

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ირმა გოდერძიშვილი

საქართველოს სხვადასხვა რეგიონიდან აღებული  
ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის  
შედარებითი ქიმიური ანალიზი

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად  
სადოქტორო პროგრამა - ქიმია  
შიფრი - 0503

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, 0175, საქართველო  
ივლისი, 2021

საავტორო უფლება © 2021 გოდერძიშვილი ირმა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გოდერძიშვილი ირმას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „საქართველოს სხვადასხვა რეგიონიდან აღებული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ქიმიური ანალიზი“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის და მეტალურგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ივლისი 2021

ხელმძღვანელი: პროფესორი ნანა გელოვანი

რეცენზენტი: \_\_\_\_\_

რეცენზენტი: \_\_\_\_\_

რეცენზენტი: -----

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2021 წ

ავტორი: გოდერძიშვილი ირმა  
დასახელება: საქართველოს სხვადასხვა რეგიონიდან აღებული,  
ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული  
ნედლეულის შედარებითი ქიმიური ანალიზი

სადოქტორო პროგრამა: ქიმია

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: ივლისი 2021

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

---

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

## რეზიუმე

დღეისათვის სამკურნალო თვისებების მქონე 4 მილიონზე მეტი ორგანული ნაერთია ცნობილი. მცენარეების ძირითადი ბიოქიმიური თავისებურებებს განაპირობებს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. ცხოველურ უჯრედებზე ეს ნივთიერებები ახდენენ დამახასიათებელ, ფარმაკოლოგიურ და ტოქსიკურ ზემოქმედებას. სამკურნალო მცენარეების, რომლებიც შეიცავენ ანთრაცენწარმოებულებს, შესწავლის მრავალწლიანი გამოცდილების მიუხედავად ჯერ კიდევ არის გადასაჭრელი საკითხები ნედლეულისა და პრეპარატების სტანდარტიზაციის სფეროში.

ანთრაცენწარმოებულები უმაღლესი მცენარეების რამოდენიმე ოჯახის წარმომადგენლებში გვხვდება, ასეთებია მათიტელასებრნი (Polygonaceae), (რევანდი - *Rheum*, მჟაუნა - *Acetosa*), ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae) (ხეჭრელა, ხეშავა), ხისებრი ალოე (*Aloe arborescens*) ასწლოვანა და სხვ. ანთრაცენის ნაწარმები ნაპოვნია მწერებში და ზღვის ცხოველების ორგანიზმებშიც, ზოგიერთ სოკოში.

კვლევის მიზანია მცენარეების: ალოეს, საბრი (ლათ. *Aloe*), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძეძვის (*Paliurus spina-christi*), ბადრიჯანის (*Solanum melongena* L) და ანწლის (*Sambucus*) შემადგენლობაში არსებული ანთრაცენწარმოებულების შედარებითი ფარმაკოგნოსტიკური შესწავლა; ამ მცენარეების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის შესახებ ლიტერატურული მონაცემების შეჯამება და სისტემატიზაცია; შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან ანთრაცენის ნაწარმების ექსტრაქციის მეთოდების ეფექტურობის შეფასება; მიღებულ ექსტრაქტებში ანთრაქინონის რაოდენობრივი შემცველობის დადგენა; ტრანსფორმაციული პროცესების შესაძლებლობა მცენარეული მასალების გამოშრობის, შენახვის ან დამუშავების დროს. ხე მცენარის მერქნის ქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრა.

ნედლეულის შეგროვების პროცესში გავითვალისწინეთ ის ფაქტი, რომ ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგული ფორმები გამოირჩევიან მეტი ფარმაკოლოგიური აქტივობით. მათი აღდგენილი ფორმები მცენარეში უმეტესად გროვდება ადრე გაზაფხულზე, ხოლო შემოდგომაზე ისინი გადადიან დაჟანგულ ფორმაში.

მცენარეული ნედლეულის მიერ დასინთეზირებული ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების თავისებურ ჯგუფს ქმნის ქინოიდური სტრუქტურის მქონე ანთრაცენის ნაწარმები. ისინი გვხვდებიან როგორც როგორც გლიკოზირებულ, ასევე არაგლიკოზირებულ ფორმით. ანთრაცენის ნაწარმების დიდი ნაწილი მიეკუთვნება პოლიოქსი(მეტოქსი)-ანთრაქინონებს ჩამნაცვლებლებით  $-CH_3$ ,  $-CH_2OH$ ,  $-CHO$ ,  $-COOH$   $\beta$  მდგომარეობაში, მაშინ როცა  $-OH$  და  $-OCH_3$  - ჯგუფები შეიძლება იმყოფებოდეს როგორც  $\alpha$ -, ისე  $\beta$ -მდგომარეობაში.

თანამედროვე ნორმატიულ დოკუმენტაციაში, რომელიც მზადდება მცენარეული ნედლეულისათვის, ერთრთ მნიშვნელოვან მახასიათებლად

მიჩნეულია მათ შემადგენლობაში შემავალი ძირითადი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების აღმოჩენა და ნორმირება.

თავდაპირველად განვსაზღვრეთ შერჩეული მცენარეების რიცხვითი მაჩვენებლები. ნედლეული მივიყვანეთ სტანდარტულ მდგომარეობამდე.

ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას გამოიკვეთა ასეთი სურათი: ანთრაქინონები, რომლებსაც ჩამნაცვლებლად აქვთ კარბოქსილური ჯგუფი, კარგად იხსნებიან ტუტე ლითონების და მათი ჰიდროქსიდების, კარბონატების და ჰიდროკარბონატების წყალხსნარებში და წარმოქმნიან მარილებს.

ანთრაქინონები, რომლებსაც  $\beta$ -მდგომარეობაში აქვთ ჰიდროქსილის იონი, არ ურთიერთქმედებენ ჰიდროკარბონატებთან, მაგრამ ტუტე ლითონების კარბონატების და ჰიდროკარბონატების წყალხსნარებთან იძლევიან ფენოლატებს.

ნივთიერებები, რომლებშიც ჰიდროქსილი გვხვდება  $\alpha$  - მდგომარეობაში, ფენოლატებს იძლევიან მხოლოდ ტუტეების ხსნარებთან.

$\alpha$ - და  $\beta$  მდგომარეობაში არსებულ ოქსიჯგუფებს შორის განსხვავება აიხსნება იმით, რომ  $\alpha$ - ჰიდროქსიდები მეზობელ კარბონილურ ჯგუფთან წარმოქმნიან შიდამოლეკულურ წყალბადურ ბმას, რის გამოც, ნაკლებად აქტიურები არიან.

სახელმწიფო ფარმაცოპეაში შეტანილი სტანდარტიზაციის მეთოდები და მეთოდოლოგიური მიდგომები შერჩეული ნედლეულისთვის (ანთრაცენწარმოებულების შემცველობით) ჩვენთვის სრულიად მისაღებია, მათი გამოყენებით, შერჩეული ნედლეულისთვის შემუშავებულია სტანდარტიზაციის პრინციპი.

ამჟამად მოქმედი სახელმწიფო ფარმაცოპეაში მოცემული ყველ წესის დაცვით ვაწარმოეთ ალოეს ფოთლებში ანთრაცენწარმოებულების იდენტიფიკაცია:

აღმოჩნდა, რომ სხვადასხვა აგლიკონების ხსნადობა ჰიდროფობულ გამხსნელებთან შერჩევითია.

დადგინდა, რომ ანთრაქინონების დაყოფისას, მათი თვისებები დამოკიდებულია ჩამნაცვლებლების ბუნებაზე. მაგ, ანთრაქინონები კარბონატის ჩამნაცვლებელი ჯგუფით, იხსნებიან ტუტე მეტალის კარბონატების ან ჰიდროკარბონატების წყალხსნარებში შესაბამისი მარილების წარმოქმნით.

ანთრაქინონები, რომლებშიც ჰიდროქსილის ჯგუფი გვხვდება ბეტა მდგომარეობაში, არ ურთიერთქმედებენ ჰიდროკარბონატებთან. ტუტე მეტალის კარბონატების ან ჰიდროკარბონატების წყალხსნარებში წარმოქმნიან ხსნად ფენოლატებს.

ანთრაქინონების ჰიდროქსილი - ალფა მდგომარეობაში წარმოქმნიან ფენოლატებს მხოლოდ ტუტეების ხსნარებში.

