

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ვერიკო ნაყოფია

ადგილობრივი ფიტოგენეტიკური რესურსიდან  
(შინდი,ქაცვი,მოცვი) ანტიოქსიდანტური სასმელების მიღება

სადოქტორო პროგრამა- ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერია  
შიფრი - 0410

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2016 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტში; სტუ-სკვების მრეწველობის ინსტიტუტში; ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში; ელევთერ ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტში; შპს „ღვინის ლაბორატორიაში“ და „შპს მულტიტექსტში“.

სამეცნიერო ხელმძღვანელები : პროფესორი თამარ კაჭარავა  
პროფესორი ლერი გვასალია

რეცენზენტები: -----  
-----

დაცვა შედგება 2016 წლის "-----" -----, ----- საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, კორპუსი II, აუდიტორია-კომპიუტერული ცენტრის სასემინარო დარბაზი  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: ადამიანის ჯანმრთელობის დამცავი სისტემის ბუნებრივი ანტიოქსიდანტებით გამყარება ერთ-ერთი აქტუალური თემაა თანამედროვე მეცნიერებაში. ორგანული ქიმია დღითი დღე ვითარდება, მაგრამ ინტერესი და მოთხოვნა ბუნებრივ შენაერთებზე კი არ მცირდება, არამედ კიდევ უფრო იზრდება. პროცესს შეუქცევადი სახე აქვს და ეს არც არის გასაკვირი. დღეს საკვები პროდუქტები გაჯერებულია სინთეტიკური და სინერგეტიკული ბუნების ანტიოქსიდანტებით, რომელთა გადამუშავებაც ადამიანის ორგანიზმს უჭირს. ამასთანავე, მათი მოხმარება უამრავ თანმდევ მოვლენასაც იწვევს, იგივე ალერგიული დაავადებების სახით. ფიტონაერთები კი აბსოლუტურად შეთვისებადი ფორმით არიან წარმოდგენილი ბუნებაში. განსაკუთრებით აუცილებელია ასეთი ნაერთები ცოცხალ ორგანიზმებში მეტაბოლიტური პროცესების სწორად წარმართვისათვის.

გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან ორგანიზმის ადაპტაცია ხანგრძლივი პროცესია, შეგუება კი ორგანიზმის ფუნქციონალურ დარღვევებსა და ბიომორფოლოგიურ ცვლილებებს იწვევს. ამ პროცესში ჯანმრთელი კვება განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს და მისი როლი სათანადოდ უნდა შეფასდეს. მცენარეული, მათ შორის ხილ-კენკროვანი ნედლეულის გამოყენებით დამზადებული საკვები პროდუქტების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიის შემუშავება და მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისების მქონე უალკოჰოლო სასმელების მიღება აქტუალურია. იგი მომავალში გავრცელებულ მრავალ დაავადებათა პროფილაქტიკასა და დამცავი სისტემების ჩამოყალიბებაში წამყვან როლს ითამაშებს გარემოს არახელსაყრელი პირობების საპასუხოდ, რადგან ონტოგენეზის პერიოდში მცენარეში მკაცრად ლიმიტირებული რაოდენობით და თანმიმდევრობით წარმოიქმნება ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ისეთი აუცილებელი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები, როგორებიცაა ნახშირწყლები, ცილები, ვიტამინები, ფენოლები, ანტოციანები, ეთერზეთები და სხვა, რომელთა დადებითი მოქმედება სტაბილურია თანმდევი გართულებების გარეშე.

მცენარეული წარმოშობის ნაერთები, როგორც აღვნიშნეთ, აძლიერებს ორგანიზმის იმუნიტეტს და ხელს უშლის მრავალი დაავადების პროვოცირებას. გამომდინარე იქედან, რომ მოსახლეობის უმეტესი ნაწილი ესენციური მიკრონუტრიენტების დეფიციტს განიცდის, ამიტომ მცენარეული ნედლეულიდან წარმოებული ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე სასმელები მათთვის როგორც კვებითი, ასევე პროფილაქტიკის საშუალება ხდება.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანი იყო შეგვექმნა ადგილობრივი ფიტოგენეტიკური ხილ-კენკროვანი რესურსიდან (შინდი, ქაცვი და მოცვი) მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე სასმელების მიღების ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა, რომლის საშუალებით დამზადებულ პროდუქციაში შენარჩუნდებოდა მცენარეებში არსებული ფენოლური ნაერთების მაღალი რაოდენობრივი მაჩვენებელი. დასახული მიზნის მისაღწევად შესწავლილ იქნა შემდეგი საკითხები:

- მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ფენოლური ნაერთების როლი ბუნებაში, მათი მოქმედების მექანიზმები და თანმდევი პროცესები;
- ადგილობრივი ფიტოგენეტიკური რესურსიდან (შინდი, ქაცვი და მოცვი) არეალისა და მარაგების გათვალისწინებით ანტიოქსიდანტური სასმელების საწარმოებლად საუკეთესო ფორმების შერჩევა მათი ბიომორფოლოგიური, ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პარამეტრების გათვალისწინებით;
- ანტიოქსიდანტური სასმელების მიღების ინოვაციური ტექნოლოგიის შემუშავება მცენარეულ ნედლეულში არსებული ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური შენარჩუნებისათვის და მაღალი ანტირადიკალური თვისების მქონე პროდუქციის წარმოებისათვის;
- მცენარეულ ნედლეულსა და მისგან წარმოებულ სასმელებში სხვადასხვა კონცენტრაციის თავისუფალი რადიკალების შეყვანით ანტიოქსიდანტური აქტივობის კინეტიკის შესწავლა და ამ პროცესის მათემატიკური მოდელის შექმნა;
- წარმოებული სასმელების შენახვისას მათი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლების ცვლილების შესწავლა.

- ჩვენ მიერ წარმოებული სასმელების ანტიოქსიდანტური აქტივობების შედარება სხვადასხვა სახეობის ღვინისა და წიპწის პროდუქციის ანტირადიკალურ მაჩვენებლებთან.

მეცნიერული სიახლე: ყველასათვის ცნობილია ისეთი სასმელების მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა და შესაბამისად, სამკურნალო თვისებები, როგორცაა ჩაი, ციტრუსოვან მცენარეთა წვენები, კახური მეთოდით დაყენებული წითელი ღვინოები და სხვა. სამწუხაროდ, ამ მხრივ ხილკენკროვანთა სასმელები ნაკლებადაა შესწავლილი. სადისერტაციო ნაშრომის მეცნიერული სიახლეა:

- ძვირფასი მცენარეული ნედლეულიდან (შინდი, ქაცვი, მოცვი) ჩვენ მიერ შემუშავებული ანტიოქსიდანტური სასმელების წარმოების ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა;

- ინოვაციური ტექნოლოგიის მიხედვით მიღებულ სასმელებზე სამწლიანი დაკვირვების შედეგად დადგინდა, რომ ანტიოქსიდანტური აქტივობის მდგრადობა და შენახვისუნარიანობა როგორც ნორმალურ (18-20°C), ასევე სამაცივრო პირობებში (2-5°C) შენარჩუნდა 15 თვის მანძილზე;

- ჩვენ მიერ შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემით შინდი-საგან დამზადებულმა სასმელმა-„პ“ და ამავე მცენარეული ნედლეულისგან ახლადგამოწურულმა წვენმა თანაბარი ანტიოქსიდანტური თვისებები გამოავლინეს;

- ადგილობრივი ფიტოგენეტიკური რესურსიდან მიღებული პროდუქტების თავისუფალრადიკალური ჟანგის შესასწავლად გამოყენებულმა ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსის (ეპრ) მეთოდმა ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზის საშუალება მოგვცა. კერძოდ, ერთეული კონცენტრაციის სასმელში ხელოვნურად შეყვანილი სხვადასხვა კონცენტრაციის თავისუფალი რადიკალის - ფრემის მარილის განეიტრალეზით მოვახდინეთ ამ სასმელის ანტიოქსიდანტური აქტივობის კინეტიკის შესწავლა;

- შევქმენით ამ პროცესის მათემატიკური მოდელი;

- დავადგინეთ, რომ ექსტრაგენტის (წყალი) ნაყოფთან თანაფარდობით 1:2, დაზოგვით ტემპერატურულ პირობებში (გაცხელება 80°C), 48 საათიანი დაყოვნების შემდგომი გამოწვივით, ფენოლური ნაერთების გადასვლა ნაყოფებიდან სასმელში მაქსიმალური რაოდენობითაა შესაძლებელი;

- ჩვენ მიერ შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემით დამზადებულ მეორად პროდუქციაში საკმაოდ მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა დაფიქსირდა, რაც ძვირფასი მცენარეული პროდუქციის რაციონალური გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

პრაქტიკული მნიშვნელობა: ადგილობრივი ფიტოგენეტიკური რესურსის (შინდი, ქაცვი, მოცვი) მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ნაყოფებიდან ჩვენ მიერ შემუშავდა სასმელების წარმოების მეცნიერულად დასაბუთებული ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა, რომლის წარმოებაში დანერგვით ველურად მოზარდ მცენარეულ რესურს სწორი, მიზანმიმართული და რაციონალური გამოყენება ექნება.

სამუშაოს აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებული და განხილული იქნა საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის კვების პროდუქტთა ტექნოლოგიისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის სხდომებზე (2008-2015წწ). ნაშრომის შედეგები განხილული და გამოქვეყნებულია საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტურ და საერთაშორისო კონფერენციებში:

1. ვ. ნაყოფია - ილია ჭავჭავაძის 170-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი სტუდენტთა სამეცნიერო კონფერენცია, „შინდის კულტურული ჯიშების და ველურად მოზარდი ქაცვის ნაყოფების დახასიათება ტექნო-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით.“ თბილისი, 2008;
2. ვ. ნაყოფია – სტუდენტთა სამეცნიერო კონფერენცია „ქართლში გავრცელებული შინდის ზოგიერთი ჯიშის ნაყოფების გამოკვლევა საკონსერვო მრეწველობაში გამოყენების მიზნით“. თბილისი. 2010 ;

3. ვ. ნაყოფია - ბათუმის ბოტანიკური ბაღის 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო საერთაშორისო სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენციის მასალები, „ანტიოქსიდანტების, რადიონუკლიდებისა და მძიმე ლითონების შემცველობა ველური შინდის (*Cornus.mas*)დიფუზიურ წვენებში.“ ბათუმი, 2013, გ.185-187;
4. თ. კაჭარავა, ვ. ნაყოფია – „საქართველოს ეკლესია და სასარგებლო მცენარეები“. აკად. ი. ფრანგიშვილის 85 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის მასალები „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა“. ISBN 978-9941-20-575-0 , თბილისი, 2015, გ. 674-677;

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა** - სადისერტაციო ნაშრომი გაფორმების ინსტრუქციის მიხედვით მოიცავს 134 გვერდს, მათ შორის სატიტულოს, ხელმოწერის, რეზიუმეს ორ ენაზე (ქართული და ინგლისური), შინაარსს, ცხრილების ნუსხას – 23, სურათების ნუსხას –25, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხას – 110 ერთეული, მათ შორის უცხო ენაზე 68-ს.

## სამუშაოს ძირითადი შინაარსი

### 1.ლიტერატურის მიმოხილვა

დისერტაციის აღნიშნულ ნაწილში სხვადასხვა წყაროზე დაყრდნობით განხილულია შემდეგი საკითხები:

1.1. ეკოსისტემის დაბინძურება, წყაროები და მცენარეების როლი;

1.2. ჟანგბადის აქტიური ფორმები და თავისუფალი რადიკალების მოქმედების მექანიზმები;

1.3. ანტიოქსიდანტები და მათი კლასიფიკაცია, ბუნებრივი ანტიოქსიდანტების მნიშვნელობა;

1.4. ანტიოქსიდანტური აქტივობის მექანიზმი;

1.5. ფენოლური ბუნების ანტიოქსიდანტები.

