed Oils, and Their Anti-Biofilm Effect Against Pathogenic Bacteria. *Front. Nutr.* **2021**, *8*, 775751. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.775751>
49. Fu, H.; Mu, X.; Wang, P.; Zhang, J.; Fu, B.; Du, J. Fruit quality and antioxidant potential of *Prunus humilis* Bunge accessions. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0244445.
50. Găman, M.; Epingeac, M.; Diaconu, C.; Găman, A. Oxidative stress levels are increased in type 2 diabetes mellitus and obesity. *J. Hypertens* **2019**, *37*, e265.
51. Garipelli, P. EXTRACTION CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF PRUNUS DOEMSTICA SEED- AS AN EXCIPIENT. **2020**, *7*(5), 8.
52. Gil, M.I.; Toma Barberan, F.A.; Hess-Pierce, B.; Kaderm, A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.* **2012**, *50*, 4976–4982.
53. Goldner, K.; Michaelis, S. V.; Neumüller, M.; Treutter, D. Phenolic Contents in Fruit Juices of Plums with Different Skin Colors. *J. Appl. Bot. Food Qual.* **2015**, *88*. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2015.088.046>.
54. Gómez-Caravaca, A.M.; Verardo, V.; Segura-Carretero, A.; Caboni, M.F.; Fernández-Gutiérrez, A. Development of a rapid method to determine phenolic and other polar compounds in walnut by capillary electrophoresis–electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* **2008**, *1209*, 238–245.
55. Górnaś, P.; Rudzińska, M.; Raczyk, M.; Mišina, I.; Soliven, A.; Lācis, G.; Segliņa, D. Plum Industrial By-Products as a Source of Oil, Essential Fatty Acids, Tocopherols, Tocotrienols, Carotenoids and Squalene: Impact of the Species and Genotype. 13.



56. Górnaś, P.; Rudzińska, M.; Raczyk, M.; Mišina, I.; Soliven, A.; Lācis, G.; Segliņa, D. *Impact of Species and Variety on Concentrations of Minor Lipophilic Bioactive Compounds in Oils Recovered from Plum Kernels*. ACS Publications. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jafc.5b05330> (accessed 2021-08-15). <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05330>.
57. Górnaś, P.; Rudzińska, M.; Soliven, A. Industrial By-Products of Plum *Prunus Domestica* L. and *Prunus Cerasifera* Ehrh. as Potential Biodiesel Feedstock: Impact of Variety. *Ind. Crops Prod.* **2017**, *100*, 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.02.014>.
58. Gündeşli, M. A.; Uğur, R.; Palaz, E. B. PCPM (*Prunus Cerasifera* X *Prunus Microcarpa*) Hybrid Rootstock Candidate: Identification and Production Possibilities with Hardwood Cutting. *Int. J. Agric. Environ. Food Sci.* **2021**, 350
59. Gündüz, K.; Saraçoğlu, O. Variation in Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of *Prunus Cerasifera* Ehrh. Selections from Mediterranean Region of Turkey. *Sci. Hort.* **2012**, *134*, 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.003>.
60. Harborne JB, Williams CA Anthocyanins and other flavonoids. *Natural Product Reports*. 2001;18:310-333
61. Homoki, J.R.; Nemes, A.; Fazekas, E.; Gyémánt, G.; Balogh, P.; Gál, F.; Al-Asri, J.; Mortier, J.; Wolber, G.; Babinszky, L.; et al. Anthocyanin composition, antioxidant efficiency, and  $\alpha$ -amylase inhibitor activity of different Hungarian sour cherry varieties (*Prunus cerasus* L.). *Food Chem.* **2016**, *194*, 222–229.
62. Horbowicz, M.; Kosson, R.; Grzesiuk, A.; Dębski, H. Anthocyanins of Fruits and Vegetables - Their Occurrence, Analysis and Role in Human Nutrition. *Veg. Crops Res. Bull.* **2008**, *68*, 5–22. <https://doi.org/10.2478/v10032-008-0001-8>.
63. Hu, T.; Subbiah, V.; Wu, H.; BK, A.; Rauf, A.; Alhumaydhi, F. A.; Suleria, H. A. R. Determination and Characterization of Phenolic Compounds from Australia-Grown Sweet Cherries (*Prunus Avium* L.) and Their Potential Antioxidant Properties. *ACS Omega* **2021**, *6* (50), 34687–34699. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05112>.
64. Iacona, C.; Cirilli, M.; Zega, A.; Frioni, E.; Silvestri, C.; Muleo, R. A somaclonal myrobalan rootstock increases waterlogging tolerance to peach cultivar in controlled conditions. *Sci. Hort.* **2013**, *156*, 1–8.