მცენარეთა მერქნის და ქერქის ანალიზის დროს გამოიკვეთა შემდეგი სურათი: ნახშირწყლები, რომლებიც ნაპოვნია ქერქში, როგორც აღმოჩნდა, განსხვავდება მერქანში ნაპოვნი ნახშირწყლებისგან როგორც შედგენილობით, ასევე სტრუქტურული აგებულებითაც;

მეძვის ქერქში ცელულოზის კონცენტრაცია 18,5%-ია. პენტოზანები 11%-მდე. ქერქი შეიცავს მნიშვნელოვნად მეტ ლიგნინს, 48% -მდე. ექსტრაქტული ნივთიერებები 30% -მდე, ნაცარი 6%.

მერქნის კომპონენტებიდან ორგანული ნივთიერებების წილი თითქმის 97%-ია, და არაორგანული ნივთიერებების - 3%-მდე. მეტალების მარილები (მცენარის სითხეებში გახსნილი ან ფისებში, პექტინებში) - დაახლოებით 1 %; ტერპენები - გვხვდება კვალის სახით; ალიფატური სპირტები და სტერინები 0.1%; ფენოლური ნაეთები - 25 %;

აღებული გვქონდა გარდაბნის რაიონის სოფ. სართიჭალაში მოზარდი ბადრიჯანი, რომელსაც ჩაუტარდა წინასწარი კვლევები. მასში სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობაზე

სავარაუდოდ, ჩვენს მიერ ბადრიჯნის ფოთლებიდან გამოყოფილ იქნა ორი გლუკოალკოლოიდი;

ბადრიჯნის ფოთლებში და ნაყოფის კანში ნაპოვნია გლიკოალკალოიდების კვალი, რაც შეეხება ნაყოფებს აქ არის სოლანინი ძალიან სუსტი კვალის სახით.

ბადრიჯნის ფოთლები შეიცავს 0,07% გლიკოალკალოიდს, აბსოლუტურ მშრალ მასალაზე გადაანგარიშებით (ფოთლებში სინამე 7%-ია).

მოვახდინეთ სპირტ-წყალხსნალური ექსტრაქტების კომპონენტური შემადგენლობის შედარებითი შესწავლა.

დადასტურდა, რომ ტუტესთან ურთიერთქმედებისას, ფერი ჩნდება მხოლოდ ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგულ ფორმებში.

ანთრაცენწარმოებულების აღდგენილი ფორმები არ იძლევა მკაფიო რეაქციას NaOH- სთან და მათი გამოვლენისთვის აუცილებელია წინასწარ დაჟანგვის ჩატარება.

მაგალითად, ახალაღებული ხეჭრელას ქერქი იძლევა ამ რეაქციას NaOH- სთან მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მას დავამუშავებთ წყალბადის ზეჟანგით.

## Abstract

Nowadays, more than 4 million organic compounds are known for healing. Biologically active substances determine the main biochemical properties of plants. These substances have characteristic, pharmacological and toxic effects on animal cells. Despite many years of experience in the study of medicinal plants containing anthracene, there are still issues to be resolved in the field of standardization of raw materials and preparations.

Anthracene is found in several families of higher plants, such as Polygonaceae (Rheum, Acetous), Rhamnaceae (Khechrela, Kheshava), Aloe vera (Aloe Vera). Anthracene products are also found in insects and marine animals, as well as in some fungi.

The research aims at plants: Aloe, sage (Latin Aloe), beech (Rhamnaceae): beech (*Frangula alnus*), woodpecker (*Rhamnus cathartica*), sagebrush (*Paliurus spina-christi*), eggplant (L) and Samlanus among) Comparative pharmacognostic study of the anthracene derivatives in the composition; Summarizing and systematizing the literary data on the study of the chemical composition of these plants; Evaluate the effectiveness of methods for extracting anthracene products from selected plant raw materials, determining the quantitative content of anthraquinone in the obtained extracts; Possibility of transformational processes during drying, storage or processing of plant materials, determination of chemical composition of tree plant pulp.

In the process of collecting raw materials, we took into account the fact that oxidized forms of anthracene are distinguished by greater pharmacological activity. Their restored forms in the plant mostly accumulate in early spring, while in autumn they turn into an oxidized form.

A special group of physiologically active substances synthesized from plant raw materials is anthracene products with quinoid structure. They are found in both glycosylated and non-glycosylated forms. Most anthracene products are polyoxy (methoxy) -anthraquinones with substituents  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{COOH}$   $\beta$ , while  $-\text{OH}$  and  $-\text{OCH}_3$  - groups can be in both  $\alpha$ - and  $\beta$ -states.

In modern normative documentation, which is prepared for plant raw materials, one of the most important characteristics is the discovery and normalization of the main biologically active substances in their composition.

We first determined the numerical values of the selected plants. We brought the raw materials to the standard condition.

The experiment revealed the following picture: Anthraquinones, which have a carboxyl group as a substituent, dissolve well in aqueous solutions of alkali metals and their hydroxides, carbonates and hydrocarbons, and form salts.

Anthraquinones, which have a hydroxyl ion in the  $\beta$ -state, do not interact with hydrocarbons, but give phenols with aqueous solutions of alkali metal carbonates and hydrocarbons.

Substances where hydroxyl is found in the  $\alpha$ -state give phenols only in solutions of alkalis.

The difference between the oxygen groups in the  $\alpha$ - and  $\beta$ -states is explained by the fact that  $\alpha$ -hydroxides form an intermolecular hydrogen bond with a neighboring carbonyl group, making them less active.

The standardization methods and methodological approaches included in the state pharmacopoeia for the selected raw material (containing anthracite) are completely acceptable to us, using them; the principle of standardization has been developed for the selected raw material.

In accordance with all the rules given in the current state pharmacopoeia, we have identified anthracene derivatives in aloe leaves:

Solubility of various aglycones with hydrophobic solvents was found to be selective.

It has been found that when anthraquinones are divided, their properties depend on the nature of the substituents. For example, anthraquinones with a carbonate substituent group are dissolved in alkali metal carbonates or hydrocarbonate aqueous solutions to form corresponding salts.

Anthraquinones, in which the hydroxyl group is found in the beta state, do not interact with hydrocarbons. Soluble phenolates are formed in aqueous solutions of alkali metal carbonates or hydrocarbons.

Anthraquinone hydroxyl- $\alpha$  produces phenolates in alkaline solutions only.

The analysis of the plant wood and bark revealed the following picture: the carbohydrates found in the bark, as it turned out, differ from the carbohydrates found in the wood both in composition and structure;

The cellulose concentration in the mammary gland is 18.5%. Pentosans are up to 11%. The bark contains significantly more lignin, up to 48%. Extractive substances are up to 30%, ash 6%.

The share of organic matter in wood components is almost 97%, and inorganic matter - up to 3%. Metal salts (dissolved in plant fluids or in resins, pectins) - about 1%; Terpenes - found in the form of traces; aliphatic alcohols and sterols 0.1%; Phenolic compounds - 25%;

We had taken Eggplant growing in Sartichala, the village of Gardabani district which underwent preliminary studies. It contains various biologically active substances

Apparently, we extracted two glucoalcohols from eggplant leaves;

Traces of glycoalkaloids have been found in eggplant leaves and fruit skin; as for the fruits here is solanine in the form of very weak traces.

Eggplant leaves contain 0.07% glycoalkaloids, calculated as absolute dry matter (leaf content is 7%).

We made a comparative study of the component composition of alcohol-aqueous extracts.

It has been proven that when interacting with alkali, color appears only in oxidized forms of anthracene.

Recovered forms of anthracene do not give a clear reaction with NaOH and pre-oxidation is required to detect them.



For example, freshly picked bark gives this reaction to NaOH only after it has been treated with hydrogen peroxide.