### 2.ექსპერიმენტული ნაწილი

#### 2.1. კვლევის ობიექტები

კვლევის ობიექტებად შევარჩიეთ საქართველოში გავრცელებული მცენარეების ნაყოფები:

ა) სახეობა - ჩვეულებრივი შინდი *Cornus mas L.* გვარი- *Cornus* - შინდი, ოჯახი *Cornaceae* – შინდისებრთა – 59 სახეობას აერთიანებს, საქართველოში გავრცელებულ ველურ ფორმებს შორის ჩვენ მიერ შერჩეულ იქნა ოთხი. ესენია: ბოთლისებური (გორი, ქარელი, კავთისხევი), მერეთული მრგვალი (გორი), წითელი საადრეო (ქარელი, დუშეთი), შავი საგვიანო (ანანური). საქართველოში გავრცელებულია შინდის ნაყოფების ორი სახესხვაობა: I – ცილინდრული მოყვანილობის – *F. macrocarpa Sanadze*, ნაყოფის სიგრძე 20-23 მმ-მდე და *F. microcarpa Sanadze* 10-15 მმ-მდე; II – *Varpuriformis Sanadze* – მსხლის მოყვანილობის ნაყოფებით; აღმოსავლეთ ნაწილში ცნობილია *Var. Flava Vest (-F. Luteocarpa Wangerin, Varxantocarpa Bear)* ანუ ოქროშინდა.





სურათი 1. შინდის ფორმები: ბოთლისებური, მერეთული მრგვალი და ოქროსშინდა; ქაცვი; მოცვი.

ბ) ქაცვი - *Hippophae rhamnoides L.* - ხშირტოტებიანი 1,5 -3,5 მ სიმაღლის ბუჩქოვანი მცენარეა ფშატისებრთა (*Elaeagnaceae*) ოჯახიდან, გვარი - *Hippophae* - ქაცვი.

გ) საქართველოში გვარი მოცვის (*Vaccinium*) 4 სახეობაა გავრცელებული: კავკასიური (მაღალი) მოცვი - *V. arctostaphylos*; ჩვეულებრივი მოცვი, სელშავი - *V. myrtillus*; წითელი მოცვი - *V. vitis - idaea*; ლურჯი მოცვი *V. uliginosum*. მოცვის ყველა ეს სახეობა წარმოდგენილია *Erycaceae*-ს ანუ მანანასებრთა ოჯახში.

## 2.2. კვლევის მეთოდები

შინდის, ქაცვისა და მოცვის საკვლევ ნიმუშებს ჩაუტარდათ ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური ანალიზები (ექსპერიმენტი ჩატარებულია სამჯერადი განმეორებით):

**შინდის და მოცვის ნაყოფებში:** – აქტიური მჟავიანობა;

– ტიტრული მჟავიანობა;

– პექტინოვანი ნივთიერებების საერთო რაოდენობა – Ca პექტატური მეთოდით;

– B<sub>1</sub> და B<sub>2</sub> ვიტამინის რაოდენობრივი განსაზღვრა – ფლუორომეტრული მეთოდით;

– E ვიტამინის რაოდენობა აირქრომატოგრაფიის მეთოდით;

– ნაყოფების ახლადგამოწურულ წვენიში თავისუფალი რადიკალის კონცენტრაციის ცვლილებები და ანტიოქსიდანტური აქტივობის კინეტიკა დროში შესწავლილია ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსის გამოყენებით;

- საერთო მშრალი ნივთიერება – მუდმივ წონაზეშრობის მეთოდით;
- წყალში ხსნადი მშრალი ნივთიერება – რეფრაქტომეტრული მეთოდით;
- ნახშირწყლები – ბერტრანის მეთოდით;
- ფენოლები – ფოლინ-ჩიკოლტეას მეთოდით;
- პექტინოვანი ნივთიერებები – კალციუმ პექტატის მეთოდით;
- მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებები – ლევენტალისა და ნეიბაუერის მეთოდით;
- ვიტამინ C (ასკორბინ მჟავა) – ტილმანსის მეთოდით;
- ნაცარი – დანაცვრის მეთოდით.

**ქაცვის ნიმუშებში დამატებით განვსაზღვრეთ:**

- კაროტინი – მურის მეთოდით ფოტოელექტროკოლორიმეტრით.

**სასმელების ანალიზი:** - ტიტრული მჟავიანობა - OIV- MA-AS313-01;

- ფარდობითი სიმკვრივე – OIV-MA-AS2-1)B;
- ნახშირწყლების მასური კონცენტრაცია- OIV-AS311-01A;
- ანტიოქსიდანტური აქტივობა - პირდაპირი, ანუ ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსის (ეპრ) მეთოდით. მიღებული შედეგები დამუშავებულია მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით;
- ფენოლური ნაერთები – Folin-Ciocalteu Index: MA-E-AS2-10;
- რადიონუკლიდები: Cs-137 და Sr-90 – MBI.MH 1181-99 ორკრისტალური სცინტილაციური გამა-ბეტა – სპექტრომეტრზე MKC-AT 1315;

**მძიმე ლითონების შემცველობა:** ატომურ აბსორბციულ სპექტრო-

- ფოტომეტრზე: – სპილენძი (Cu)– OIV- MA-AS322-06 (377/2009)-324,8 ნმ. ოპტ. სიმკვრივეზე;
- რკინა (Fe) – OIV-MA- AS322-05A (377/2009)– რეაგენტი - კონცენტრირებული სტანდარტული რკინის ხსნარი, რომელიც შეიცავს 1 გ Fe (III)/ ლ. შთანთქმის ტალღის სიგრძე - 248,3 ნმ. შთანთქმის ნულოვანი შკალა გამოიყენება დისტილირებული წყლისთვის;
- თუთია (Zn)– OIV-MA-AS322-08, (A 45), რეაგენტი სტანდარტული ხსნარი, რომელიც შეიცავს თუთიას, 1 გ / ლ;

–დარიშხანი (As)– (AAS) (A 34 377/2009) OIV-MA-AS323-01A;

–კადმიუმი (Cd)–OIV-MA-AS322-10(R2009) –რეაგენტი –კადმიუმის სულფატის კონცენტრაცია–  $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

–მიკრობიოლოგიური დაბინძურება: – მაფანმრ-არა უმეტეს  $5 \cdot 10^3$  კწე/მლ; საფუარი სოკოები, არა უმეტეს  $2 \cdot 10^3$  კწე/მლ; ობის სოკოები, არა უმეტეს  $5 \cdot 10^3$  კწე/მლ.

### 3. კვლევის შედეგები და მათი განსჯა

#### 3.1 შინდისა და ქაცვის ბიომორფოლოგიური და ბიოქიმიური კვლევის შედეგები

ჩვენ მიერ გამოკვლეული შინდის 4 ფორმა - ბოთლისებური, მერეთული მრგვალი, წითელი ადრეულა და შავი საგვიანო - აღებული იქნა გორის, ქარელის, კავთისხევის, დუშეთისა და ანანურის არეალში.

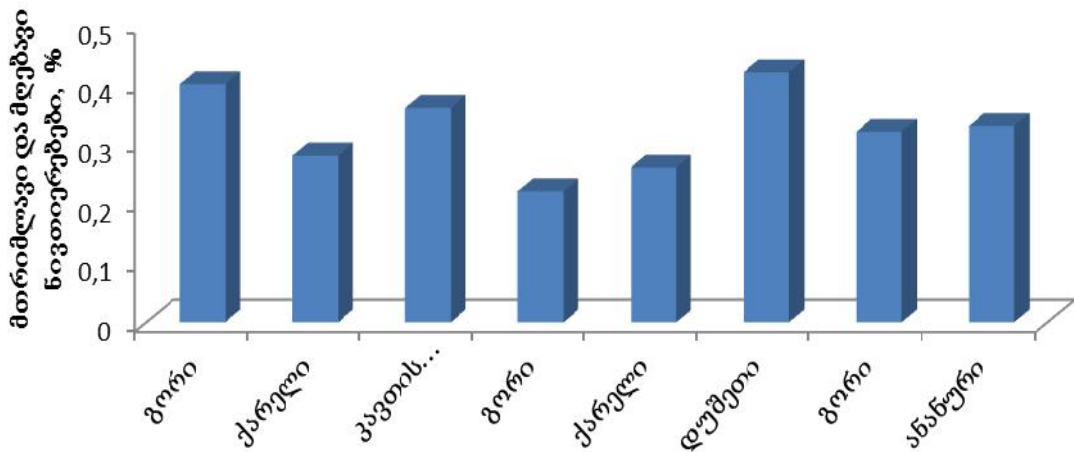
შინდის ბოთლისებური და მერეთული მრგვალი ნიმუშები ხასიათდებიან დიდი ზომის ნაყოფებით, რომელთა მასები საშუალოდ მერყეობს 4,32-5,48 გ-ში, რბილობის მასა 86,9-90,21გ-ში, სიმკვრივე 1,06 - დან 1,07 გ/სმ<sup>3</sup>, ხოლო ქიმიური ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ გამოკვლეული შინდის ნიმუშებიდან საინტერესო იყო მღებავი და მთრიმლავი ნივთიერებები. ბოთლისებურ ნაყოფებში ამ ნაერთების პროცენტული შემადგენლობაა 1.4%-ია, როდესაც მერეთულ მრგვალ ნაყოფებში საშუალოდ – 0.22%-მდე აღწევს.

აღნიშნული მცენარეებიდან ნაყოფები მოკრეფილ იქნა ტექნიკურ სიმწიფეში შესვლამდე 1-2 დღით ადრე, როცა ნაყოფს აქვს მკვრივი კონსისტენცია, რადგან ასეთი ნაყოფი ხანმოკლე დროით კარგად ინახება გრილ ადგილას 1-3°C-ზე. კავთისხევაში აღებული ბოთლისებურის ნაყოფები მშრალი ნივთიერებების, შაქრებისა და ვიტამინ „C“-ს მაღალი შემცველობით გამოირჩევა, ხოლო გორის ნიმუშებში ორგანული მჟავების, პექტინოვანი, მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებების მაღალი შემცველობაა. მერეთული მრგვალის საცდელი ნაყოფებიდან მშრალი ნივთიერებებისა და ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით გამოირჩა გორის, ხოლო ვიტამინ „C“-ს, პექტინოვანი, მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებების შემცველობით კი ქა-

რელის ნიმუშები. რაც შეეხება საგვიანოს-მისი ნაყოფებიდან მშრალი ნივთიერებების, ნახშირწყლების და პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობით გორის ნიმუშები აღემატება ანანურის ნიმუშებს, ვიტამინ „C“-ს შემცველობით კი პირიქით.