65. Igwe, E.O.; Charlton, K.E. A Systematic Review on the Health Effects of Plums (*Prunus domestica* and *Prunus salicina*). *Phyther. Res.* **2016**, *30*, 701–731.
66. Inheritance of Chemical Composition of the Fruit in Hybrids of Myrobalan and Tkemali. *Materialy* **1981**, *4 go S"ezda Gruz o va genetikov i seleksionerov, Tbilisi, 18-20 noyab 1981*, 66–67
67. Ionica, M. E. EVOLUTION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MYROBALAN PLUM FRUITS (*Prunus Cerasifera* EHRH.) DURING THEIR GROWTH AND RIPENING. **11**.
68. Jaffri, S. B.; Ahmad, K. S. Biomimetic Detoxifier *Prunus Cerasifera* Ehrh. Silver Nanoparticles: Innate Green Bullets for Morbific Pathogens and Persistent Pollutants. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2020**, *27*(9), 9669–9685. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07626-6>.
69. Jaffri, S. B.; Ahmad, K. S. *Prunus Cerasifera* Ehrh. Fabricated ZnO Nano Falcates and Its Photocatalytic and Dose Dependent in Vitro Bio-Activity: Photodegradation and Antimicrobial Potential of Biogenic ZnO Nano Falcates. *Open Chem.* **2018**, *16*(1), 141–154. <https://doi.org/10.1515/chem-2018-0022>.
70. Jawad, M.; Ali, M.; Qasim, S.; Akbar, A.; Khan, N. A.; Sadiq, M. B. Determination of Phenolic Compounds and Bioactive Potential of Plum (*Prunus Salicina*) Peel Extract Obtained by Ultrasound-Assisted Extraction. *BioMed Res. Int.* **2022**, *2022*, 7787958. <https://doi.org/10.1155/2022/7787958>
71. Jiang, X.; Yang, Z.; Wang, S.; Deng, S. “Big Data” approaches for prevention of the metabolic syndrome. *Front. Genet.* **2022**, *13*, 810152.
72. Johnson, J. B.; Collins, T.; Mani, J. S.; Naiker, M. Nutritional Quality and Bioactive Constituents of Six Australian Plum Varieties. *Int. J. Fruit Sci.* **2021**, *21*(1), 115–132. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1860863>.
73. Kayano, S.; Kikuzaki, H.; Fukutsuka, N.; Mitani, T.; Nakatani, N. Antioxidant Activity of Prune (*Prunus Domestica* L.) Constituents and a New Synergist. *J. Agric. Food Chem.* **2002**, *50*(13), 3708–3712. <https://doi.org/10.1021/jf0200164>
74. Kayano, S.; Kikuzaki, H.; Hashimoto, S.; Kasamatsu, K.; Ikami, T.; Nakatani, N. Glucosyl terpenates from the dried fruits of *Prunus domestica* L. *Phytochem. Lett.* **2014**, *8*, 132–136.

75. Kent K, Charlton K, Roodenrys S, Batterham M, Potter J, Traynor V, et al. Consumption of anthocyanin-rich cherry juice for 12 weeks improves memory and cognition in older adults with mild-to-moderate dementia. *European Journal of Nutrition*. 2017;56(1):333-341
76. Kikuzaki, H.; Kayano, S.; Fukutsuka, N.; Aoki, A.; Kasamatsu, K.; Yamasaki, Y.; Mitani, T.; Nakatani, N. Abscisic acid related compounds and lignans in prunes (*Prunus domestica* L.) and their oxygen radical absorbance capacity (ORAC). *J. Agric. Food Chem.* **2004**, *52*, 344–349.
77. Kim, D.O.; Jeong, S.W.; Lee, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* **2003**, *81*, 321–326.
78. Krist, S. Plum Kernel Oil. In *Vegetable Fats and Oils*; Krist, S., Ed.; Springer International Publishing: Cham, 2020; pp 599–603. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3\\_95](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3_95)
79. Kuhn, N.; Guan, L.; Dai, Z. W.; Wu, B.-H.; Lauvergeat, V.; Gomès, E.; Li, S.-H.; Godoy, F.; Arce-Johnson, P.; Delrot, S. Berry Ripening: Recently Heard through the Grapevine. *J. Exp. Bot.* **2013**, *65* (16), 4543–4559. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert395>.