## შინაარსი

შესავალი .....	16
1. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	23
1.1. ანთრაცენწარმოებულები და მათი გლიკოზიდები. ანთრაცენწარმოებულების ცნება.....	23
1.2. ანთრაცენწარმოებულების გავრცელება მცენარეთა სამყაროში. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათ დაგროვებაზე.....	24
1.3. ანთრაცენწარმოებულების ბიოსინთეზის გზები.....	26
1.4. ანთრაცენწარმოებულების კლასიფიკაცია.....	27
1.5. ანთრაცენწარმოებულების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.....	35
1.6. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეების ნედლეულის ბაზა.....	37
1.7. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულის შეგროვების, გაშრობისა და შენახვის თავისებურებები.....	41
1.8. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულის გამოყენების გზები.....	42
1.8.1. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულისა და პრეპარატების სამედიცინო გამოყენება.....	43
1.8.2. ნედლეულიდან ანთრაცენწარმოებულების გამოცალკევების გზები.....	46
1.8.3. ანთრაცენწარმოებულების თვისებითი რეაქციები.....	47
1.8.4. ანთრაცენწარმოებულების ქიმიური გარდაქმნის (ტრანსფორმაციის) მეთოდები.....	48
1.8.5. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის შესწავლასა და ანალიზში გამოყენებული ქრომატოგრაფიული მეთოდები.....	49
1.8.6. ანთრაცენწარმოებულებისა და მცენარეული ნედლეულის შესასწავლად გამოყენებული სპექტრული მეთოდები .....	51
1.8.7. ფოტოელექტროკოლორიმეტრიული მეთოდი.....	51
1.8.8. სპექტროფოტომეტრიული მეთოდი.....	53
1.8.9. სპექტროფოტომეტრები და მათი მუშაობის პრინციპები.....	54
1.8.10. ფოტოკოლორიმეტრია.....	57
2. ექსპერიმენტული ნაწილი.....	63
2.1. კვლევის ობიექტები.....	63
2.1.1. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი.....	68

2.2. მცენარეული ნედლეულის მომზადება ექსტრაქციებისთვის-----	72
2.3. მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოცალკევება. ანტრაგლიკოზიდების ექსტრაქცია-----	75
2.4. ნიმუშების ქერქის და მერქნის კვლევა-----	78
2.5. სპირტ-წყალხნალური ექსტრაქტების კომპონენტური შემადგენლობის შედარებითი შესწავლა-----	83
2.5.1. ფენოლატების მიღების რეაქცია ტუტეებთან ურთიერთქმედებით:-----	83
2.5.2. ექსტრაქცია წყლით გამონაწვილვით (1:10)-----	83
2.5.3. ბორნტრეგერის რეაქციის მსვლელობა-----	85
2.5.4. მიკრო-სუბლიმაციის რეაქცია (მიკრო-სუბლიმაცია)-----	88
2.5.5. ლაქების წარმოქმნის რეაქცია.-----	88
2.6. ნიმუშების ქრომატოგრაფირება-----	89
2.6.1. ბადრიჯნი -----	93
2.6.3. აირ-სითხური ქრომატოგრაფია-----	96
3. დასკვნა .....	108
გამოყენებული ლიტერატურა .....	111

## ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. სხვადასხვა შეფერილობის მქონე ხსნარებისათვის განსაზღვრული ტალღის სიგრძისათვის სინათლის შერჩევა ხდება შემდეგი სქემის მიხედვით-----	62
ცხრილი 2. სხვადასხვა შეფერილობის ხსნარების ფოტოკოლორი-მეტრიებისათვის სინათლის ფილტრს ირჩევენ შემდეგი ცხრილის მიხედვით-----	62
ცხრილი 3. ნედლეულის შეგროვება ექსპერიმენტისთვის-----	67
ცხრილი 4. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი: თვისებითი ანალიზი-----	69
ცხრილი 5. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი: რაოდენობითი ანალიზი-----	70
ცხრილი 6. შერჩეული ნიმუშების რიცხვითი მაჩვენებლები-----	73
ცხრილი 7. ხეჭრელიდან გამოყოფილი ნაერთების და მათი ნაწარმების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები-----	80
ცხრილი 8. მერქნის და ხემცენარის მწვანე ნაწილის ელემენტები %-----	81
ცხრილი 9. მიკროელემენტების შემცველობა ქერქში %-----	81
ცხრილი 10. მერქნის შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებების იზოლირება სხვადასხვა გამხსნელებით-----	82
ცხრილი 11. მერქნის კომპონენტები-----	82
ცხრილი 12. ხეჭრელიდან გამოყოფილი ნაერთების და მათი ნაწარმების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები-----	84
ცხრილი 13. ხეჭრელის ანთრაცენწარმოებულები-----	92
ცხრილი 14. გარდაბნის რაიონ სოფელ ფონიჭალაში შეგროვილი ბადრიჯნის ფოთლებიდან მიღებული გლიკოალკონოლიდების შესწავლა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით-----	95

## სურათების ნუსხა

სურათი 1. მცენარე ხეჭრელას ( <i>Frangula alnus</i> ) ბოტანიკური აღწერა -----	37
სურათი 2. მცენარე ხეშავი ( <i>Rhamnus cathartica</i> ) ბოტანიკური აღწერა-----	38
სურათი 3. კრაზანა ( <i>Hypericum perforatum</i> ) ბოტანიკური აღწერა-----	38
სურათი 4. ანწლი ( <i>Sambucus ebulus</i> ) ბოტანიკური აღწერა-----	39
სურათი 5. მჟაუნა ( <i>Rumex confertus</i> ) ბოტანიკური აღწერა-----	39
სურათი 6. ენდრო, ოჯახი ენდროსებრნი ( <i>Rubia tinctorum</i> , Rubiaceae) ბოტანიკური აღწერა-----	40
სურათი 7. ხისებრი ალოე ( <i>Aloe arborescens</i> ) — ასწლოვანა და ალოე ვერა (საბრი)-----	40
სურათი 8. Waters Acquity UPLC/H Class (PDA Detector) ფირმის ქრომატოგრაფი-----	51
სურათი 9. სპექტროფოტომეტრის ოპტიკური სქემა-----	56
სურათი 10. შეღებილხსნარიან კიუვეტში სინათლის გავლის სქემა-----	57
სურათი 11. ფოტოკოლორიმეტრი KΦK 2-----	58
სურათი 12. ალოე, საბრი (ლათ. Aloe)-----	64
სურათი 13. ხეჭრელის ( <i>Frangula alnus</i> ) მერქანი და გამომშრალი ქერქი-----	65
სურათი 14. ხეშავის - ჟოსტერის ( <i>Rhamnus cathartica</i> ) მერქანი-----	65
სურათი 15. ძეძვი ( <i>Paliurus spina-christi</i> ) მერქანი-----	66
სურათი 16. ბადრიჯანი, ბადრიჯანი მატროსიკი 3965 ( <i>Solanum melongena</i> L)-----	66
სურათი 17. ანწლი ( <i>Sambucus</i> )-----	67
სურათი 18. ნედლეულის შრობა-----	74
სურათი 19. ექსტრაჰირება სოქსლეტის აპარატით-----	75
სურათი 20. ექსპერიმენტის მსვლელობა-----	86
სურათი 21. გამონაწვლილების მიღების პროცესი-----	89
სურათი 22. ხეჭრელის ქერქის სპირტ-წყალხსნარის გამონაწვლილის ქრომატოგრაფიული პროფილი-----	91
სურათი 23. ნიმუშები ქრომატოგრაფირებისთვის-----	96
სურათი 24. ხეჭრელის ქრომატოგრამა-----	97
სურათი 25. მცენარე ხეჭრელის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ფრანგულინ A,	

ფრანგულინ B, ემოდინი) ქრომატოგრამები-----	99
სურათი 26. ბადრიჯანის ქრომატოგრამა-----	100
სურათი 27. მცენარე ბადრიჯანის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (სოლანინი, ტომატინი) ქრომატოგრამები-----	101
სურათი 28. ალოე ვერას ქრომატოგრამა-----	102
სურათი 29. მცენარე ალოე ვერას გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ფრანგულინ A, ფრანგულინ B, ალოე ემოდინი, ალიონი) ქრომატოგრამები-----	103
სურათი 30. აგავას ქრომატოგრამა-----	103
სურათი 31. აგავას ქრომატოგრამა იდენტიფიცირებული ალოე-ემოდინი-----	103
სურათი 32. ანწლის ქრომატოგრამა-----	105
სურათი 33. მცენარე ანწლის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ციანიდინი, დელფინიდინი) ქრომატოგრამები-----	105
სურათი 34. ძეძვის ქრომატოგრამა-----	106

## მადლიერება

მინდა ჩემი ნაშრომი მივუძღვნა დედას, რომელსაც უდიდესი წვლილი მიუძღვის ჩემს აღზრდასა და განათლებაში, რომელიც თავად იყო საუკეთესო აღმზრდელი და პედაგოგი კიდევ სხვა მრავალი ღირსეული თაობებისა.