**ცხრილი 1. შინდის ნაყოფების ბიოქიმიური პარამეტრები**

ჯიშური ფორმები	ნიმუშის აღების ადგილი	ფორმა, ნაყოფის შეფერილობა	ნაყოფის საშუალო მასა, გრ	ნაყოფის საშუალო მოცულობა, სმ <sup>3</sup>	ნაყოფის სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	ნაყოფის ზომები მმ		ნაყოფის შემადგენელი ნაწილები %		
						h	d	კურკა	ყუნწი	რბილობ
N1	გორი	ბოთლისე ბური	5,38	5,1	1,06	20,7	16,2	12,38	0,72	86,9
N2	ქარელი	ბოთლისებური, მუქი წითელი	5,68	5,37	1,06	22,8	17,8	13,08	0,95	85,97
N3	კავთის ხევი	ბოთლისებური, ღია წითელი	5,48	5,13	1,07	19,7	13,6	12,27	0,67	87,06
N4	გორი	მერეთული მრგვალი, მუქი წითელი	4,32	3,98	1,07	17,9	12,8	8,74	0,35	90,21
N5	ქარელი	წითელი ადრეულა, ღია წითელი	4,45	3,6	1,24	18,4	14,6	9,23	0,46	90,1
N6	დუშეთი	წითელი ადრეულა, ღია წითელი	3,28	3,17	1,03	17,2	15,2	11,02	0,55	88,43
N7	გორი	შავი საგვიანო, მოშავო	2,86	2,78	1,03	25	18	15,8	0,52	84,4
N8	ანანური	შავი საგვიანო, მუქი წითელი	2,24	2	1,12	23,8	17,4	14,74	0,49	84,77



**სურათი 2. მთრიმლავე და მღებავი ნივთიერებების შემცველობა შინდის ფორმების მიხედვით**

ქაცვის ნაყოფებში მაღალი მჟავიანობა დაფიქსირდა ნიმუშში №5 – 3.14%, დაბალი კი ნიმუშში №3 – 2.15%. საერთო ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ნიმუში №1, რაც შეეხება საქაროზას, მისი შემცველობა საკვლევ ნიმუშებში უმნიშვნელოა, ზოგში კი საერთოდ არ დაფიქსირებულა. ჩვენი ექსპერიმენტების პირობებში, ვიტამინ C-ს შემცველობა ნიმუშებში მერყობდა 38.8-53.67მგ%-ის ფარგლებში, კაროტინის შემცველობა კი 1.09-1,42 მგ%-ია, რაც ნაყოფს აძლევს დამახასიათებელ ყვითელ შეფერილობას. ქაცვის ნაყოფები გამოირჩევიან პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით 0.59- 0,71%-მდე, ზეთის შემცველობა კი შეადგენს 5.44-7.6%-ს; ზეთის ხარისხი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მასში არსებული კაროტინების რაოდენობაზე; ნაცრიანობა შეადგენს 0.54-0.62%.

შემდგომი კვლევებისათვის ავირჩიეთ ველურად მოზარდი შინდის, ქაცვისა და მოცვის ის ეგზემპლარები, რომლის ნაყოფები თავისი რბილობის მასის მიხედვით მაღალი გამოსავლიანობით ხასიათდებოდნენ შინდისა და ქაცვის ბიოქიმიური პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 1 და 2, ხოლო ცხრილში 3 მოცემულია სამივე ნედლეულში არსებული ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი შემცველობა.

**ცხრილი 2 ქაცვის ნაყოფების ბიოქიმიური პარამეტრები**

ნიმუშის №	მშრ. ნივთიერება, %	მკვანობა (ვაშლმჭავაზე), %	PH	საერთო შაქრ, %	საქაროზა, %	ვიტამინ C., მგ%	კაროტინი, მგ%	საერთო პექტინები, %	მთრიმლ. და მლგ. ნივთ., %	ზეთი, %	ნაცარი, %
№1	12.19	2.64	2.72	1.53	0.00	41.56	1.42	0.71	0.48	5.44	0.56
№2	13.0	2.70	2.05	0.97	0.15	45.62	1.09	0.66	0.42	6.28	0.62
№3	12.84	2.15	2.93	1.03	0.10	38.84	1.15	0.59	0.51	7.65	0.54
№4	11.96	2.45	3.11	0.93	0.00	53.67	1.30	0.62	0.38	6.13	0.56
№5	12.54	3.14	2.74	1.10	0.20	44.25	1.19	0.66	0.50	6.72	0.57

შენიშვნა: №1-მრგვალი, მუქი ნარინჯისფერი, №2 –ოვალური, ყვითელი №3 მრგვალი, ყვითელი, №4-ოვალური, მუქი ნარინჯისფერი, №5 –ოვალური, ნარინჯისფერი.

შინდის ბოთლისებურ როგორც უმწიფარ, ასევე სრულ სიმწიფეში მყოფ ნაყოფებში შევისწავლეთ ფენოლური ნაერთების შემცველობა. აღმოჩნდა, რომ ნიმუშებში ფენოლური ნაერთები სიმწიფეში შესვლამდე საგრძნობლად მაღალი იყო - 6075 მგ/ლ., როდესაც მწიფეში - 5775 მგ/ლ.

**ცხრილი 3. შინდის, ქაცვისა და მოცვის ნაყოფებში ფენოლური ნაერთების შემცველობა**

N	ნიმუში	ფენოლური ნაერთები მგ/ლ
1	შინდი (უმწიფარი)	6075
2	შინდი (მწიფე)	5775
3	ქაცვი	760
4	მოცვი	2600

ძვირფასი ფიტოგენეტიკური რესურსის (შინდი, ქაცვი, მოცვი) რაციონალური გამოყენებისათვის შეიქმნა ანტიოქსიდანტური სასმელების მიღების ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა.

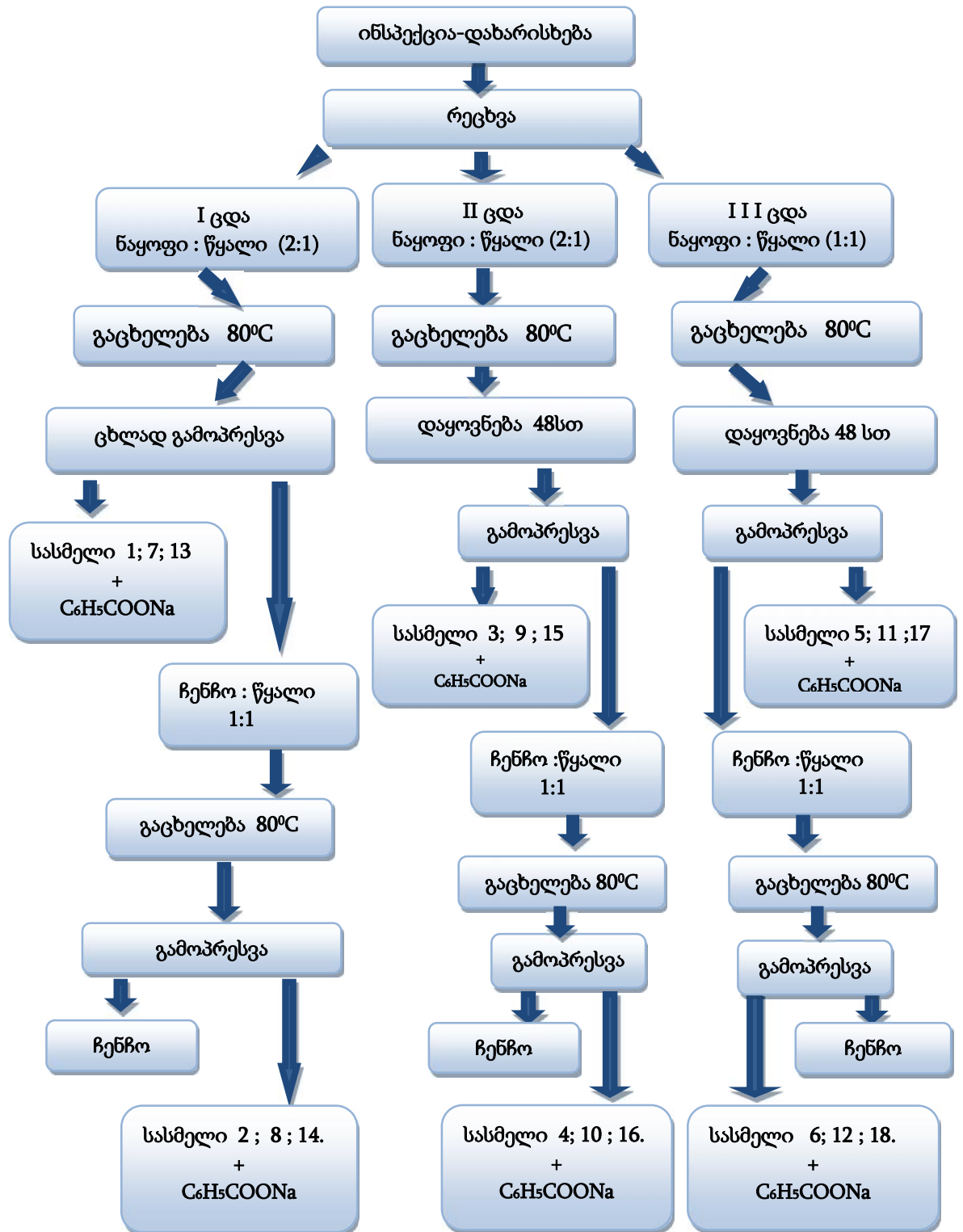
**3.2. ანტიოქსიდანტური სასმელების 6 ფრაქციის მიღება**

ჩვენი მიზანი იყო ანტიოქსიდანტური სასმელების მისაღებად ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფდა

მცენარეული ნედლეულიდან სასმელში ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური რაოდენობით გადასვლას.

შინდის, ქაცვისა და მოცვის ფიტოგენეტიკური რესურსიდან ანტიოქსიდანტური სასმელების დასამზადებლად თითოეული ნედლეულისათვის ჩავატარეთ სამ-სამი ექსპერიმენტი. თითოეული ცდის შედეგად მიღებული გამონაწვლილიდან მივიღეთ მეორადი სასმელები. პირობითად თითოეული ექსპერიმენტიდან მიღებული სასმელები ფრაქციების მიხედვით დავნომრეთ. კერძოდ, შინდის სასმელი-1;2;3;4;5;6, ქაცვის სასმელი-7;8;9;10;11;12. და მოცვის სასმელი - 13;14;15;16;17. ფენოლური ნაერთების ოპტიმალურ ექსტრაგირებას წყლის მეშვეობით ვახდენდით. ექსტრაქცია დიფუზიის პროცესია. ამიტომ სასმელების დამზადების საქმეში ამ პროცესს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ანტიოქსიდანტური სასმელების დასამზადებლად შევარჩიეთ საუკეთესო ექსტრაგენტი – წყალი. ტექნოლოგიური ხაზი, რომლითაც სასმელები უნდა მიგვეღო შემდეგ პროცესებს ითვალისწინებდა: ნედლეულის რეცხვა, ექსტრაგენტის დასხმა, გაცხელება, გამოპრესვა/ან დაყოვნება და შემდეგ გამოპრესვა, კონსერვანტის დამატება. ძვირფასი მცენარეული ნედლეულის რაციონალური გამოყენებისათვის მეორადი პროდუქციის დასამზადებლად კი გამონაწვლილ ნარჩენზე (ჩენჩოზე) ექსტრაგენტის დასხმა, გაცხელება, გამოპრესვა და კონსერვანტის დამატება. აღნიშნული ტექნოლოგიური პროცესი განსაზღვრულ ტემპერატურულ ზემოქმედებას უნდა დაყრდნობოდა, ვინაიდან ცნობილია, რომ ფენოლების წყალში ხსნადობა 66°C ტემპერატურაზე იწყება, მაღალი ტემპერატურა კი ფლობაფენის წარმოქმნას უწყობს ხელს, რაც სასმელებისათვის არასასურველი პროცესია, ამიტომ სრული ექსტრაგირებისათვის ვარჩიეთ 80 °C. ამ ტემპერატურაზე კონსერვანტის დამატება ხელს შეუწყობდა სასმელების ხანგრძლივი დროით შენახვისუნარიანობასაც. კონსერვანტად გამოვიყებეთ ნატრიუმის ბენზოატი-Sodium Benzoate-  $C_6H_5COONa$  (E211) დასაშვები კონცენტრაციით - 20გ/100კგ.