80. Lanauskas, J.; Kviklys, D.; Uselis, N.; Buskienė, L. Plum Cultivar Evaluation on Myrobalan Rootstock in Lithuania. *Proc. Latv. Acad. Sci. B Nat. Exact Appl. Sci.* **2019**, *73*, 232–237.
81. Lanauskas, J.; Uselis, N.; Kviklys, D.; Gravite, I.; Kaufmane, E.; Rubauskis, E. Influence of rootstock on plum trees performance during the early years after grafting. *Acta Hort.* **2018**, 293–300.
82. Lara, M. V.; Bonghi, C.; Famiani, F.; Vizzotto, G.; Walker, R. P.; Drincovich, M. F. Stone Fruit as Biofactories of Phytochemicals With Potential Roles in Human Nutrition and Health. *Front. Plant Sci.* **2020**, *11*.
83. Leong, S. Y.; Oey, I. Effects of Processing on Anthocyanins, Carotenoids and Vitamin C in Summer Fruits and Vegetables. *Food Chem.* **2012**, *133* (4), 1577.
84. Liaudanskas, M.; Okulevičiūtė, R.; Lanauskas, J.; Kviklys, D.; Zymonė, K.; Rendyuk, T.; Žvikas, V.; Uselis, N.; Janulis, V. Variability in the Content of Phenolic Compounds in Plum Fruit. *Plants* **2020**, *9* (11), 1611. <https://doi.org/10.3390/plants9111611>

85. Liu, W.; Nan, G.; Nisar, M. F.; Wan, C. Chemical Constituents and Health Benefits of Four Chinese Plum Species. *J. Food Qual.* **2020**, *2020*, e8842506. <https://doi.org/10.1155/2020/8842506>.
86. Liu, W.; Nisar, M. F.; Wan, C. Characterization of Phenolic Constituents from *Prunus Cerasifera* Ldb Leaves. *J. Chem.* **2020**, *2020*, e5976090. <https://doi.org/10.1155/2020/5976090>.
87. Liu, W.; Nisar, M.F.; Wan, C. Characterization of phenolic constituents from *Prunus cerasifera* Ldb. leaves. *J. Chem.* **2020**, *2020*, 5976090.
88. Lo Piccolo, E.; Araniti, F.; Landi, M.; Massai, R.; Guidi, L.; Abenavoli, M.R.; Remorini, D. Girdling stimulates anthocyanin accumulation and promotes sugar, organic acid, amino acid level and antioxidant activity in red plum: An overview of skin and pulp metabolomics. *Sci. Hortic.* **2021**, *280*, 109907.
89. Loizzo, M.R.; Tundis, R.; Leporini, M.; D'Urso, G.; Gagliano Candela, R.; Falco, T.; Piacente, S.; Bruno, M.; Sottile, F. Almond (*Prunus dulcis* cv. *Casteltermini*) skin confectionery by-products: New opportunity for the development of a functional blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott) jam. *Antioxidants* **2021**, *10*, 1218.
90. Manzoor, M.; Anwar, F.; Ashraf, M.; Alkharfy, K. M. Physico-Chemical Characteristics of Seed Oils Extracted from Different Apricot (*Prunus Armeniaca* L.) Varieties from Pakistan. *Grasas Aceites* **2012**, *63* (2), 193–201. <https://doi.org/10.3989/gya.095011>
91. Matsunaga N, Tsuruma K, Shimazawa M, Yokota S, Hara H. Inhibitory actions of bilberry anthocyanidins on angiogenesis. *J. Phytotherapy Research.* 2010;24:1:S42-S47
92. Mikulic-Petkovsek, M.; Stampar, F.; Veberic, R.; Sircelj, H. Wild *Prunus* Fruit Species as a Rich Source of Bioactive Compounds. *J. Food Sci.* **2016**, *81* (8), C1928–C1937. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13398>.
93. Miletić, N.; Popović, B.; Mitrović, O.; Kandić, M. Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Fruits of Plum Cv. 'Stanley' (*Prunus Domestica* L.) as Influenced by Maturity Stage and on-Tree Ripening. *7*.
94. Mocan, A.; Diuzheva, A.; Carradori, S.; Andruch, V.; Massafra, C.; Moldovan, C.; Sisea, C.; Petzer, J. P.; Petzer, A.; Zara, S.; Marconi, G. D.; Zengin, G.; Crişan, G.; Locatelli, M. Development of Novel Techniques to Extract Phenolic Compounds from Romanian Cultivars

- of *Prunus Domestica* L. and Their Biological Properties. *Food Chem. Toxicol.* **2018**, *119*, 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.045>.