მინდა გულწრფელი მადლიერება გამოვხატო და უდიდესი პატივისცემა მეორე , ჩემი ღვაწლმოსილი აღმზრდელის, მასწავლებლის და ლექტორის, ძვირფასი პიროვნების ქალბატონ ნანა გელოვანის მიმართ. გმადლობთ, მშვენიერ და კეთილ ქალბატონ ნანას თქვენი ზრუნვის, შრომისა და ძალისხმევისთვის, სულის გაგებისა და სიკეთისთვის, ერთგული ცოდნისა და შეუპოვრობისთვის, კეთილი სიტყვებისთვის და ბრძნული რჩევებისთვის, კარგი განწყობისა და მხარდაჭერისთვის, შეუფასებელი მუშაობისთვის და იმ უდიდესი წვლილისთვის, რომელიც ჩემი და მრავალი ახალგაზრდა თაობის განათლებასა და აღზრდაში მიგიძღვით. გმადლობთ ახალი ცოდნისთვის, რომელიც გასაგები ფორმით იყო წარმოდგენილი, შთაგონებისთვის, ფასდაუდებელი დახმარებისა და მხარდაჭერისთვის თქვენს პროფესიონალ კოლეგებთან ერთად.

## შესავალი

მცენარეთა მახასიათებელია აქტიური ნივთიერებების არათანაბარი განაწილება ორგანოებსა და ქსოვილებში და მათი უპირატესი ლოკალიზაცია გარკვეულ მორფოლოგიურ ორგანოებში. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების რაოდენობა და შემადგენლობა განსხვავებულია მცენარეთა სხვადასხვა ორგანოებში.

მცენარეებში მჟავების, ტუტეებისა და მარილების გარდა გვხვდება: სპირტები (alcohols), ალდეჰიდები (aldehydes), კეტონები (ketones), ფენოლები (Spermatophyta) და ქინონები (Quinones), ფოსფორმჟავას ეთერები, ცხიმები (exuberant) და ცვილები (Luxuriant), ფოსფატიდები, ფოტოსტერინები, შაქრული ალკოჰოლები და შაქრები, პოლისაქარიდები (polysaccharides) (სახამებელი, ინულინი), ცელულოზა (cellulose), ჰემიცელულოზები (Hemicelluloses) და წებოები (glues) (ლორწო, პექტინი), მთრიმლავი ნივთიერებები (tanning substantiarum) (ტანინები), ეთეროვანი ზეთები (essential oils), რომლებიც შეიცავენ: ტერპენებს (Terpenes); სესკვიტერპენებს (Eudesmanolide); აზოლენებს (Azoles); ტერპენულ სპირტებს (terpene alcohols); ფენოლებსა (In phenols) და ფენოლურ ეთერებს (phenolic atmosphaeris aethereis); ალიფატურ (Aliphatic) და არომატულ ალდეჰიდებს (aromata aldehydes); კეტონებს (ketones); ორგანულ მჟავებს (Organicum acida); ესტერებს (Fruit); ლაქტონებს (Lactones); სულფიდებს (sulfides); თიომდოგვის ზეთებს (Thiomogene olea). ალკალოიდები (alkaloids), გლიკოზიდები (glycosides), ფლავონები (Flavones). ფლავონონები (Flavonones). იზოფლავონები (isoflavones). ქსანტონები (Xanthons). ანთოციანები (Anthocians). ანთრაქინონური გლიკოზიდები (Anthracenedione glycosides). ნიტრილური გლიკოზიდები (Nitrile glycosides). საპონინები (saponins). დიგიტალისური გლიკოზიდები (Digital glycosides). მღებავი ნივთიერებები (purpureumque Tyros). ამიდები (Amides) და ამინები (amines) (ბეტაინი, ქოლინი), ამინომჟავები (Amino acida). ცილები (proteins) (პროტეინები, პროტეიდები). პურინული ფუძეები (Herpesvirus caulibus



condensata), ნუკლეოპროტეინები (Nucleoproteins), ნუკლეინის მჟავები (nucleic acids) და სხვ. ფერმენტები (enzymes), ვიტამინები (Vitamins), ჰორმონები (hormones), ფიტონციდები (Phytoncides), ანტიბიოტიკები (antibiotics). ერთატომიანი სპირტები (Monoatomic alcohols): ეთილის, პროპილის, ბუტილის და სხვ. მცენარეულ ნედლეულში გვხვდება ორგანულ მჟავებთან რთული ეთერების სახით. მრავალატომიანი სპირტებიდან (Ex polyatomic alcohols): გლიცერინი (ძირითადად გვხვდება მცენარეული ზეთების შემადგენლობაში), წარმოადგენს უმაღლეს ცხიმოვან მჟავებთან გლიცერინის რთული ეთერების ნარევს.

მცენარეული ნედლეულის მიერ სინთეზირებულ, ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შორის, ცნობილია ქინოიდური სტრუქტურის მქონე ანთრაცენწარმები.

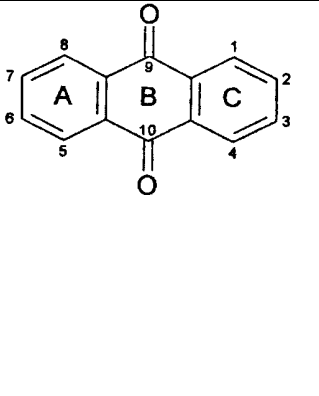
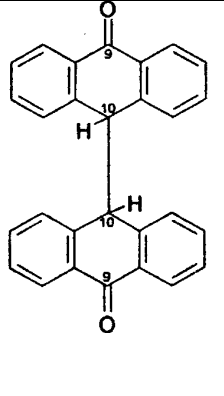
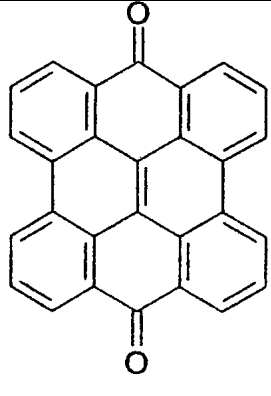
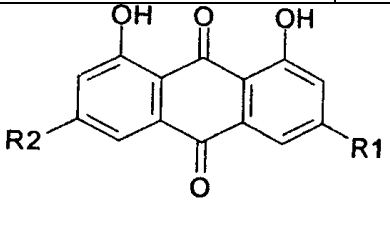
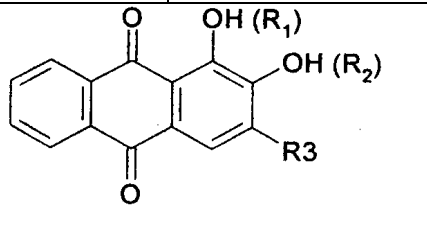
მცენარეებში ანთრაცენწარმოებულების როლზე, არსებობს სხვადასხვა აზრი, მეცნიერთა ერთ ნაწილს მიაჩნია, რომ ისინი ხელს უწყობენ პოლისაქარიდების დაგროვებას, რომ იცავენ მცენარეებს პარაზიტებისგან, არის აზრი, რომ და ჩვენ უფრო ვემხრობით მოსაზრებას, მათი ძირითადი ფუნქციაა, მცენარეში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში მონაწილეობა.

ანთრაცენწარმოებულები გვხვდება უმაღლესი მცენარეების რამოდენიმე ოჯახის წარმომადგენლებში: ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae) (ხეჭრელა, ხეშავა), ხისებრი ალოე (Aloe arborescens) — ასწლოვანა, მატიტელასებრნი (Polygonaceae): (რევანდი - Rheum, მჟაუნა - Acetosa) და სხვ. ისინი ნაპოვნია ზოგიერთ მწერებში, სოკოში და ზღვის ცხოველების ორგანიზმებშიც.

აღნაგობის მიხედვით ანთრაცენწარმოებულები იყოფა 3 ძირითად ჯგუფად:

1) მონომერები (monomers), რომლებიც შეიცავენ ანთრაცენის ერთ ბირთვს;

2) დიმერები (dimers), რომლებიც შეიცავენ ანთრაცენის ორ ბირთვს;

		
ანთრაქინონი	დიანთრონი	ნაფთოდიათრონი
		
ქრიზოცინი	ალიზარინი	

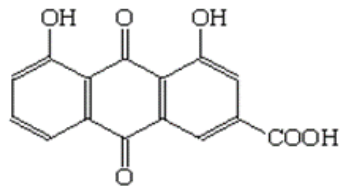
მონომერები, ცენტრალური ბირთვის დაჟანგულობის ხარისხის მიხედვით იყოფა:

ა) დაჟანგული ფორმები (Oxidized formae) – 9,10-ანთრაქინონის წარმოებულები;

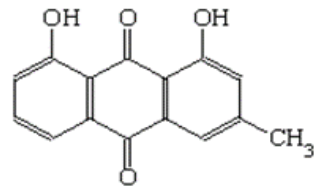
ბ) აღდგენილი ფორმები (Restaurata formae) – ანთრანოლის წარმოებულები (Antranol derivations), ანთრონი (Antronas), ოქსიანთრონი (Oxyantron), ანთრაჰიდროქინონი (Anthydroquinone).