ქვემოთ მოყვანილია ჩვენ მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიური სქემა



სურათი 3. შინდის, ქაცვისა და მოცვის ნედლეულიდან ანტიოქსიდანტური სასმელების მიღების ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა



**პირველი ექსპერიმენტი:** ანტიოქსიდანტური სასმელების 1; 7; 13-ის მიღება: ნედლეულის რეცხვა => წყლის დასხმა ( ნედლეული : წყალი / 2 : 1) => გაცხელება 80°C => გამოპრესვა => სასმელები: 1;7;13 <= კონსერვანტის დამატება.

გამონაწვლილიდან სასმელების 2; 8; 14-ის მიღება: ჩენჩო => წყლის დასხმა (ჩენჩო : წყალი / 1 : 1) =>გაცხელება 80 °C => დაყოვნება 48 სთ => გამოპრესვა => სასმელები: 2; 8; 14 <= კონსერვანტის დამატება.

**მეორე ექსპერიმენტი:** ანტიოქსიდანტური სასმელების 3; 9; 15-ის მიღება: ნედლეულის ინსპექცია =>რეცხვა => წყლის დასხმა ( ნედლეული : წყალი / 2:1) =>გაცხელება 80 °C => დაყოვნება 48 სთ => გამოპრესვა => სასმელები: 3; 9; 15 <= კონსერვანტის დამატება;

გამონაწვლილიდან სასმელების 4; 10; 16 -ის მიღება: ჩენჩოზე წყლის დამატება (1:1) =>გაცხელება 80 °C => დაყოვნება 48 სთ =>გამოპრესვა => სასმელები 4; 10; 16 <= კონსერვანტის დამატება.

**მესამე ექსპერიმენტი:** ანტიოქსიდანტური სასმელების 5; 11; 17-ის მიღება: ნედლეულის რეცხვა => წყლის დასხმა (ნედლეული : წყალი / 1:1) => გაცხელება 80 °C =>გამოპრესვა => სასმელები: 5; 11; 17 <= კონსერვანტის დამატება.

გამონაწვლილიდან სასმელების 6; 12; 18-ის მიღება: => ჩენჩოზე წყლის დამატება ( 1:1 )=>გაცხელება 80 °C =>დაყოვნება 48 სთ =>გამოპრესვა=> სასმელები: 6; 12; 18 <= კონსერვანტის დამატება.

ჩვენს მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიური სქემის მიხედვით შინდის, ქაცვისა და მოცვის ნედლეულიდან ანტიოქსიდანტური სასმელების 6-6 ფრაქცია მივიღეთ. ჯამში– თვრამეტი ფრაქცია, ანუ კვლევებისათვის დიდი და საინტერესო სამუშაო მასალა. რომლის კვლევის შედეგები მოცემულის ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში.

კერძოდ, ცხრილში 4 მოცემულია შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების გამოსავლიანობა თითოეული ნედლეულის მიხედვით.

**ცხრილი № 4. შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების გამოსავლიანობა**

ნედლეული	ცდა	სასმელი	გამოსავლიანობა, %	ჩენჩო, %
შინდი	I	1	60	33,3
		2	46	50
	II	3	62,2	35,5
		4	43	52
	III	5	76	21,1
		6	49	41
ქაცვი	I	7	60	29,3
		8	63,6	33,2
	II	9	44	32,8
		10	52	38,8
	III	11	72,9	21
		12	71,5	20
მოცვი	I	13	70	22,9
		14	71,4	23
	II	15	64	29,8
		16	63,6	27,7
	III	17	73,3	19
		18	72	23

ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემის (III ექსპერიმენტის) მიხედვით დამზადებული შინდის, ქაცვისა და მოცვის ანტიოქსიდანტური სასმელები მაღალი გამოსავლიანობით გამოირჩევა მიღებული სასმელები შეფერილობის და კონსისტენციის მიხედვით შეფასდა და შედეგები მოცემულია ცხრილში 5 და სურათზე 4.



**სურათი 4. შინდის ქაცვისა და მოცვის ანტიოქსიდანტური სასმელების ზოგიერთი ნიმუში**

**ცხრილი 5. შინდის ქაცვისა და მოცვის სასმელების ორგანოლექტიკური მახასიათებლები, ანტიოქსიდანტური აქტივობა და ფენოლური ნაერთები**

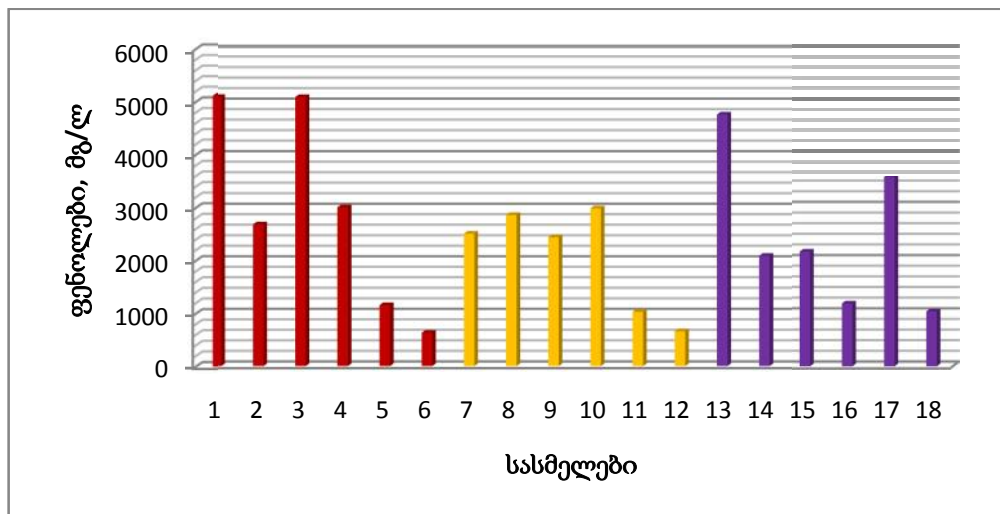
№	ნელეული	ცდა	სასმელი	ფერი და კონსისტენცია	ანტიოქსი-დანტური აქტივობა K, %	ფენოლური ნაერთები (mg/l)
1	შინდი	I	1	მუქი ბორდოსფერი, გაუმჭვირვალე	96.0	5120,5
			2	ბორდოსფერი, ნაკლებ გამჭვირვალე	79.4	2694,5
		II	3	ბორდოსფერი მოშავო, გაუმჭვირვალე	97.3	5117,5
			4	მუქი-ბორდოსფერი, ნაწ. გამჭვირვალე	59.0	3020,5
		III	5	ბორდოსფერი, ნაკლებად გამჭვირვალე	24.1	1160
			6	ბორდოსფერი, გამჭვირვალე	12.9	634
2	ქაცვი	I	7	ნარინჯისფერი, ფენებად დიფერენცირებული, ბლანტი	67.0	2519
			8	ღია ნარინჯისფერი, ბლანტი	43.0	2874
		II	9	ნარინჯისფერი, ფენებად დიფერენც., ბლანტი	68.0	2450
			10	ღია ნარინჯისფერი, ბლანტი	46.0	3001.5
		III	11	ყვითელი, ფენებად დიფერენცირებული, ბლანტი	30.2	1030
			12	მუქი ყვითელი, ბლანტი	12.5	660,5
3	მოცვი	I	13	შავი, გაუმჭვირვალე	95.0	4786
			14	მელნისფერი, გაუმჭვირვალე	60.5	2097
		II	15	შავი, გაუმჭვირვალე	83.5	2154,5
			16	მელნისფერი, გაუმჭვირვალე	51.0	1180
		III	17	შავი, გაუმჭვირვალე	93.1	3563
			18	მოშავო, გაუმჭვირვალე	47.2	1030

ცხრილში 5 მოცემული მონაცემები ცხადყოფს, რომ შინდის სასმელი-3 ანტიოქსიდანტური და ფენოლური მაჩვენებლებით გამორჩეულია, მას

ოდნავ ჩამორჩება სასმელი 1, ხოლო მოცვის შემთხვევაში მნიშვნელოვანი ანტირადიკალური აქტივობა დაფიქსირდა სასმელში-13.

### 3.3. სასმელების ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური კვლევების შედეგები

ბიოქიმიური კვლევები განვახორციელეთ შპს „ღვინის ლაბორატორიაში“. შედეგები მოცემულია ცხრილში 6. ფენოლური ნაერთების საერთო რაოდენობა განვსაზღვრეთ საკალიბრო მრუდის საშუალებით. ნაპოვნი სიდიდე გავამრავლეთ განზავების კოეფიციენტზე. ჩვენს შემთხვევაში განზავება 5-ის ტოლი იყო, და შესაბამისად, ფენოლური ნაერთების მიღებული შედეგები გავამრავლეთ 5-ზე. ცხრილში 5 მოცემულია შინდის, ქაჯვისა და მოცვის სასმელებში (ფრაქციების მიხედვით) ფენოლური ნაერთების საერთო მაჩვენებელი. მიღებული მონაცემების შესაბამისად ავაგეთ დიაგრამა, რომელიც მოცემულია სურათზე 5.



სურათი 5. ფენოლური ნაერთები (მგ/ლ) შინდის(1;2;3;4;5;6), ქაჯვის (7;8;9;10;11;12) და მოცვის სასმელებში (13;14;15;16;17;18)

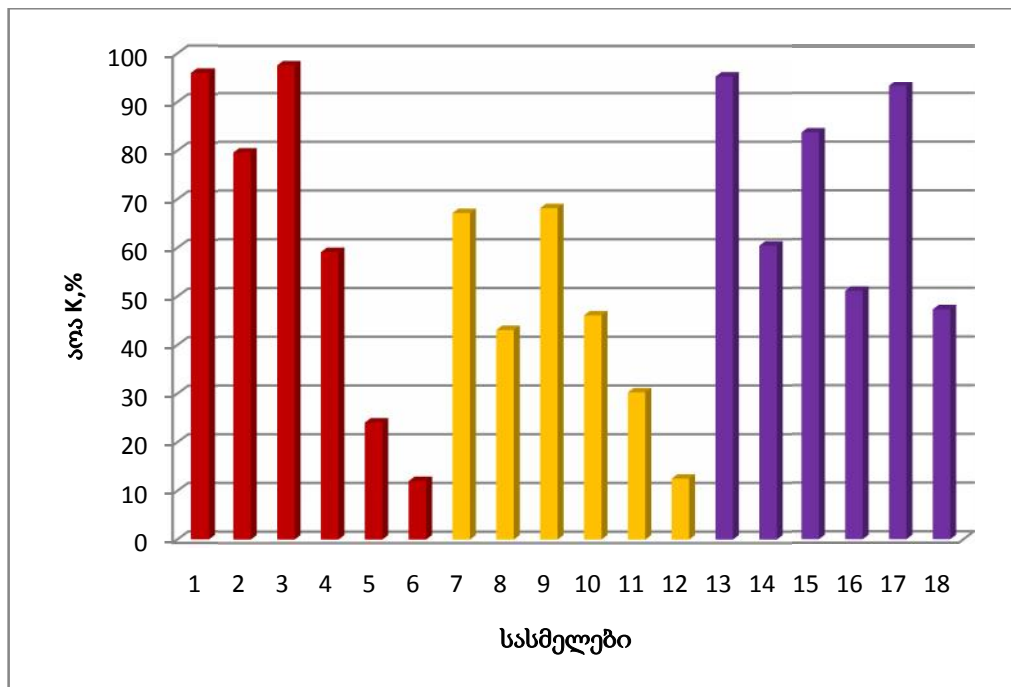
ცხრილიდან 5 და სურათი 5 - დან ნათლად ჩანს, რომ შინდის სასმელი-1 ასევე -3 და მოცვის სასმელში -13 და -17-ში ფენოლური ნაერთების განსაკუთრებით მაღალი რაოდენობაა. სასმელების დიფერენცირება მოვახდინეთ მათში ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლის მიხედვითაც (ცხრილი 5), გამოვყავით საუკეთესო ნიმუშები და შევისწავლეთ ტიტრული

მჟავიანობის, ფარდობითი ტენიანობისა და შაქრების მასური კონცენტრაციების მიხედვით. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 6

**ცხრილი 6. შინდის ქაცვისა და მოცვის სასმელების ბიოქიმიური მაჩვენებლები**

N	პარამეტრი	კვლევის მეთოდი	ნიმუშის დასახელება					
			სასმ.1	სასმ.3	სასმ.7	სასმ.9	სასმ.13	სასმ.17
1	ტიტრული მჟავიანობა, გ/ლ	OIV-MA-AS313 01	10.3	10.5	15.2	15.0	6.0	5.9
2	ფარდობითი სიმკვრივე,	OIV-MA-AS2-01B	1.0423	1.0330	1.0947	1.1413	1.0193	1.0215
3	ნაცშირწყლებ. მასური კონცენტრაც., გ/დმ <sup>3</sup>	OIV-AS311-01A	68.4	63.8	3.0	1.5	45.8	45.8

საინტერესო იყო ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლების შედეგები.