95. Mohaghegh, S.; Osouli-Bostanabad, K.; Nazemiyeh, H.; Javadzadeh, Y.; Parvizpur, A.; Barzegar-Jalali, M.; Adibkia, K. A Comparative Study of Eco-Friendly Silver Nanoparticles Synthesis Using *Prunus Domestica* Plum Extract and Sodium Citrate as Reducing Agents. *Adv. Powder Technol.* **2020**, *31* (3), 1169–1180. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2019.12.039>.
96. Morarita, S. V.; Hossu, A. M.; Georgescu, A. A. The Study of Analysed Biochemical Parameters on Fruits of *Prunus Cerasifera* Ehrh. Biotypes. *Rev. Chim.* **2017**, *68* (1), 121–124. <https://doi.org/10.37358/rc.17.1.5402>.
97. Moscatello, S.; Frioni, T.; Blasi, F.; Proietti, S.; Pollini, L.; Verducci, G.; Rosati, A.; Walker, R. P.; Battistelli, A.; Cossignani, L.; Famiani, F. Changes in Absolute Contents of Compounds Affecting the Taste and Nutritional Properties of the Flesh of Three Plum Species Throughout Development. *Foods* **2019**, *8* (10), 486. <https://doi.org/10.3390/foods8100486>.
98. Motisi, A.; Pernice, F.; Sottile, F.; Caruso, T. Rootstock effect on stem water potential gradients in cv. “Armking” nectarine trees. *Acta Hortic.* **2004**, *658*, 75–79.
99. Murathan, Z. T.; Arslan, M.; Erbil, N. Analyzing Biological Properties of Some Plum Genotypes Grown in Turkey. *Int. J. Fruit Sci.* **2020**, *20* (sup3), S1729–S1740. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1830917>.
100. Murathan, Z.A.; Mehmet, E.N. Analyzing biological properties of some plum genotypes grown in turkey. *Int. J. Fruit Sci.* **2020**, *20*, 3–15.
101. Najafabad, A.M.; Jamei, R. Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of methanolic and ethanolic extracts of plum (*Prunus domestica* L.) in both fresh and dried samples. *Avicenna J. Phytomed.* **2014**, *4*, 11.
102. Napolitano, A.; Di Napoli, M.; Castagliuolo, G.; Badalamenti, N.; Cicio, A.; Bruno, M.; Piacente, S.; Maresca, V.; Cianciullo, P.; Capasso, L.; et al. The chemical composition of the aerial parts of *Stachys spreitzenhoferi* (Lamiaceae) growing in Kythira Island (Greece), and their antioxidant, antimicrobial, and antiproliferative properties. *Phytochemistry* **2022**, *203*, 113373.

103. Nasri, A.; Baklouti, E.; Ben Romdhane, A.; Maalej, M.; Schumach, H.M.; Drira, N.; Fki, L. Large-scale propagation of Myrobolan (*Prunus cerasifera*) in RITA® bioreactors and ISSR-based assessment of genetic conformity. *Sci. Hortic.* **2019**, *245*, 144–153.
104. Navarro-Hoyos, M.; Arnáez-Serrano, E.; Quesada-Mora, S.; Azofeifa-Cordero, G.; Wilhelm-Romero, K.; Quirós-Fallas, M.I.; Alvarado-Corella, D.; Vargas-Huertas, F.; Sánchez-Kopper, A. Polyphenolic QTOF-ESI MS characterization and the antioxidant and cytotoxic activities of *Prunus domestica* commercial cultivars from Costa Rica. *Molecules* **2021**, *26*, 6493.
105. Nečas, T.; Rampáčková, E.; Göttingerová, M.; Kiss, T.; Ondrášek, I. Evaluation of Non-Traditional Plum Cultivars for Growing in the Czech Conditions. *Acta Hortic.* **2021**, No. 1322, 113–124. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1322.18>
106. Olszewska, M.; Kwapisz, A. Metabolite profiling and antioxidant activity of *Prunus padus* L. flowers and leaves. *Nat. Prod. Res.* **2011**, *25*, 1115–1131.
107. Ortega-Vidal, J.; Cobo, A.; Ortega-Morente, E.; Gálvez, A.; Martínez-Bailén, M.; Salido, S.; Altarejos, J. Antimicrobial activity of phenolics isolated from the pruning wood residue of European plum (*Prunus domestica* L.). *Ind. Crops Prod.* **2022**, *176*, 114296.