ანთრაცენნაწარმების დიდი ნაწილი მიეკუთვნება პოლიოქსი (მეტოქსი) -ანთრაქინონებს. მათში β მდგომარეობაში, ჩამნაცვლებლებია - CH<sub>3</sub>, -CH<sub>2</sub>OH, -CHO, -COOH. -OH და -OCH<sub>3</sub> - ჯგუფები შეიძლება იმყოფებოდეს ასევე α- და ან β-მდგომარეობაში.

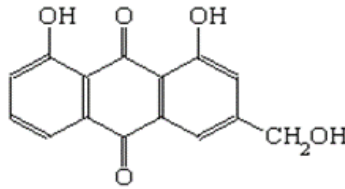
აღნიშნული ნაერთები განაპირობებენ მრავალი ფიტოპრეპარატის სრულიად განსხვავებულ ფარმაკოთერაპიულ ზემოქმედებას: ადაპტოგენური, დიურეტიული, საფალარათო, შემკვრელ, ანთების საწინააღმდეგო და სიმსივნის საწინააღმდეგო.



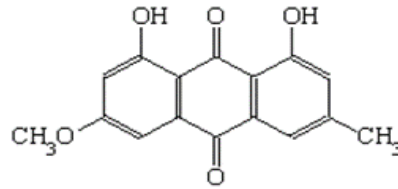
რეინი



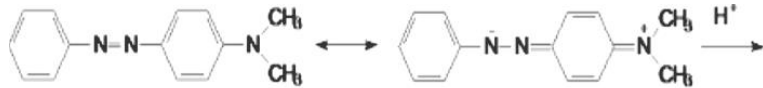
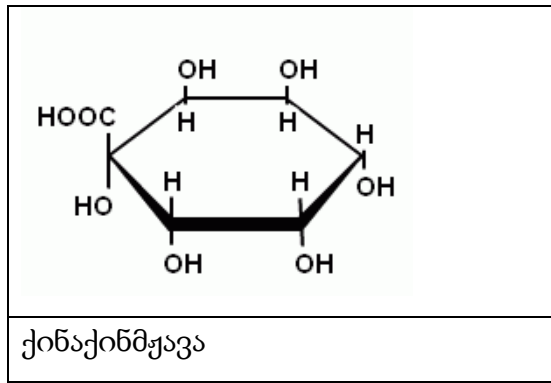
ქრიზოფანოლი



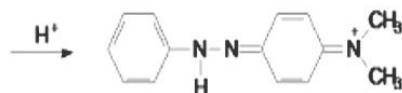
ალოემოდინი



ფისეტინი



ქინოიდური სტრუქტურა



R = R6 = OH, R2 = CH3 - ქრიზოფანოლი

R = R6 = OH, R2 = CH2OH - ალოე-ემოდინი

R = R6 = OH, R2 = COH - რეინალი

R = R6 = OH, R2 = COOH - რეინი

R = R4 = R6 = OH, R2 = CH3 - ემოდინი

R = R6 = OH, R2 = CH3, R4 = OCH3 - ფისეტინი

R = R2 = R3 = R4 = OH, R5 = COOH, R6 = CH3, R1 = Glu - კარმინ მუკვა

R = R2 = R3 = R4 = OH, R5 = COOH, R6 = CH3 - კერმენ მუკვა

R = R4 = R6 = OH, R5 = COOH, R6 = - როდოპტოლომეტრინი.

**თემის აქტუალურობა:** მცენარეულ ნედლეულში ანთრაქინონები გვხვდება მათი გლიკოზირებული, პრენილიზებული და დიმერული სახით, C–O–C და C–C- ტიპის ბმებით.

ანთრაქინონების შემცველი მცენარეული პრეპარატები აქტიურად გამოიყენება თანამედროვე მედიცინაში. ისინი შეიძლება იყოს, როგორც დოზირებული, ისე არა დოზირებული, მყარი, რბილი ან თხევადი ფორმით. მცენარეებიდან გამოცალკევებული ანთრაქინონების ბაზაზე დამზადებულ პრეპარატებს, შეიძლება ჰქონდეს, განსხვავებული თვისებები, მაგრამ მათთვის საერთო იქნება ბაქტერიციდული, შარდმდენი, ნაწლავის პერისტალტიკის გამაძლიერებელი ფუნქციები.

მცენარეულ ანთრაცენწარმოებულებზე ჩატარებული მრავალწლიანი კვლევებისა, არსებობს ჯერ კიდევ გადაუწყვეტელი პრობლემები ნედლეულის და პრეპარატების სტანდარტიზაციის სფეროში; სამკურნალო მცენარეული ნედლეული და ნედლეულიდან გამოცალკევებული ანთრაგლიკოზიდების იდენტიფიკაცია ჯერ კიდევ ხდება თვისებითი რეაქციებით და არ არის მოცემული რაოდენობითი ანალიზის მეთოდები; არასრულყოფილია ამჟამადაც რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდები; რუსეთის XIII (ΦC.2.5.0021.15) სახელმწიფო ფარმაკოპეაში შეტანილ 2 მეთოდში, რომლებიც გადმოტანილია ფარმაკოპეის XI გამოცემიდან (გადათვლილია ისტინინზე) და ევროპულ ფარმაკოპეაში მოცემულ მონაცემებში (გადაანგარიშებულია გლიკოფრანგულინ ა-ზე) არის შეუსაბამობა - ანთრაგლიკოზიდების რაოდენობა, სამამულო და ევროპულ ფარმაკოპეაში განსხვავდება მნიშვნელოვნად 4,5 % და 7 %.

ანთრაცენწარმოებულების როლის შესახებ მცენარეებში, მეცნიერებს შორის, საერთო აზრი არ არსებობს [1-3].

ნაწილი თვლის რომ ანრაცენწარმოებულები მცენარეებში ასრულებენ დაცვით ფუნქციას. კერძოდ, ოქსიმეთილანტრაქონი იცავს მცენარეებს პარაზიტებისაგან-მწერები, ნემატოდები, სოკოები.

ნაწილის აზრით, ანთრაცენწარმოებულები ასტიმულირებენ მცენარეებში პოლისაქარიდების დაგროვებას.

და მესამეთა აზრით, რომელიც ალბათ ყველაზე რეალურია - ანთრაცენწარმოებულები თამაშობენ მნიშვნელობან როლს ურთიერთ დაკავშირებულ ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებში, რომლებიც მიმდინარეობენ მცენარეულ ორგანიზმებში.

**კვლევის მიზანი და ამოცანები:** კვლევის მიზანია მცენარეების: ალოეს, საბრი (ლათ. Aloe), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძეძვის (Paliurus spina-christi), ბადრიჯანის (Solanum melongena L) და ანწლის (Sambucus) შემადგენლობაში არსებული ანთრაცენწარმოებულების შედარებითი ფარმაკოგნოსტიკური შესწავლა; ამ მცენარეების ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის შესახებ ლიტერატურული მონაცემების შეჯამება და სისტემატიზაცია; შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან ანთრაცენწარმოების ექსტრაქციის მეთოდების ეფექტურობის შეფასება; მიღებულ ექსტრაქტებში ანთრაქინონის რაოდენობრივი შემცველობის დადგენა; ტრანსფორმაციული პროცესების შესაძლებლობა მცენარეული მასალების გამოშრობის, შენახვის ან დამუშავების დროს. ხე მცენარის მერქნის ქიმიური შემადგენლობის განსაზღვრა.