**სურათი 6. შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების ანტიოქსიდანტური აქტივობის დიაგრამა**

სასმელების ანტიოქსიდანტური მაჩვენებელი განვსაზღვრეთ პირდაპირი მეთოდით სპექტროსკოპ ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსით ე.წ. ეპრ-ით. საკვლევ ნიმუშებში ხელოვნურად შესაყვანი თავისუფალი რადიკალის სახით გამოვიყენეთ ფრემის მარილი. ელექტროპარამაგნიტური

რეზონანსით ჩვენს მიერ წარმოებული სასმელების კვლევა ანტიოქსი-დანტურ აქტივობაზე მოცემულია ცხრილში 5 და სურათზე 6.

როგორც აღმოჩნდა, მოცვისა და შინდის ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლები გაცილებით მაღალია ქაცვთან შედარებით. ეს გარემოება იმით აიხსნება, რომ ფრემის მარილი წყალში ხსნადი თავისუფალი რადიკალია. მას ცხიმში ხსნადობა არ ახასიათებს, ამიტომაც ცხრილში 5 მოყვანილი მონაცემები ქაცვის ნედლეულიდან დამზადებული სასმელებისათვის არაა სრულფასოვანი. ზუსტი მონაცემების მისაღებად ქაცვისათვის და მისგან დამზადებული სასმელებისათვის სხვა, ცხიმში ხსნადი თავისუფალი რადიკალის გამოყენებით იქნება შესაძლებელი. ეს გარემოება გასათვალისწინებელი იქნება შემდგომ კვლევებში.

შინდის პირველ სასმელში ფენოლური ნაერთების საერთო რაოდენობაა-5121მგ/ლ, მას ჩამორჩება მესამე სასმელი-5118მგ/ლ. ანტიოქსიდანტური აქტივობით კი მესამე სასმელი უკეთეს შედეგს გვიჩვენებს. კერძოდ სასმელი 3-ში იგი შეადგენს 97,3 %, ხოლო სასმელში 1 მისი მაჩვენებელი 96,0 %-ია. ეს მცირედი განსხვავება იმაზე მიუთითებს, რომ ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური რაოდენობით გადასვლა ნაყოფიდან სასმელში ცხლად გამოწურვისა და 48 საათიანი დაყოვნების შემდეგ თანაბრად ეფექტურია, რაც მნიშვნელოვანი ინფორმაციაა ტექნოლოგიური პროცესის დაგეგმვის საქმეში.

მოცვის სასმელებში ფრაქციების მიხედვით ფენოლური ნაერთები ცვალებადობს 4786მგ/ლ - 1180მგ/ლ ფარგლებში. ყველაზე მაღალია პირველი ცდის სასმელში 13 და შეადგენს 4786 მგ/ლ, იგი დაყოვნების გარეშე ცხლად იყო გამოწურული ტემპერატურული ზემოქმედების შემდეგ. ანტიოქსიდანტური მაჩვენებელიც ყველაზე მაღალია მასში და შეადგენს 95.0 %. შინდის სასმელებისაგან განსხვავებით, მოცვის სასმელში - 17 ანუ იმ ფრაქციაში სადაც ექსტრაგენტის (წყალი) თანაფარდობა ნედლეულთან არის 1:1 (III ცდა)- საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა. იგი მცირედით ჩამორჩება მოცვის სასმელს-13, სადაც წყლის თანაფარდობაა ნედლეულთან

2:1-ია. ჩატარებული ექსპერიმენტები ცხადყოფს, რომ ანტიოქსიდანტური სასმელების წარმოებისას მნიშვნელოვანია სხვადასხვა ნედლეულისათვის გათვალისწინებულ იქნეს წყლის განსხვავებული თანაფარდობა ნაყოფთან, ცხლად გამოწურვა, ან ჩენჩოზე დაყოვნება და გამოწურვა.

მიღებული სასმელებისათვის ჩვენ მიერ შემუშავებული ინოვაციური სქემა უნარჩენო ანტიოქსიდანტური პროდუქციის საწარმოებლად ძალზე ეფექტურ ტექნოლოგიურ ხაზს წარმოადგენს, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა მივიღოთ არა მარტო მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისების მქონე სასმელები, არამედ მაქსიმალურად დანაკარგების გარეშე გამოვიყენოთ ძვირფასი ბუნებრივი მცენარეული ნედლეული დანამატების სახით ყოველდღიური მოხმარების პირველადი მოთხოვნის პროდუქტებში, მაგალითად, პურ-ფუნთუშეულის ცხობის საქმეში, რაც გაამდიდრებს ქვეყნის პურის წარმოებაში არსებულ ასორტიმენტს. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თითოეული ნედლეულისათვის ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ინდივიდუალურად, მათი ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე.

### **3.4. ახალი ტექნოლოგიური სქემის გამოყენებით წარმოებული ანტიოქსიდანტური სასმელების შენახვისუნარიანობა**

კვლევების შემდეგი ეტაპი იყო ანტიოქსიდანტური აქტივობებისა და ფენოლური ნაერთების შემცველობის ცვლილება შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელებში სამაცივრო (2-5°C) და ნორმალურ პირობებში(18-20°C) შენახვისას. ცხრილში 7. მოცემულია შინდის პირველი და მესამე სასმელების შენახვისუნარიანობა 3, 14 და 27 თვიანი ინტერვალით ანტიოქსიდანტური აქტივობისა და ფენოლური ნაერთების რაოდენობის მიხედვით.

**ცხრილი 7. შინდის, სასმელების ანტიოქსიდანტური აქტივობები და ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი პარამეტრები შენახვისას სამაცივრო და ნორმალურ პირობებში**

პროდუქცია	ცდა	სასმელი	ანტიოქსიდანტ. აქტივობა (აოა) K,%			ფენოლური ნაერთები, მგ/ლ		
			2012/XI	2013/X	დანკ.%	2012/XI	2014/XI	დანაკ.%
შინდის სასმელი	I	1	96,0	94,9 (ბ)	1,15	5120,5	1393 (ბ)	72,8
			92,9 (ნ)	3,23	-		-	
		2	79,4	-	-		2694,5	-
	II	3	97,3	95,6 (ბ)	1,25	5117,5	1161 (ბ)	77,3
			94,5 (ნ)	2,88	1606,5		70,56	
		4	59,0	-	-		3020	-
	III	5	24,1	-	-	1160	-	-
		6	12,9	-	-	634	-	-

**ცხრილი 8. ქაცვისა და მოცვის სასმელების ანტიოქსიდანტური აქტივობები და ფენოლური ნაერთების შემცველობა 3 და 27 თვიანი შენახვისას სამაცივრო და ნორმალურ პირობებში**

პროდუქცია	ცდა	ფრაქცია	ანტიოქსიდანტური აქტ. (აოა) K %	ფენოლური ნაერთები (მგ/ლ)		
				2012/XI	2012/XI	2014/XI
ქაცვის სასმელი	I	7	67,0	2519	590 (ბ)	76,46

მოცვის სასმელი	I	13	95	4786	1082 (ბ)	77,38
		14	60	2097	-	-
	II	15	84	2155	470 (ნ)	78,2
	III	17	94	3563	2391	67,08

ცხრილებში 7 და 8 შევითანეთ შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების მონაცემები შენახვისუნარიანობაზე. ინოვაციური ტექნოლოგიური ხაზით შემუშავებულ სასმელების ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებლებზე დაკვირვების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ სამივე ნედლეულიდან დამზადებული სასმელები 15 თვემდე ინარჩუნებენ ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებელს



(შენახვის როგორც ნორმალურ პირობებში, ასევე სამაცივროში). მესამე წლის ბოლოს ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ შინდის სასმელებმა 1 და 2 საგრძნობლად დაკარგეს ანტიოქსიდანტური აქტივობა. კერძოდ იგი შინდის სასმელში 1 (სამაცივრო პირობებში შენახული) 96,0 % -დან 20,1% -მდე დავიდა. ნ. კ.-ში შენახულში კი 19,5%-მდე; შინდის სასმელში 3, რომელიც მაცივარში იყო შენახული, ანტიოქსიდანტური აქტივობა - 97,3 % -დან 19,7% -მდე შეიცვალა, ხოლო ნორმალურ პირობებში შენახულ სასმელში იგი 18,5%-მდე შემცირდა.

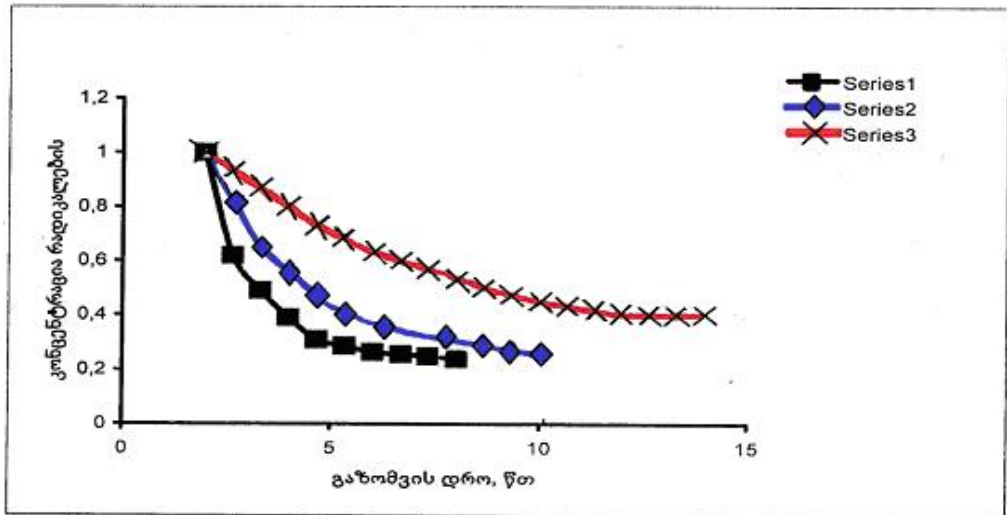
შინდის, ქაცვისა და მოცვის ნედლეულისა და ჩვენ მიერ ინოვაციური სქემით დამზადებული სასმელებიდან ყველაზე მეტი ყურადღება მიიპყრო შინდმა და მისგან დამზადებულმა სასმელმა (ფრაქცია 3) თავისი მაღალი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლებით, ამიტომ კვლევის შემდგომ ობიექტად ვარჩიეთ შინდის ის პროდუქცია, რომელიც დამზადდა გაცხელებიდან ჩენჩოზე 48 საათიანი დაყოვნების შემდგომი გამოწვილვით.