108. Packera L GRimbachaFVirgilia Antioxidant activity and biologic properties of a procyanidin-rich extract from pine (*pinus maritima*) bark, pycnogenol Journal : Free Radical Biology and Medicine Volume 27, Issues 5–6, September 1999, Pages 704-724
109. Pešaković, M.; Glišić, I.; Tomić, J.; Karaklajić-Stajić, Ž.; Rilak, B.; Mandić, L.; Đukić, D. Evaluation of Innovative and Environmentally Safe Growing Practice Suitable for Sustainable Management of Plum Orchards. *Acta Agric. Serbica* **2020**, *25* (49), 77–82. <https://doi.org/10.5937/AASer2049077P>.
110. *Phenolic profile of pollen collected from different “Oblačinska” sour cherry (Prunus cerasus L.) clones / International Society for Horticultural Science.* [http://www.actahort.org/books/1235/1235\\_53](http://www.actahort.org/books/1235/1235_53)
111. *PHENOLICS AND OTHER COMPOUNDS WITH ANTIOXIDATIVE EFFECT IN STONE FRUIT - PRELIMINARY RESULTS / International Society for Horticultural Science.* [http://www.actahort.org/books/734/734\\_51.htm](http://www.actahort.org/books/734/734_51.htm) (accessed 2022-07-07).

112. Pojer E, Mattivi F, Johnson D, Stockley CS. The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013;12:483-508
113. Poljuha, D.; Sladonja, B.; Poljuha, D.; Sladonja, B. *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*; 2013. <https://doi.org/10.5772/3442>.
114. Popović, B.M.; Blagojević, B.; Kucharska, A.Z.; Agić, D.; Magazin, N.; Milović, M.; Serra, A.T. Exploring fruits from genus *Prunus* as a source of potential pharmaceutical agents—In vitro and in silico study. *Food Chem.* **2021**, *358*, 129812.
115. Priyanka, V.; Kumar, R.; Dhaliwal, I.; Kaushik, P. Germplasm Conservation: Instrumental in Agricultural Biodiversity: A Review. *Sustainability* **2021**, *13*, 6743.
116. Purohit, M.C.; Rawat, M.S.M.; Pant, G.; Nautiyal, A.K.; Sakakibara, J.; Kaiya, T. A methyl ester of melilotoside from the sapwood of *Prunus cornuta*. *Phytochemistry* **1993**, *32*, 431–432.
117. Putkaradze Jeiran, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ Biologically Active Compounds of Prune Fruits and Products Obtained from Them// International conferensy, American Chemecal Society 2022
118. Putkaradze Jeiran, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/Chemical composition of Prunus sort «red flag» fetus and its derivative products"// გამოყენებითი ბიოტექნოლოგიის მე-2 საერთაშორისო სკოლა-სემინარი,2019
119. Putkaradze Jeiran, Mzia diasamidze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ The Waste Obtained From The Processing Of Tkemali Fruits And Our Living Environment
120. Putkaradze Jeiran, Mzia diasamidze, Maia Vanidze, Aleko Kalandia/ Antioxidant Activity of Prunus cerasifera products// <http://www.crdeepjournal.org/wp-content/uploads/2021/06/Vol-10-3-2-IJLS.pdf>, 2022
121. Putkaradze, J.; Diasamidze, M.; Vanidze, M.; Kalandia, A. Antioxidant Activity of *Prunus cerasifera* products. *Int. J. Life Sci.* **2021**, *10*, 52–54.
122. Rahman, M.M.; Rahaman, M.S.; Islam, M.R.; Rahman, F.; Mithi, F.M.; Alqahtani, T.; Almikhlaifi, M.A.; Alghamdi, S.Q.; Alruwaili, A.S.; Hossain, M.S.; et al. Role of phenolic compounds in human disease: Current knowledge and future prospects. *Molecules* **2021**, *27*, 233.

123. Reidel, R. V. B.; Cioni, P. L.; Pistelli, L. Volatile Emission of Different Plant Parts and Fruit Development from Italian Cherry Plums (*Prunus Cerasifera* and *P. Cerasifera* 'Pissardii'). *Biochem. Syst. Ecol.* **2017**, *75*, 10–17
124. Rop, O.; Jurikova, T.; Mlcek, J.; Kramarova, D.; Sengee, Z. Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica* L.) typical of the White Carpathian Mountains. *Sci. Hortic.* **2009**, *122*, 545–549.
125. Saeed, A.; Hanif, M. A.; Nawaz, H.; Qadri, R. W. K. The Production of Biodiesel from Plum Waste Oil Using Nano-Structured Catalyst Loaded into Supports. *Sci. Rep.* **2021**, *11* (1), 24120. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03633-w>
126. Sahamishirazi, S.; Moehring, J.; Claupein, W.; Graeff-Hoenninger, S. Quality Assessment of 178 Cultivars of Plum Regarding Phenolic, Anthocyanin and Sugar Content. *Food Chem.* **2017**, *214*, 694–701. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.070>.