ალოეს, საბრი (ლათ. Aloe), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძეძვის (Paliurus spina-christi), ბადრიჯანის (Solanum melongena L) და ანწლის (Sambucus) ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის შედეგად, თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზის მეთოდებით, აგრეთვე ქრომატოგრაფიული მეთოდებით, გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია აგრეთვე ინდივიდუალური ნაერთები: ფრანგულა ემოდინის 6-O- $\alpha$ -L-რამნოპირანოზიდის (ფრანგულინი A)  $C_{21}H_{20}O_9$  კრისტალები, ფრანგულა ემოდინის 6-O- $\beta$ -O-აპიოფურანოზიდი (ფრანგულინი B).  $C_{20}H_{18}O_9$ , ემოდინი (1,6,8-ტრიჰიდროქსი-3-მეთილანტრაქინონი)  $C_{15}H_{10}O_5$ , ფრანგულინი,

გლუკოფრანგულინი A, გლუკოფრანგულინიB, გლიკოალკალოიდი სოლანინი (ბადრიჯანი), ალიონი და ალოე-ემოდინი, მათ შორის დომინანტური ანთრაცენწარმოებულების (ფრანგულინი A და ფრანგულინი B) და ფლავონოიდული ნივთიერების (3-O-rutinoside rhamnetin) ქიმიური გარდაქმნების შედეგები.

ანწლის შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანიდებს ციანიდინისა და დელფინიდინის, მათი გლიკოზიდების წარმოებულების: ციანიდინი-3-რუტინოზიდი, ციანიდინი-3-მონოგლუკოზიდი, დელფინიდინ-3-რუტინოზიდი, დელფინიდინ-3-მონოგლუკოზიდი იდენტიფიცირება.

## 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

დღეისათვის სამკურნალო თვისებების მქონე 4 მილიონზე მეტი ორგანული ნაერთია ცნობილი. მცენარეების ძირითადი ბიოქიმიური თავისებურებებს განაპირობებს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. ცხოველურ უჯრედებზე ეს ნივთიერებები ახდენენ დამახასიათებელ, ფარმაკოლოგიურ და ტოქსიკურ ზემოქმედებას. სამკურნალო მცენარეების, რომლებიც შეიცავენ ანტრაცენწარმოებულებს, შესწავლის მრავალწლიანი გამოცდილების მიუხედავად ჯერ კიდევ არის გადასაჭრელი საკითხები ნედლეულისა და პრეპარატების სტანდარტიზაციის სფეროში.

მცენარეულ ნედლეულში სამკურნალო დანიშნულებით საინტერესოა მათი მეორადი ცვლის პროდუქტები. მეორადი მეტაბოლიზმის შედეგად მიღებული ნივთიერებები არის სხვადასხვა აღნაგობის და სტრუქტურის მქონე, ისინი წარმოიქმნება მცენარეებში ძირითადი ორგანული ნაერთების (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) ტრანსფორმაციის პროცესებში.

ისინი არ არის საჭირო ზრდისთვის და არ არის აუცილებელი მცენარეული ორგანიზმის გადარჩენისთვის.

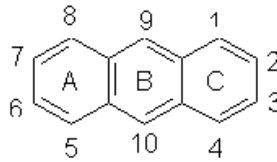
ამ ნივთიერებების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა მცენარეული ორგანიზმისთვის ჯერ კიდევ ბოლომდე გაურკვეველია. ამასთან, ისინი ხშირად ასრულებენ სასარგებლო და დამცავ ფუნქციებს.

მეორადი მეტაბოლიზმის ნივთიერებები გამოხატულ თერაპიულ გავლენას ახდენს ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმზე.

ზოგიერთი მათგანი ტოქსიკურია [4-7].

### 1.1. ანტრაცენწარმოებულები და მათი გლიკოზიდები.

ანტრაცენწარმოებულები - არის ბუნებრივი ნაერთების დიდი ჯგუფი, რომელშიც ანტრაცენის ბირთვს სხვადასხვა დაჟანგვის ხარისხი აქვს, სხვადასხვა მდგომარეობებში (B შუა რგოლში).



პირველად, ანთრაცენწარმოებულების მცენარეებისგან გამოყოფა მოახდინა შვეიცარიელმა მეცნიერმა ა. ჩირჩმა, რომელმაც დაადგინა მათი სტრუქტურა და დაამტკიცა, რომ ისინი საფაღარათო ნივთიერებების აქტიური ინგრედიენტებია და მათ უწოდა "ანთრაგლიკოზიდები".

დიდი წვლილი შეიტანა ანთრაცენწარმოებულების შესწავლაში რუსმა მეცნიერმა ვილერმა, რომელიც ავტორია ნაშრომის - „ბუნებრივი ანთრაქინონები“; ნაშრომში განხილულია მათი სტრუქტურა და გამოყოფის მეთოდები [8-9].

## 1.2. ანთრაცენწარმოებულების გავრცელება მცენარეთა სამყაროში. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათ დაგროვებაზე.

ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მათ დაგროვებაზე. მცენარეები, რომლებიც შეიცავს ანთრაცენწარმოებულებს, ფართოდ არის გავრცელებული. ისინი ძირითადად გვხვდება უმაღლეს მცენარეებში (დაახლოებით 200 ნაერთი), ასევე ნაპოვნია ზოგიერთ სოკოში, მწერებში და ზღვის ცხოველების ორგანიზმებშიც.

ამ ჯგუფის მცენარეები გვხვდება ველურ ბუნებაში და ასევე კულტივირებული სახითაც.

ისინი სხვადასხვა ოჯახს მიეკუთვნებიან:

ანთრაცენწარმოებულები გვხვდება უმაღლესი მცენარეების რამოდენიმე ოჯახის წარმომადგენლებში: მათიტელასებრნი (Polygonaceae) (რევანდი - Rheum, მჟაუნა - Acetosa), პარკოსნები (სენა); კრაზანასებრთა (კრაზანა), ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae) (ხეჭრელა, ხეშავა), ხისებრი ალოე (Aloe arborescens) — ასწლოვანა და სხვ.



მცენარეებში გლიკოზიდები გახსნილია უჯრედის წვენში, აგლიკონები კი კრისტალური ჩანართების სახითაა. ისინი ლოკალიზებულია უფრო ხშირად მცენარეული უჯრედების გულის ფორმის სხივებში (რევანდი), ქერქის პარენქიმაში, სადაც მათი ადვილად გამოვლენა შესაძლებელია შეფერილობით.

დაგროვების დინამიკა ასოცირდება მცენარეთა ასაკთან და განვითარების ფაზასთან. ასაკის მატებასთან ერთად მცენარეში იზრდება ანთრაცენწარმოებულების რაოდენობა, ასაკოვან მცენარეებში ჭარბობს დაჟანგული ფორმები, ხოლო ახალგაზრდა მცენარეებში მცირეა მათი რაოდენობა და ჭარბობს ალდგენილი ფორმები.

აღმოჩნდა, რომ მიწისქვეშა ორგანოებში მაქსიმალური დაგროვება აღინიშნება სიცოცხლის მე -2 ან მე -3 წელს, რის შემდეგ მათი რაოდენობა მცირდება.

მცენარეების ვეგეტატიური განვითარების პროცესში ხდება თვისებითი და რაოდენობითი ცვლილება. ანთრაცენწარმოებულების ალდგენილი ფორმები უფრო გროვდება ადრე გაზაფხულზე, შემოდგომისთვის კი ჭარბობს დაჟანგული ფორმები. ეს უნდა გვახსოვდეს ნედლეულის მომზადებისას, ვინაიდან დაჟანგულ ფორმებს უფრო ღირებული ფარმაკოლოგიური თვისებები აქვთ.

ანთრაცენწარმოებულების ალდგენილი ფორმები (პერორალურად მიღებისას) ხშირად იწვევს გვერდით მოვლენებს: გულისრევა, ღებინება, კოლიტი. ამიტომ, გამოყენებამდე, ხეჭრელას ქერქს ინახავენ 1 წლის განმავლობაში ნორმალური შენახვის პირობებში ან 1 საათის განმავლობაში 100-105°C ტემპერატურაზე საშრობ კარადაში. ამ შემთხვევაში ხდება ასევე ხდება ალდგენილი ფორმების დაჟანგვა.

ანთრაცენწარმოებულების ბიოლოგიური როლი ზუსტად დადგენილი არ არის. ნაწილის თვალსაზრისით, ისინი ემსახურებიან როგორც დაცვას პარაზიტებისგან, სხვათა აზრით, ისინი მონაწილეობენ

მცენარეების ჟანგვა-აღდგენის პროცესებში და ასევე ხელს უწყობენ პოლისაქარიდების დაგროვებას.

ქერქში, მათი შემცველობა იზრდება მცენარის წვენის მოძრაობის პერიოდში, ანუ ადრე გაზაფხულზე ფოთლებში, ბალახში - ყვავილობის ფაზაში; მიწისქვეშა ნაწილები - მცენარის საშემოდგომო ფაზაში; ნაყოფებში - მათი სიმწიფის დროს [10-13].