### **3.5. შინდის ნაყოფებიდან ახლადგამოწურულ წვენიდან და სასმელში-3 ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზი**

ექსპერიმენტი ჩატარდა ელფეთერ ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტში. რეგისტრაციის პირობების კონტროლის მიზნით ვიყენებდით 100%-იან რადიკალს რეპერ დიფინილპიკრილჰიდროზილს ანუ დფჰჰ-ს. იგი ნორმალურ პირობებში 100% სტაბილური რადიკალია (ე.ი. თითოეულ მოლეკულას გააჩნია გაუწვილებელი სპინი) და მისი ეპრ სპექტრი წარმოადგენს სინგლეტს (სპექტრის ერთი ხაზი).

აუცილებელი იყო დაგვედგინა, თავისუფალი რადიკალების რომელ ნიშნულზე იქნებოდა შესაძლებელი შინდის ნედლეულისა და ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემით დამზადებული სასმელის ანტიოქსიდანტური თვისების შესუსტება. ორივე პროდუქტში თავისუფალი

რადიკალების განეიტრალების კინეტიკა ფრემის მარილთან მიმართებაში შევისწავლეთ კონცენტრაციებზე 20:1; 25:1; 30:1. მონაცემების საფუძველზე ავაგეთ სამი დიაგრამა, რომელიც მოცემულია სურათი 7-ზე. მაშასადამე, რადიკალიანი ხსნარის სპექტრები ორივე პროდუქტში ( ნეღლი შინდის ახლადგამიწურულ წვენში და სასმელში 3) დაფიქსირდა რადიკალთან კონცენტრაციისას 1:20-ზე.



სურათი 7. შინდის სასმელის 3 -ისა და ფრემის მარილის კონცენტრაციათა ( 1:20; II - 1:25; III - 1:30 ) ფარდობა დროში

საგულისხმოა, რომ რეპერის სიგნალის ჩანაწერმა ფორმა იცვალა, რაც შედეგია თავისუფალი რადიკალების განეიტრალირებისათვის დახარჯული მცენარეული ანტიოქსიდანტური ნაერთების ცვლილებით. მაშასადამე, შინდის ნაყოფებიდან ახლადგამიწურული წვენისა და შინდის სასმელი-3 -ის ანტიოქსიდანტური უნარის შესუსტება ფიქსირდება სწორედ 20:1 კონცენტრაციისას, მაგრამ მცირე დროის შემდეგ შინდის სასმელი - 3 თავის ანტიდამჟანგველ უნარს იბრუნებს იმდენად, რომ თანმიმდევრებით 25:1 და 30:1 კონცენტრაციის რადიკალებსაც ანეიტრალებს.

ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ჩვენ სასმელებისთვის შევიმუშავეთ, თავისუფალი რადიკალების ერთგვარი სტაბილიზირების შესაძლებლობას გვაძლევს, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ სასმელებში თავისუფალი რადიკალების მოქმედების მექანიზმი შედგომ შესწავლას საჭიროებს და ამ მიმართულებით კვლევას მომავალშიც გავაგრძელებთ.

### 3.6. პროცესის მათემატიკური მოდელის შემუშავება

ექსპერიმენტით მიღებული გრაფიკული მონაცემები არ გვაძლევს პროცესის სრულ სურათს, ამიტომ ძნელია ვიმსჯელოთ მის ხასიათზე, შესაბამისად, შევეცადეთ ფრემის მარილის რადიკალების ცვლილება დროში წარმოგვედგინა შემდეგი მათემატიკური მოდელის სახით:

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + \dots + b_mX^m$$

სადაც  $Y$  – რადიკალების კონცენტრაციაა;

$X$  – დრო, წთ.

$b_0, b_1, b_2, b_3$  კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობების განსაზღვრი-

სათვის ვადგენთ შემდეგ ნორმალურ განტოლებათა სისტემას:

$$1. nb_0 + (X_1 + X_2 + \dots)b_1 + (X_1^2 + X_2^2 + \dots)b_2 + \dots = Y_1 + Y_2 \dots Y_n$$

$$2. (X_1 + X_2 + \dots)b_0 + (X_1^2 + X_2^2 + \dots)b_1 + (X_1^3 + X_2^3 + \dots(?)) = Y_1X_1 + Y_2X_2 + \dots Y_nX_n$$

.....  
 $(m+1)(X_1^m + X_2^m + \dots)b_0 + (X_1^{m+1} + X_2^{m+2} + \dots)b_1 + \dots = Y_1X_1^m + Y_2X_2^m + \dots + Y_nX_n^m$

სადაც,  $n$  – ცვლადების რაოდენობაა,

$M$  – პოლინომის წევრთა რიცხვი.

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + \dots + b_mX^m$$

სადაც  $Y$  – რადიკალების კონცენტრაციაა;

$X$  – დრო, წთ.

რაც მეტი იქნება პოლინომის წევრთა რიცხვი, მით უფრო ზუსტად აღწერს მათემატიკური მოდელი პროცესს. შევჩერდით ოთხწევრიან პოლინომზე. დამოკიდებულება რადიკალების კონცენტრაციისა და დროს შორის, როდესაც ფრემის მარილის კონცენტრაცია სასმელთან-3 შეადგენს 20:1, განტოლებათა სისტემაში ცხრილი 9-ის მონაცემების შეტანისა და გარდაქმნის შემდეგ მივიღეთ წრფივ განტოლებათა სისტემა:

$$1. 10b_0 + 50b_1 + 286,65b_2 + 1799,8b_3 = 4,12$$

$$2. 50b_0 + 286,65b_1 + 1799,8b_2 + 1198,54b_3 = 16,948$$

$$3. 286,65b_0 + 1799,8b_1 + 11986,54b_2 + 82261,89b_3 = 85,172$$

$$4. 1799,8b_0 + 11986,54b_1 + 82261,89b_2 + 591146,1b_3 = 495,15$$

**ცხრილი 9. ფრემის მარილის რადიკალების კონცენტრაციის ცვლილების  
კინეტიკა დროში (მარილის თანაფარდობა სასმელთან 20:1)**

დრო, წთ X	2	2,67	3,33	4	4,67	5,33	6	6,67	7,33	8
რადიკ. კონც. y ექსპერ.	1	0,62	0,49	0,39	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,29
რადიკ. კონც. Y გამოთვ.	1	0,62	0,485	0,37	0,3	0,28	0,27	0,269	0,26	0,28
ცდომილ. $\Delta y$	0	0	0,005	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01

განტოლებათა სისტემის ამოხსნის შედეგად განვზღვრეთ პოლინომის კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობები:

$$b_0=2,541; b_1=-1,107; b_2=0,1795; b_3=-0,0097$$

ხოლო პროცესის მათემატიკურ მოდელს ექნება შემდეგი სახე:

$$y = 2,541 - 1,107 x + 0,1795 x^2 + 0,0097 x^3$$

ამ განტოლებით გამოთვლილი y-ის მნიშვნელობები წარმოდგენილია ცხრილის მესამე სტრიქონში, ხოლო ცდომილება -  $\Delta y$  მეოთხე სტრიქონში. ანალოგიური გათვლებით მივიღეთ მათემატიკური მოდელები ფრემის მარილის კონცენტრაციისათვის შინდის სასმელთან - 30:1, რომლებსაც ასეთი სახე აქვთ:

$$y=1,0963-0,0721x+1,5871 \cdot 10^{-4}x^2+8,8032 \cdot 10^{-8}x^3$$

ცხრილი 10-ში წარმოდგენილია ანგარიშის შედეგები.

ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ ჩვენს მიერ წარმოებული შინდის სასმელის ფრაქცია-3 ანტიოქსიდანტური მაჩვენებელი სუსტდება მასში ფრემის მარილის შეყვანისას შემდეგი თანაფარდობით: 20:1; 25:1 და 30:1. სისტემის გამოთვლებისას ცდომილებათა სიმცირე მიუთითებს პროცესის ადეკვატურ ხასიათზე.

**ცხრილი 10. დამოკიდებულება თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციასა და დროს შორის (ფრემის მარილის კონცენტრაცია სასმელთან 30:1)**

დრო, წთ X	2	2,67	3,33	4	4,67	5,33	6	6,67	7,33	8	8,67	9,33	10
რადიკ. კონც. y ექსპერ.	1	0,62	0,87	0,8	0,73	0,69	0,63	0,6	0,57	0,53	0,5	0,47	0,45
რადიკ. კონც. Y გამოთვ.	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,71	0,66	0,62	0,575	0,522	0,48	0,48	0,44
ცდომილ $\Delta y$	0,05	0,03	0,1	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,005	0,008	0,02	0,01	0,01

ამრიგად, შევისწავლეთ ფრემის მარილის თავისუფალი რადიკალების ცვლილების კინეტიკა. გამოყვანილია პროცესის მათემატიკური მოდელი.

### **3.7. რადიონუკლიდების, მძიმე ლითონების, მიკრობიოლოგიური დაბინძურებისა და ნიტრატების შემცველობა შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელებში**

საკვებ პროდუქტებში რადიონუკლიდების Sr-90 და Cs-137-ის შემცველობაზე ანალიზები აუცილებელ პირობას წარმოადგენს, ვინაიდან ორგანიზმში ამ რადიაციის „აკუმულატორებს“ დაგროვებითი ხასიათი აქვს. ანალიზის შედეგები მოცემულია მე-11 ცხრილში, ხოლო შინდის, ქაცვისა და მოცვის ზოგიერთ სასმელში მძიმე ლითონებისა და ნიტრატების შემცველობაზე კვლევის შედეგები კი მე-12 ცხრილში. მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ-ანაერობული მიკროორგანიზმები (მათ შორის, ბაქტერიების Lactobacillus, coccus, S.thermopilus) აღმოჩენის მეთოდი დამყარებულია აგარიზებულ თხევად საკვებ არეში განსაზღვრული რაოდენობის ნიმუშების შეტანაზე და მათ შემდგომ ინკუბირებაზე. შედეგების დაფიქსირებას ვაწარმოებდით ყველა ხილული კოლონიის დათვლით სპეციალური ტაბულის საშუალებით.

**ცხრილი 11. რადიონუკლიდების Cs -137 და Sr-90 შემცველობა შინდის, ქაჯვისა და მოცვის სასმელებში**

პარამეტრი	კვლევის მეთოდები	ნიმუში ფრაქციების მიხედვით						დასაშვ. ზღვ. (გოსტ 52845-2007)
		შინდი		ქაჯვი		მოცვი		
		3	1	7	9	13	17	
რადიონუკლ. (Sr-90), ბკ/ლ	MKC-1315 МВИ.МН 1181-99	<2.00	<2.00	<2.5	<2.5	<3.0	<3.0	10
რადიონუკლ. (Cs-137), ბკ/ლ	MKC-1315 МВИ.МН 1181-99	<7.0	<7.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	70

**ცხრილი 12. შინდის, ქაჯვისა და მოცვის სასმელებში მძიმე ლითონებისა და ნიტრატების შემცველობა**

პარამეტრი	კვლევის მეთოდები	სასმელის ნიმუშის (ფრაქციის) დასახელება						ზღვ. მგ/კგ
		შინდი		ქაჯვი		მოცვი		
		3	1	7	9	13	17	
Cu, მგ/ლ	OIV-MA-AS322-06	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	5.0
Fe, მგ/ლ	OIV-MA-AS22-05A	<0.05	<0.7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	10
Zn, მგ/ლ	OIV-MA-AS22-08	<0.3	<0.45	<0.48	<0.5	<0.41	<0.4	0.1
Pb, მგ/ლ	OIV-MA-AS22-11	<0.009	<0.009	<0.012	<0.008	0.007	<0.008	1.0
As, მგ/ლ	OIV-MA-AS23-01A	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,2
Cd, მგ/ლ	OIV-MA-AS22-10	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0,05
ნიტრატები მგ/დღეში	გოსტ30538	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.	<50 (ბავშვ. კვების პროდ.)