127. Saraswathi, K.; Sivaraj, C.; Arumugam, P. Antioxidant and Antibacterial Activities of Ethanol Fruit Extract of Cherry Plum - *Prunus Cerasifera* Ehrh. *J. Drug Deliv. Ther.* **2020**, *10* (1-s), 45–50. <https://doi.org/10.22270/jddt.v10i1-s.3851>.
128. Sarıdaş, M. A.; Kafkas, E.; Zarifikhosroshahi, M.; Bozhaydar, O.; Kargi, S. P. Quality Traits of Green Plums (*Prunus Cerasifera* Ehrh.) at Different Maturity Stages. *Turk J Agric For* **9**.
129. Savic Gajic, I.; Savic, I.; Cekić, N.; Đorđević, D.; Bogićević, M. The Valorization of Plum Seed Oil for the Development of Topical Formulation. *Adv. Technol.* **2022**, *11*, 22–31. <https://doi.org/10.5937/savteh2201022S>
130. Savic, I.; Savic Gajic, I.; Gajic, D. Physico-Chemical Properties and Oxidative Stability of Fixed Oil from Plum Seeds (*Prunus Domestica* Linn.). *Biomolecules* **2020**, *10* (2), 294. <https://doi.org/10.3390/biom10020294>
131. Scuteri, A.; Laurent, S.; Cucca, F.; Cockcroft, J.; Cunha, P.G.; Mañas, L.R.; Mattace Raso, F.U.; Muiesan, M.L.; Rylisškytė, L.; Rietzschel, E.; et al. Metabolic Syndrome and arteries research (MARE) consortium. Metabolic syndrome across Europe: Different clusters of risk factors. *Eur. J. Prev. Cardiol.* **2015**, *22*, 486–491.
132. Sebastian RS, Wilkinson Enns C, Goldman JD, Martin CL, Steinfeldt LC, Murayi T, et al. A new database facilitates characterization of flavonoid



133. *Self-incompatibility in plums (Prunus salicina Lindl., Prunus cerasifera Ehrh. and Prunus domestica L.). A minireview / International Journal of Horticultural Science.* <https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/646> (accessed 2022-04-14).
134. Shen, J.; Zhang, P.; Zhang, X.; Yao, J.; Chang, J.-M. Extraction process and composition identification of anthocyanins from Xinjiang wild *Prunus cerasifera* fruit peel. *Pak. J. Pharm. Sci.* **2021**, *34*, 2409–2415.
135. Shi, Z.; Jia, C.; Wang, D.; Deng, J.; Xu, G.; Wu, C.; Dong, M.; Guo, Z. Synthesis and Characterization of Porous Tree Gum Grafted Copolymer Derived from *Prunus Cerasifera* Gum Polysaccharide. *Int. J. Biol. Macromol.* **2019**, *133*, 964–970. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.128>
136. Sims CA, Morris JR. A comparison of the color components and color stability of red wine from Noble and Cabernet sauvignon at various pH levels. *J:Components*. 1985
137. Slepneva, T.; Makarenko, S. Economic and Biological Evaluation Hybrids of *Prunus Cerasifera* Ehrem. Var. *Pissardii* Bail. in Conditions of the Southern Urals. *BIO Web Conf.* **2020**, *24*, 00082. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202400082>.
138. Smailagić, A.; Veljović, S.; Gašić, U. M.; Dabić-Zagorac, D.; Stanković, M.; Radotić, K.; Natić, M. Phenolic Profile, Chromatic Parameters and Fluorescence of Different Woods Used in Balkan Cooperage. *Ind. Crops Prod.* **2019**, *132*, 156–167. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.017>
139. Smanalieva, J.; Iskakova, J.; Oskonbaeva, Z.; Wichern, F.; Darr, D. Determination of Physicochemical Parameters, Phenolic Content, and Antioxidant Capacity of Wild Cherry Plum (*Prunus Divaricata* Ledeb.) from the Walnut-Fruit Forests of Kyrgyzstan. *Eur. Food Res. Technol.* **2019**, *245* (10), 2293–2301. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03335-8>.
140. Sokół-Łętowska, A.; Kucharska, A. Z.; Hodun, G.; Gołba, M. Chemical Composition of 21 Cultivars of Sour Cherry (*Prunus Cerasus*) Fruit Cultivated in Poland. *Mol. Basel Switz.* **2020**, *25* (19), E4587. <https://doi.org/10.3390/molecules25194587>.