### 1.3. ანთრაცენწარმოებულების ბიოსინთეზის გზები

ანთრაცენწარმოებულების ბიოსინთეზი ხდება ფენოლური ნაერთების წარმოქმნის გზით. დადგენილია მცენარეებში ანთრაცენწარმოებულების წარმოქმნის 2 გზა.

1. აცეტატ-მალონატის გზით, ანთრაცენწარმოებულები წარმოიქმნება უმდაბლეს მცენარეებში (ხავსი, ლიქენი) და ქრიზოცინის წარმოებულები უმაღლეს მცენარეებში.

2. ალიზარინის წარმოებულები წარმოიქმნება უმაღლეს მცენარეებში შერეული გზით.

ვინაიდან, ანთრაქინონები (Anthraquinones) წარმოიქმნება ფენოლების დაჟანგვის შედეგად, არსებობს ვარაუდი, რომ ისინი წარმოქმნიან ფენოლური ნაერთების ზოგადი ბიოსინთეზის საფუძველზე. ასე რომ, „აცეტატური“ თეორიის თანახმად, ძმარმჟავას გააქტიურებული ფრაგმენტების კონდენსირება პოლიკეტომეთილენის ჯაჭვში და მისი შემდგომი ციკლიზაცია. ანთრაქინონების წარმოქმნა შეიძლება მოხდეს უშუალოდ პოლიკეტომეთილენის მჟავასგან, დეკარბოქსილირების გზით და გვერდითი ჯაჭვების სტრუქტურის ცვლილებებით. ამ დროს ხდება ბიოსინთეზის გარკვეულ ეტაპზე დაჟანგვის და ზოგიერთი ჰიდროქსილის ჯგუფების ელიმინაციის პროცესი.

აცეტატური თეორია მართებულია მხოლოდ ქრიზოცინის (Chrysocin) წარმოებულებისთვის. ალიზარინის (Alizarin) წარმოებულების ბიოსინთეზი მიმდინარეობს შერეული ტიპის - აცეტატური და შიკიმატის მიხედვით.

მცენარეებში ანთრაცენწარმოებულები გვხვდება, როგორც თავისუფალ მდგომარეობაში, ისე გლიკოზიდების სახით. უფრო ხშირად ქმნიან ო-გლიკოზიდებს, ნაკლებად ხშირად - C- გლიკოზიდებს (ალოინის ალოეს ხის ფოთლებიდან). გლუკოზა, რამნოზა, არაბინოზი, ქსილოზა შეიძლება მოქმედებდეს, როგორც შაქრის კომპონენტი. შაქრის ნარჩენების დამაგრების რაოდენობისა და ადგილის მიხედვით, ანტრაგლიკოზიდები იყოფა მონოზიდებად, ბიოზიდებად და დიგლიკოზიდებად.

უფრო ხშირად, - OH ჯგუფები 1,3,6,8 პოზიციაში მონაწილეობენ გლიკოზიდების ფორმირებაში[14-16].

#### 1.4. ანთრაცენწარმოებულების კლასიფიკაცია.

ანთრაცენწარმოებულების ბიოსინთეზი ხდება ფენოლური ნაერთების წარმოქმნის ზოგადი მეთოდით. XX საუკუნის 60-იან წლებში. ბირჩმა და დონოვანმა წამოაყენეს ანთრაცენწარმოებულების ბიოსინთეზის აცეტატის თეორია, რომლის მიხედვითაც აცეტატის ნარჩენების კონდენსაცია მცენარეებში ხდება მათი შემდგომი ციკლიზაციით. მოგვიანებით, ეს ვერსია დადასტურდა მიკვლევის მეთოდით.

დღეისათვის დადგენილია, რომ მცენარეებში არსებობს ანთრაცინის წარმოებულების ფორმირების 2 გზა:

1. აცეტატ-მალონატის გზით, ანთრაცენწარმოებულები წარმოიქმნება სოკოებში და ლიქენებში და ქრიზაციინის წარმოებულები მცენარეებში.
2. შერეული გზა ხდება მცენარეებში ალიზარინისა და ემოდინის წარმოებულების წარმოქმნა.

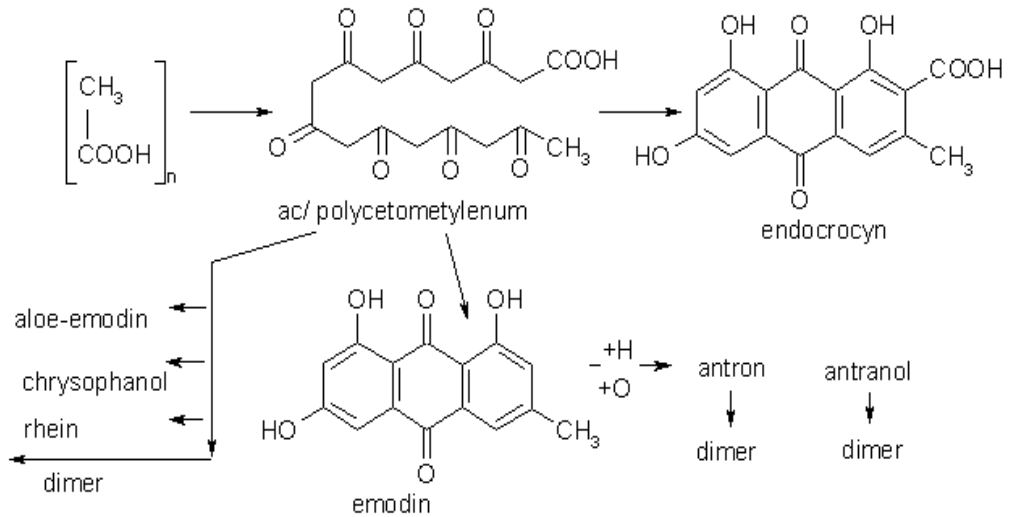
ბუნებრივ ანთრაცენწარმოებულებში, შეიძლება იყოს:

ჰიდროქსილი (-OH), მეტოქსი (-OCH<sub>3</sub>), მეთილი (-CH<sub>3</sub>), ოქსიმეთილი (CH<sub>2</sub>OH), ალდეჰიდი (-CHO), კარბოქსილი (-COOH) და სხვა ფუნქციური ჯგუფები.

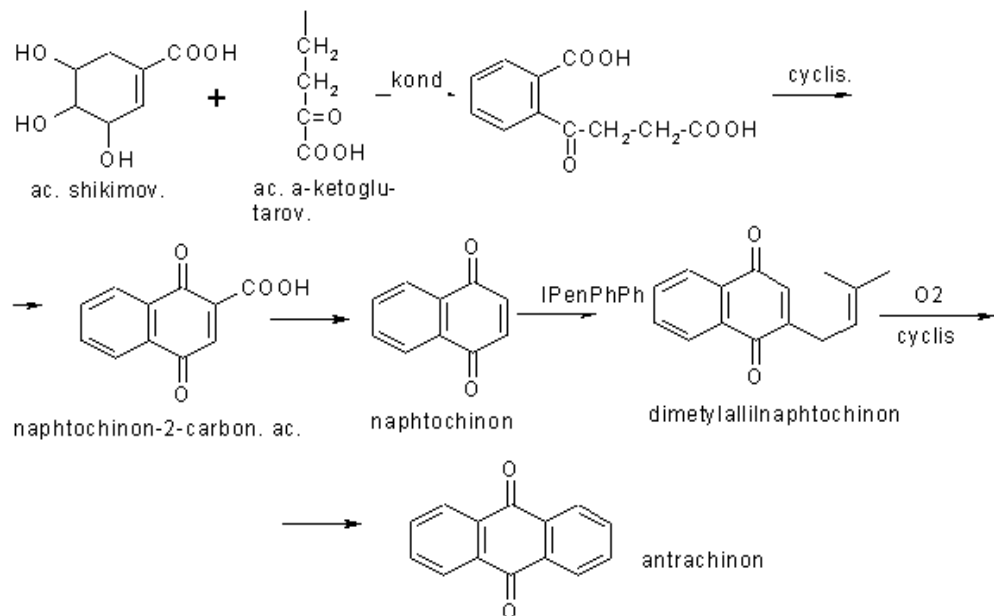
ნახშირბადოვანი ჩონჩხის მიხედვით მონომერები შეიძლება დაიყოს