ცხრილებში მოყვანილი მონაცემები არ აღემატება დასაშვებ ზღვრებს, რაც ადასტურებს ჩვენ მიერ შემუშავებული ანტიოქსიდანტური სასმელების უსაფრთხო გამოყენების შესაძლებლობას.

**ცხრილი 13 . მიკრობიოლოგიური კვლევის შედეგები შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელებში კწე/მლ- კოლონიის წარმომქმნელი ერთეული**

N	მაჩვენებელი	მიკრობიოლოგიური ანალიზი		
		შინდის სასმელი 3	ქაცვის სასმელი 7	მოცვის სასმელი 13
1	მაფანმრ-არა უმეტეს $5 \cdot 10^3$ კწე/მლ	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.
2	საფუარის სოკოები, არა უმეტეს $2 \cdot 10^3$ კწე/მლ	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.
3	ობის სოკოები, არა უმეტეს $5 \cdot 10^3$ კწე/მლ	არ აღ.	არ აღ.	არ აღ.

ამრიგად, ველურად მოზარდი მცენარეული ნედლეული საუკეთესოა პროფილაქტიკური, ანტიოქსიდანტური საკვები პროდუქტების საწარმოებლად, მნიშვნელოვანია ის ფაქტიც, რომ ასეთი ნედლეული იზრდება ტყის პირობებში და აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩასატარებლად დამატებით კაპიტალდაზანდებებს არ საჭიროებს. ველური ხილ-კენკრის შეგროვების საკითხს რაც შეეხება, იგი ადგილობრივი ადამიანური რესურსის დასაქმების საუკეთესო საშუალებაა.

**3.8. შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების ანტირადიკალური მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზი სხვადასხვა პროდუქციის ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებლებთან**

წარმოდგენილ ქვეთავში ჩვენ პარალელი გავავლეთ საქართველოში წარმოებული და შესწავლილი სხვადასხვა ტიპის ღვინოების, ყურძნის წიპწისა და ჩვენ მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიური ხაზის გამოყენებით დამზადებული შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელების ანტიოქსიდანტურ მახასიათებლებს შორის. მე-14 ცხრილიდან ჩანს, რომ ჩვენი პროდუქცია (ფრაქციების მიხედვით) უფრო ძლიერ ანტიოქსიდანტურ თვისებებს ავლენს. ეს გაპირობებულია სასმელების წარმოებისას გამოყენებული ნედლეულისა და ექსტრაგენტის (წყალი) უნიკალური თვისებებით, თანაფარდობებითა და დამზოგველი ტემპერატურით. ჩატარებული კვლევების შედეგებმა ცხადყო, რომ ფიტოგენეტიკური რესურსიდან წყლის ექსტრაგენტის საშუალებით სასმელში მაქსიმალურად

გადავიდა ფენოლოური ნაერთები, რაც განაპირობებს მთანტიქსიდანტურ თვისებებს.

**ცხრილი 14. სასმელების ანტირადიკალური მაჩვენებლების შედარებითი ანალიზი სხვადასხვა პროდუქციის ანტიოქსიდანტურ აქტივობასთან**

№	პროდუქცია	წელი	ანტიოქსიდანტური აქტივობა K,%
1	შინდის სასმელი - 1	2012	96,0
2	შინდის სასმელი - 3	2012	97,3
3	ქაცვის სასმელი - 7	2012	67,0
4	ქაცვის სასმელი - 9	2012	68,0
5	მოცვის სასმელი- 13	2012	95,0
6	მოცვის სასმელი -17	2012	93,1
7	საფერავი შპს „ქინძმარაულის მარანი“	2007	76,7
8	საფერავი ორმაგ ჭაჭაზე	2008	77,3
9	საფერავი ორმაგ ჭაჭაზე შპს „ქინძმარაულის მარანი“	2009	83,2
10	საფერავი ქვევრის „ნიკა“ კერძო მარანი, სოფ. ანაგა	2008	87,5
11	რქაწითელი ქვევრის „ბადაგონი“	2007	76,2
12	ყურძნის წიპწა გაცხელებული, 80°C	2010	45,2
13	ყურძნის წიპწა გაცხელებამდე, 21°C	2010	46,8
14	არომატიზირებული ღვინო-I	2010	50,4
15	არომატიზირებული ღვინო -II	2010	94
16	კახური ტიპის თეთრი ღვინო	2010	91,7
17	ევროპული ტიპის თეთრი ღვინო	2010	31
18	ფალსიფიცირებული კახური ტიპის ღვინო	2010	58

შენიშვნა : ცხრილში მოყვანილი მონაცემები № 1-6 საკუთარი კვლევის შედეგებია; № 7-11 წყარო : შპს. „ღვინის ლაბორატორია“; № 12 და № 13 წყარო: თ. კაკაშვილი-დისერტაცია „ყურძნის წიპწის ბიოფლავონოიდების გამოყენება საკონდიტრო მრეწველობაში“ თბ., 2010; №14-18 წყარო: ლ.ბედიანიძე, მ. ჯავახიშვილი „არომატიზირებული ღვინოების შედარებითი ანტიოქსიდანტური აქტივობა სხვადასხვა ტიპის ღვინოების მიმართ“ სსაუ, ISSN 1987-6599, ტ 3, N3(52), თბ., 2010.

მაშასადამე, ინოვაციური ტექნოლოგიური ხაზის წარმოებაში დანერგვით მივიღებთ არა მარტო მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისების მქონე სასმელებს არამედ რაციონალურად, დანაკარგების გარეშე გამოვიყენებთ ძვირფას ბუნებრივ მცენარეულ ნედლეულს. კერძოდ, შესაძლებელია მცენარეული დანამატების სახით შევიტანოთ ყოველდღიური მოხმარების პირველადი მოთხოვნის პროდუქტებში, მაგალითად, პურ-ფუნთუშეულის ცხობის საქმეში, რაც გაამდიდრებს ქვეყნის პურის წარმოებაში არსებულ ასორტიმენტს.



## დასკვნა

1. შესწავლილი იქნა ადგილობრივი ეკოლოგიურად სუფთა ფიტო-გენეტიკური ხილ-კენკროვანი რესურსი - შინდი, ქაცვი და მოცვი, რომლებიც საუკეთესო ბუნებრივ მასალას წარმოადგენენ მაღალი, ანტი-ოქსიდანტური თვისებების მქონე მცენარეული უალკოჰოლო სასმელების საწარმოებლად;
2. შინდის ბოთლისებური და მერეთული მრგვალი ნიმუშები ხასიათდებიან დიდი ზომის ნაყოფით, რომელთა მასები საშუალოდ მერყეობს 4,32-5,48 გ-ის ფარგლებში, რბილობის მასა 86,9-90,21გ-ია, ხოლო სიმკვრივე – 1,06 -დან 1,07 გ/სმ<sup>3</sup>-მდე;
3. კვლევებით დადგენილია, რომ შინდის ბოთლისებურ ნიმუშებში მღებავი და მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობაა 1.4%-ია, მერეთულ მრგვალ ნაყოფში საშუალოდ - 0.22%. ბოთლისებური ნაყოფები (კავთისხევი) მშრალი ნივთიერებების, შაქრებისა და ვიტამინ „C“ მაღალი შემცველობით გამოირჩევა, ხოლო გორის ნიმუშები – ორგანული მჟავების, პექტინოვანი, მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით. მერეთული მრგვალის საცდელი ნაყოფებიდან მშრალი ნივთიერებებისა და ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით გამოირჩა გორის, ხოლო ვიტამინ „C“, პექტინოვანი, მთრიმლავი და მღებავი ნივთიერებების შემცველობით კი – ქარელის ნიმუშები. რაც შეეხება საგვიანოს – მისი ნაყოფებიდან მშრალი ნივთიერებების, ნახშირწყლების და პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობით გორის ნიმუშები აღემატება ანანურის ნიმუშებს, ვიტამინ „C“ შემცველობით კი პირიქით. შინდის ბოთლისებურ ფორმაში ფენოლური ნაერთები სიმწიფეში შესვლამდე საგრძნობლად მაღალია - 6075 მგ/ლ, როდესაც მწიფეში- 5775 მგ/ლ-ია
4. ქაცვის ნაყოფებში მჟავიანობა დაფიქსირდა 2.15% - 3.14%-მდე; საერთო ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით გამოირჩეოდა გორში აღებული ნიმუშები, რაც შეეხება საქაროზას, მისი შემცველობა საკვლევ

ნიმუშებში უმნიშვნელოა, ზოგში კი საერთოდ არ დაფიქსირებულა. ჩვენი ექსპერი-მენტების პირობებში, ვიტამინ C შემცველობა ნიმუშებში მერყეობდა 38.8-53.67 მგ%-ის ფარგლებში, კაროტინის შემცველობა კი 1.09-1,42 მგ%-ია, რაც ნაყოფს აძლევს დამახასიათებელ ყვითელ შეფერილობას. ქაცვის ნაყოფები გამოირჩევიან პექტინოვანი ნივთიერებების მაღალი შემცველობით - 0.59-დან 0,71%-მდე, ზეთის შემცველობა კი შეადგენს 5.44-7.6%-ს; ზეთის ხარისხი მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მასში არსებული კაროტინების რაოდენობაზე. ნაცრიანობა შეადგენს 0.54-0.62%-ია;

5. ნედლეულისა და სასმელების ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე დაკვირვებამ ცხადყო, რომ რადიკალური ჟანგვის პროცესის შესწავლა შესაძლებელი შინდისა და მოცვის ნიმუშებში სტაბილური თავისუფალი რადიკალის - ფრემის მარილის სხვადასხვა კონცენტრაციის შეყვანით;

6. ჩვენ მიერ დადგენილია, რომ შინდის პირველ სასმელში ფენოლური ნაერთების რაოდენობაა 5121მგ/ლ, მას მცირედით ჩამორჩება მესამე სასმელი 5118მგ/ლ. ანტიოქსიდანტური აქტივობით კი მესამე სასმელი მცირედით უსწრებს. კერძოდ, სასმელ 3-ში იგი შეადგენს 97,3 %-ს, ხოლო სასმელში 1 მისი მაჩვენებელი 96,0 %-ია. ეს მცირედი განსხვავება იმაზე მიუთითებს, რომ ფენოლური ნაერთების მაქსიმალური რაოდენობით გადასვლა ნაყოფიდან სასმელში ცხლად გამოწურვისა და 48 საათიანი დაყოვნების შემდეგ თანაბრად ეფექტურია, რაც მნიშვნელოვანი ინფორმაციაა ტექნოლოგიური პროცესის დაგეგმვის საქმეში.

7. შინდის ნაყოფებიდან ახლად გამოწურული წვენი და შინდის სასმელი 3-ის ანტიოქსიდანტური უნარის შესუსტება ფიქსირდება 20:1 კონცენტრაციისას, მაგრამ მცირე დროის შემდეგ შინდის სასმელი - 3 თავის ანტიდამჟანგველ უნარს იბრუნებს იმდენად, რომ თანმიმდევრობით 25:1 და 30:1 კონცენტრაციის რადიკალებსაც ანეიტრალებს. ახალი ტექნოლოგიური ხაზით შემუშავებული შინდის სასმელების ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებლებზე დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ სამივე

ნედლეულიდან დამზადებული სასმელები 15 თვემდე ინარჩუნებენ ანტიოქსიდანტურ მაჩვენებლებს ( როგორც ნორმალურ, ასევე სამაცივრო პირობებში). მესამე წლის ბოლოს ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ სასმელებმა 1 და 2 საგრძნობლად დაკარგეს ანტიოქსიდანტური აქტივობა.