141. Sottile, F.; Caltagirone, C.; Giacalone, G.; Peano, C.; Barone, E. Unlocking plum genetic potential: Where are we at? *Horticulturae* **2022**, *8*, 128.
142. Sottile, F.; Napolitano, A.; Badalamenti, N.; Bruno, M.; Tundis, R.; Loizzo, M. R.; Piacente, S. A New Bloody Pulp Selection of Myrobalan (*Prunus Cerasifera* L.): Pomological Traits,

- Chemical Composition, and Nutraceutical Properties. *Foods* **2023**, *12* (5), 1107. <https://doi.org/10.3390/foods12051107>
143. Sulusoglu, M. Phenolic Compounds and Uses in Fruit Growing. **2014**, No. 1, 10.
144. Sun, J.; Lin, L.; Chen, P. Study of the mass spectrometric behaviors of anthocyanins in negative ionization mode and its applications for characterization of anthocyanins and non-anthocyanin polyphenols. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2012**, *26*, 1123–1133.
145. Szymajda, M.; Napiórkowska, B.; Korbin, M.; Żurawicz, E. Studies on the Interspecific Crossing Compatibility among Three *Prunus* Species and Their Hybrids. *Hortic. Sci.* **2016**, *42* (No. 2), 70–82. <https://doi.org/10.17221/273/2014-HORTSCI>.
146. Szymajda, M.; Studnicki, M.; Kuras, A.; Żurawicz, E. Cross-compatibility in interspecific hybridization between three *Prunus* species. *S. Afr. J. Bot.* **2022**, *146*, 624–633.
147. Tao, S.; Huang, Y.; Chen, Z.; Chen, Y.; Wang, Y.; Wang, Y. Rapid identification of anti-inflammatory compounds from Tongmai Yangxin Pills by liquid chromatography with high-resolution mass spectrometry and chemometric analysis. *J. Sep. Sci.* **2015**, *38*, 1881–1893.
148. Telichowska, A.; Kobus-Cisowska, J.; Szulc, P. Phytopharmacological Possibilities of Bird Cherry *Prunus Padus* L. and *Prunus Serotina* L. Species and Their Bioactive Phytochemicals. *Nutrients* **2020**, *12* (7), E1966. <https://doi.org/10.3390/nu12071966>.
149. Tiboni, M.; Coppari, S.; Casettari, L.; Guescini, M.; Colomba, M.; Fraternali, D.E.; Gorassini, A.; Verardo, G.; Ramakrishna, S.; Guidi, L.; et al. *Prunus spinosa* extract loaded in biomimetic nanoparticles evokes in vitro anti-inflammatory and wound healing activities. *Nanomaterials* **2021**, *11*, 36.
150. Tomás-Barberan, F. A.; Ferreres, F.; Gil, M. I. Antioxidant Phenolic Metabolites from Fruit and Vegetables and Changes during Postharvest Storage and Processing. In *Studies in Natural Products Chemistry*; Atta-ur-Rahman, Ed.; Bioactive natural Products (Part D); Elsevier, 2000; Vol. 23, pp 739–795. [https://doi.org/10.1016/S1572-5995\(00\)80141-6](https://doi.org/10.1016/S1572-5995(00)80141-6).
151. Tomić, J.; Štampar, F.; Glišić, I.; Jakopič, J. Phytochemical Assessment of Plum (*Prunus Domestica* L.) Cultivars Selected in Serbia. *Food Chem.* **2019**, *299*, 125113. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125113>.

152. Topp, B.L.; Russell, D.M.; Neumüller, M.; Dalbó, M.A.; Liu, W. Plum. In Fruit Breeding; Badenes, M.L., Byrne, D.H., Eds.; Handbook of Plant Breeding; Springer: Boston, MA, USA, 2012; pp. 571–621, ISBN 978-1-4419-0763-9.
153. Treutter, D.; Wang, D.; Farag, M. A.; Baires, G. D. A.; Rühmann, S.; Neumüller, M. Diversity of Phenolic Profiles in the Fruit Skin of *Prunus Domestica* Plums and Related Species. *J. Agric. Food Chem.* **2012**, *60*(48), 12011–12019. <https://doi.org/10.1021/jf303644f>.
154. Tundis, R.; Loizzo, M.R.; Menichini, F. Natural products as alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: An update. *Mini-Rev. Med. Chem.* **2010**, *10*, 315–331.