8. მოცვის სასმელებში ფრაქციების მიხედვით ფენოლური ნაერთების განსხვავებული რაოდენობრივი მაჩვენებელი დაფიქსირდა. იგი ცვალებადობს 4786 - 1180 მგ/ლ ფარგლებში. ყველაზე მაღალია პირველი ცდის სასმელში 13 და შეადგენს 4786 მგ/ლ. იგი დაყოვნების გარეშე ცხლად იყო გამოწურული ტემპერატურული ზემოქმედების შემდეგ. ანტიოქსიდანტური მაჩვენებელიც ყველაზე მაღალია მოცვის სასმელში - 13 და შეადგენს 95.0 %-ს. ჩატარებული ექსპერიმენტები ნათელყოფს, რომ მცენარეული ნედლეულიდან ანტიოქსი-დანტური სასმელების წარმოებისას ტექნოლოგიურ პროცესში დაყოვნე-ბას ამ დაყოვნების გარეშე გამოწვილვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს;
9. მოცვის სასმელში 17, სადაც ექსტრაგენტის (წყლის) თანაფარდობა ნედლეულთან არის 1:1, საკმაოდ მაღალი ანტიოქსიდანტური მაჩვენებელი დაფიქსირდა. იგი მცირედით ჩამორჩება მოცვის სასმელს 13, სადაც წყლის თანაფარდობა ნედლეულთან 2:1-ია. ჩატარებული ექსპერი-მენტები ცხადყოფს, რომ ანტიოქსიდანტური სასმელების წარმოებისას სხვადასხვა ნედლეულისათვის მნიშვნელოვანია გათვალისწინებულ იქ-ნეს წყლის განსხვავებული თანაფარდობა ნაყოფთან, ცხლად გამოწურვა, ან ჩენჩოზე დაყოვნება და გამოწურვა.
10. ჩატარებულმა „ეპრ“ კვლევებმა შინდის, ქაცვისა და მოცვის სასმელებში (ფრაქციების მიხედვით) ანტიდამჟანგავი პოტენციალის ცვლილების კი-ნეტიკა გვიჩვენა. დადგინდა, რომ ჩვენ მიერ წარმოებული შინდის სასმელში 3 თავისუფალი რადიკალების კონცენტრაციის თანდა-თანობითი გაზრდით (1:20, 1:25 და 1:30) სასმელის ანტიოქსიდანტური

აქტივობა სუსტდება, რაც ფენოლოური ნაერთების მაღალი რეაქციისუნარიანობით აიხსნება.

11. შესწავლილია ფრემის მარილის რადიკალების ცვლილების კინეტიკა და გამოყვანილია პროცესის მათემატიკური მოდელი, რომელიც ადეკვატურად აღწერს სასმელი 3-ის მიერ თავისუფალი რადიკალების განეიტრალების პროცესს.
12. ჩატარებული კვლევისას დადგინდა, რომ ფრემის მარილი თავისუფალრადიკალური ჟანგვის პროცესის სტაბილიზების სრულ სურათს არ იძლევა, ვინაიდან იგი წყალში ხსნადი მარილია. ამიტომ ქაცვის ნედლეულისა და მისგან დამზადებული სასმელების ანტიოქსიდანტური თვისებები სრულფასოვნად არ გამოვლინდა ამ ნაყოფების ზეთოვნობის გამო;
13. „ეპრ“ სპექტროსკოპით ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ ახლად გამოწურული შინდის წვენი და ჩვენ მიერ შემუშავებული ახალი სქემით მიღებული შინდის სასმელი თანაბრად მაღალ ანტიოქსიდანტურ თვისებებს ავლენს;
14. საქართველოში წარმოებული სხვადასხვა ღვინისა და ყურძნის წიპწის ანტიოქსიდანტურ აქტივობებზე მოძიებული „ეპრ“ კვლევის შედეგების ანალიზი საფუძველს გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიური ხაზით წარმოებული სასმელები შედარებით მაღალი ანტირადიკალური თვისებებით ხასიათდება და მათი მოხმარება შესაძლებელია ასაკის შეუზღუდავად, ალკოჰოლიანი სასმელების, კერძოდ, ღვინოებისაგან განსხვავებით, რადგან ალკოჰოლური სასმელები უფრო მატონიზირებელი საშუალებებია, ვიდრე სამკურნალო და საპროფილაქტიკო;
15. ჩატარებული კვლევების შედეგებმა ცხადყო, რომ ფიტოგენეტიკური რესურსიდან წყლის ექსტრაგენტის საშუალებით სასმელში მაქსიმალურად გადავიდა ფენოლოური ნაერთები. მაშასადამე, ინოვაციური ტექნოლოგიური ხაზის წარმოებაში დანერგვით მივიღებთ არა მარტო

მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისების მქონე სასმელებს, არამედ რაციონალურად, მაქსიმალური დანაკარგების გარეშე გამოვიყენებთ ძვირფას ბუნებრივ მცენარეულ ნედლეულს დანამატების სახით ყოველდღიური მოხმარების პირველადი მოთხოვნის პროდუქტებში, მაგალითად, პურ-ფუნთუშეულის ცხობის საქმეში, რაც გაამდიდრებს ქვეყანაში არსებულ პურის ასორტიმენტს, თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თითოეული ნედლეულისათვის ინოვაციური ტექნოლოგიური სქემა უნდა შეირჩეს ინდივიდუალურად, მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია  
შემდეგ პუბლიკაციებში:

1. ვ. ნაყოფია, ი.კუპატაძე, ე. უთურაშვილი - ქართლში გავრცელებული შინდის ზოგიერთი ჯიშის ნაყოფების კვლევა საკონსერვო მრეწველობაში გამოყენების მიზნით. სსაუ, ISSN-1987-6599, სშკ. ტ.3. №3(52), თბილისი, 2010, გ. 140-143;
2. ვ. ნაყოფია, ნ. ბაღათურია, ე. უთურაშვილი, ი. კუპატაძე, ზ. ალანია-ქაცვის ნაყოფების ბიოქიმიური თავისებურებანი და მათი გამოყენების პერსპექტივები. ISSN-1987-6355 „აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ №2 , თბილისი, 2012, გ. 82-88;
3. ვ. ნაყოფია-ველურად მოზარდი მოცვისაგან დამზადებული დიფუზიური წვენების ტექნოლოგიური ხაზის შემუშავება და ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლების შესწავლა. ISSN-1987-6355 „აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ №4, თბილისი, 2012, გ. 60-65;
4. ვ. ნაყოფია - ანტიოქსიდანტური მახასიათებლების კვლევის შედეგები ველურად მოზარდი შინდისა და ქაცვის წვენებში“- ISSN-1987-6355 „აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები.“№4, თბილისი 2012, გ. 45-50;
5. ნ. ბაღათურია, ნ. ბეგიაშვილი, ე.უთურაშვილი,გ.გრიგორაშვილი, ი. კუპატაძე, ა.ხოტივარი. ვ.ნაყოფია - ველურად მოზარდი მოცვისა და მაცვლის ნაყოფებიდან ანტიოქსიდანტური სასმელების მიღების ახალი ტექნოლოგია. ISSN-1987-6355„აგრარულ-ეკონომიკური მეცნიერება და ტექნოლოგიები“№1, თბილისი, 2014 , გ. 57-61;
6. ვ. ნაყოფია, ი. ახვლედიანი, ლ. გვასალია - დიფუზიური წვენების ანტიოქსიდანტური მახასიათებლების ცვლილების შესწავლა და პროცესის მათემატიკური მოდელის შექმნა. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“ N 34, ISSN-1512-2743, თბილისი, 2015. გ.304-309;

## Abstract

Strengthening human health protection systems with natural antioxidants is one of the topical issues in modern science. Organic chemistry is developing on a daily basis; yet despite this, the interest and demand for natural compounds are not reduced, but is instead increasing, and this process has become irreversible, which is not surprising. Modern food is full of synthetic and synergistic antioxidants that are processed by human body with great difficulty, and consumption of which leads to many undesirable subsequent events including allergic diseases. As far as the phyto compounds are concerned, the human body can easily assimilate them and they are vitally necessary for facilitating proper metabolism in living organisms.

A human body's adaptation to unfavorable environmental conditions is a long process, which causes functional impairments and bio-morphological changes in the latter. In this process a healthy food is becoming increasingly important and its role should not be underestimated. Development of an innovative technology of producing food products from vegetable feed including fruit and berries, as well as producing soft drinks with high antioxidant properties is a matter of topical importance, that in the future will play a leading role in both the prevention of diseases and in the development of protective systems against such diseases in response to unfavorable environmental conditions. The fact is that in the course of ontogenesis, the biologically active compounds being necessary for human health such as carbohydrates, proteins, vitamins, phenols, anthocyanins, essential oils, etc., are formed in plants in a strictly limited quantity and sequence, and their positive effect is stable without accompanying complications. Herbal compounds, as we've mentioned above, strengthen the body's immune system and prevent many diseases from being provoked. Given the fact that the majority of population usually lack essential micronutrients, the drinks with antioxidant properties produced from vegetable feed will serve both as a food and preventive measure. That's why the development of innovative technology for making antioxidant drinks from the local phyto-genetic resources (cornel, sea-buckthorn, and bilberry) has led to the topicality of the thesis.

The thesis aims to develop an innovative technological scheme for making drinks with high antioxidant qualities from local fruit and berries (cornel, sea-buckthorn and bilberry), where a high quantitative indicator of plant phenolic compounds is preserved. To achieve this aim, the following issues have been studied:

- Based on the geographical area and reserves, selection of the best forms of local phyto-genetic resources (cornel, sea-buckthorn and bilberry), according to their biomorphological, biochemical and biophysical parameters;
- The role of phenolic compounds with high antioxidant properties in the nature, the mechanisms of their activating and accompanying processes;
- Development of innovative technology for producing antioxidant drinks from precious vegetable resources with the aim to maximally preserve phenolic compounds and make products with non-waste antiradical qualities;
- Kinetics of free radicals at various concentrations in vegetable resources and drinks produced from them, explanation of the kinetics of antioxidant index changes using mathematical modeling method through administering a free-radical trap-Fremy's salt of different concentrations into their unit concentrations;
- Changes in dynamics of the antioxidant index of non-alcoholic herbal drinks during their storage, and comparing (by fractions) their antioxidant activity with the antiradical indicator of the different varieties of wine and grape seed production.

Scientific novelty: High antioxidant activity and health benefits of the drinks such as tea, citrus juices, and red wines made by Kakhetian method is widely known. However, the drinks made from fruit and berries are less studied in this respect. Hence, the scientific novelty of the present thesis is as follows:

- We have developed an innovative technology scheme for producing non-alcoholic beverages from precious vegetable resources (cornel, sea-buckthorn, bilberry), which have high antioxidant qualities;
- A three-year observation on the drinks (by fractions) produced by applying our innovative technology has revealed that the antioxidant activity under normal (18--20°C) and refrigerated (2-5°C) conditions has been preserved for 15 months;
- The drinks made from cornel according to our innovative technology scheme as well as fresh juices produced from natural vegetable raw materials have revealed equal antioxidant properties;
- A method of Electron Paramagnetic Resonance (EPR) applied for studying free-radical oxidation of the local phylogenetic resource-based products has enabled us to differentiate the experiment results; in particular, we've studied kinetics of antiradical activity in time using a concentration unit of a drink and achieved neutralization of radicals, artificially administered in different concentrations;
- We've found out that the transition of maximal amount of phenolic compounds from fruits to drinks takes place at a ratio 1:2 of the extracting agent (water) to fruit, under gentle temperature conditions (heating at 80°C), with a further 48-hour delay and separation;
- A rather high antioxidant activity has been observed in secondary produce made on the basis of our innovative technological scheme, making the rational use of precious herbal products possible.

Practical value: we have developed an innovative, scientifically approved technological scheme for producing drinks of various fractions from fresh fruits of local phylogenetic resources (cornel, sea-buckthorn, bilberry) with high antioxidant properties. Introduction of this technology will enable an accurate, purposeful and rational use of local phylogenetic resources.