155. Turturică M, Oancea AM, Râpeanu G, Bahrim G. Anthocyanins: Naturally occurring fruit pigments with functional properties. *Ann. Univ. Dunarea Jos Galati, Fascicle VI. Food Technology.* 2015;39:9-24
156. Valderrama-Soto, D.; Salazar, J.; Sepúlveda-González, A.; Silva-Andrade, C.; Gardana, C.; Morales, H.; Battistoni, B.; Jiménez-Muñoz, P.; González, M.; Peña-Neira, Á.; Infante, R.; Pacheco, I. Detection of Quantitative Trait Loci Controlling the Content of Phenolic Compounds in an Asian Plum (*Prunus Salicina* L.) F1 Population. *Front. Plant Sci.* **2021**, *12*
157. Vanidze Maia, Jeiran Putkaradze, Nona Surmanidze, Inga Kartsivadze, Indira Djaparidze, Aleko Kalandia/ Antioxidants of Introductory and Endemic Plants in Georgia.
158. Varga, E.; Domokos, E.; Fogarasi, E.; Steanesu, R.; Fülöp, I.; Croitoru, M.D.; Laczkó-Zöld, E. Polyphenolic compounds analysis and antioxidant activity in fruits of *Prunus spinosa* L.]. *Acta Pharm. Hung.* **2017**, *87*, 19–25.
159. Wallace TC, Blumberg JB, Johnson EJ, Shao A. Dietary bioactives: Establishing a scientific framework for recommended intakes. *J:Advances in Nutrition.* 2015;6(1):1-4
160. Wang, Y.; Chen, X.; Zhang, Y.; Chen, X. Antioxidant Activities and Major Anthocyanins of Myrobalan Plum (*Prunus Cerasifera* Ehrh.). *J. Food Sci.* **2012**, *77* (4), C388–C393. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02624.x>.
161. Wei, L.; Farrukh, N. M.; Chunpeng, W. Characterization of Phenolic Constituents from *Prunus Cerasifera* Ldb Leaves. *J. Chem. Web* **2020**, *2020*
162. . Wojdyło, A.; Nowicka, P.; Turkiewicz, I.P.; Tkacz, K. Profiling of polyphenols by LC-QTOF/ESI-MS, characteristics of nutritional compounds and in vitro effect on pancreatic

- lipase,  $\alpha$ -glucosidase,  $\alpha$ -amylase, cholinesterase and cyclooxygenase activities of sweet (*Prunus avium*) and sour (*P. cerasus*) cherries leaves and fruits. *Ind. Crops Prod.* **2021**, *174*, 114214.
163. Wrolstad, R.; Giusti, M. M.; Kalt, W. *Anthocyanins*; MDPI, Basel, 2016.  
<https://doi.org/10.3390/books978-3-03842-229-7>.
164. Wu, X.; Wang, Y.; Huang, X.J.; Fan, C.L.; Wang, G.C.; Zhang, X.Q.; Zhang, Q.W.; Ye, W.C. Three new glycosides from *Hylocereus undatus*. *J. Asian Nat. Prod. Res.* **2011**, *13*, 728–733.
165. Yan, Y.; Chen, X.; Zhang, Y.; Chen, X. Antioxidant Activities and Major Anthocyanins of Myrobalan Plum (*Prunus Cerasifera* Ehrh.). *J. Food Sci.* **2012**, *77* (4), C388–C393.  
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02624.x>.
166. Yao LH, Jiang YM, Shi J, Tomás-Barberán FA, Datta N, Singanusong R, et al. Flavonoids in food and their health benefits. *J. Plant Foods for Human Nutrition.* 2004;59(3):113-122
167. Zhang Y, Butelli E, Martin C. Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. *J. Current Opinion in Plant Biology.* 2014;19:81-90
168. Zhang, X.; Lin, Z.; Fang, J.; Liu, M.; Niu, Y.; Chen, S.; Wang, H. An on-line high-performance liquid chromatography–diode-array detector–electrospray ionization–ion-trap–time-of-flight–mass spectrometry–total antioxidant capacity detection system applying two antioxidant methods for activity evaluation of the edible flowers from *Prunus mume*. *J. Chromatogr. A* **2015**, *1414*, 88–102.
169. Zhang, X.; Su, M.; Du, J.; Zhou, H.; Li, X.; Zhang, M.; Hu, Y.; Ye, Z. Profiling of naturally occurring proanthocyanidins and other phenolic compounds in a diverse peach germplasm by LC-MS/MS. *Food Chem.* **2023**, *403*, 134471.