3 ჯგუფად:

- ნახშირბადის ჩონჩხის სტრუქტურის მიხედვით
- რგოლის B დაჟანგვის მდგომარეობის მიხედვით
- ჰიდროქსილის ჯგუფების მდებარეობის მიხედვით

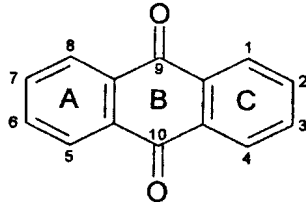


შეიძლება ანთრაქინონების და ნაფთოქინონების წარმოქმნა

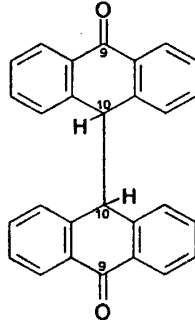


ნახშირბადოვანი ჩონჩხის სტრუქტურის მიხედვით, ანთრაცენწარმოებულები შეიძლება დაიყოს 3 ჯგუფად:

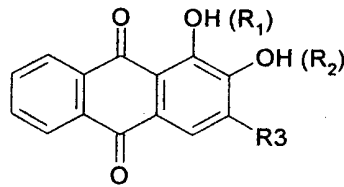
1. მონომერები - ნაერთები, დაფუძნებული ერთ ანთრაცენის ბირთვზე;



2. დიმერები - ნაერთები ორი ანთრაცენის ბირთვით;



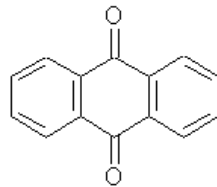
3. კონდენსირებული ანთრაცენწარმოებულები - შეიცავს 2 ან მეტ ბირთვს.



1. მონომერული ნაერთები, მიუხედავად B რგოლის დაჟანგულობის სხვადასხვა ხარისხისა, იყოფა ორ ჯგუფად:

- 1) დაჟანგული (ანთრაქინონი და მისი წარმოებულები);
- 2) აღდგენილი (ანთრონი, ოქსიანთრონი, ანთრანოლი და მათი წარმოებულები).

1) დაჟანგული ფორმები – 9,10-ანთრაქინონის წარმოებულები

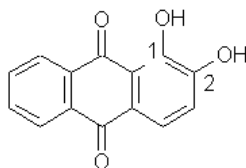


9,10- ანთრაქინონი

ანთრაცენწარმების დიდი ნაწილი მიეკუთვნება პოლიოქსი(მეტოქსი)-ანთრაქინონებს ჩამნაცვლებლებით -CH<sub>3</sub>, -CH<sub>2</sub>OH, -CHO, -COOH β მდგომარეობაში, მაშინ როცა -OH და -OCH<sub>3</sub> - ჯგუფები შეიძლება იმყოფებოდეს როგორც α-, ისე β-მდგომარეობაში.

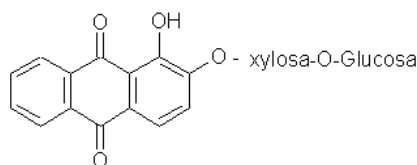
ანთრაცენწარმოებულებს, ჰიდროქსი ჯგუფის მდებარეობის მიხედვით ყოფენ:

ა) ალიზარინის წარმოებულები ( 1,2-დიჰიდროქსიანტრაქინონი).



გვხვდება ენდროსებრი და მათიტელასებრი ოჯახების მცენარეებში.

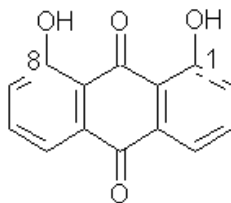
ალიზარინის წარმოებულებში შედის რუბერიტრინმჟავა, რომელიც არის ალიზარინ-2-ქსილოსილგლუკოზიდი, რომელსაც შეიცავს მცენარის მიწისქვეშა ორგანოები (*Rubia tinctorum*, *Rubiaceae*). მათ აქვთ ნეფროლიზული მოქმედება და იყენებენ შარდ-კენჭოვანი დაავადებების სამკურნალოდ.



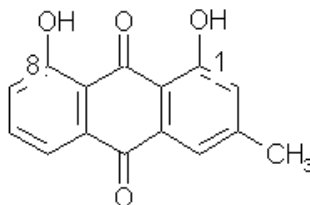
რუბერიტრინის მჟავა (2-ქსილოზა გლუკოზიდი)

ხშირად გვხვდება მისი წარმოებულები.

ბ) - ქრიზორცინის წარმოებულები (1,8-დიჰიდროქსიანტრაქინონი);



გვხვდება *Rhamnaceae*, *Polygonaceae*, *Liliaceae* ოჯახების მცენარეებში.



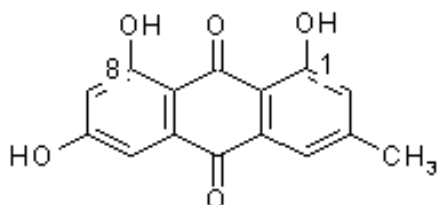
ქრიზოფანოლი (3-მეთილქრიზორცინი)

(*Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Rheum palmatum* var. *Tanguticum*, *Rumex confertus*).

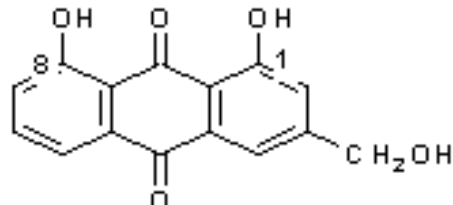
ეს მოიცავს ემოდინის ნაერთებს: ფრანგულა-ემოდინი; ალოე-ემოდინი და სხვა მსგავსი ნაერთები: რეინი, ქრიზოფანის მჟავა.

ეს ნაერთები და მათი გლიკოიდები გვხვდება მცენარეებში, რაც იწვევს მათ საფადართო ეფექტს [17, 18].

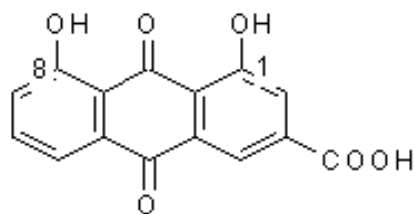
ფრანგულა-ემოდინი



ალოე-ემოდინი



(3-მეთილ-6-ოქსიქრიზოცინი)



რეინი

ემოდინებს მსგავსი სტრუქტურა აქვთ. მცენარის სახეობიდან გამომდინარე, იგი განსხვავდება სტერეო სტრუქტურით და სახელით:

რეუმ-ემოდინი (*Rheum palmatum* var. *Tanguticum*, *Rumex confertus*);

ფრანგულა-ემოდინი (*Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*);

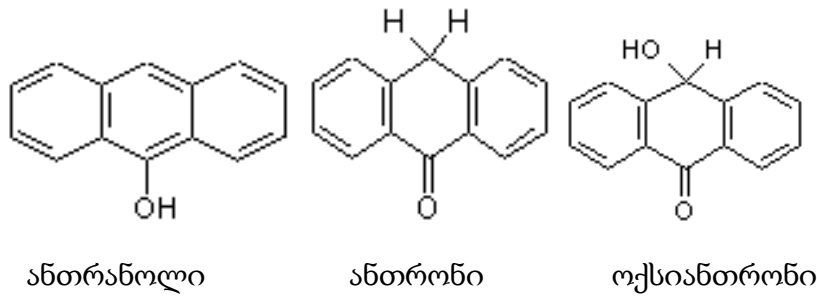
ფრანგულინი - ფრანგულა-ემოდინის 6-რამნოზიდი (*Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*);

გლუკოფრანგულინი - ფრანგულა-ემოდინის 6-რამნოგლუკოზიდი (*Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*);

ალოე-ემოდინი - 3-ჰიდროქსიმეთილ-ქრიზაცინი (ალოე *arborescens*);

რეინი - 3-კარბოქსიქრისაცინი (*Cassia acutifolia*, *C. angustifolia*).

2) ანთრაცენის წარმოებულების აღდგენილი ფორმები ძირითადად შეიცავს ანთრანოლის (*Antranol*), ანთრონის (*Antronas*), ოქსიანთრონის (*Oxyantron*) ბირთვს.



ბუნებრივ ანთრაცენნაერთების უმეტესობა ანთრაქინონის ტიპისაა, ვინაიდან ანთრანოლი და ანთრონი ლაბილურია და ადვილად იჟანგება ატმოსფერული ჟანგბადის საშუალებით ანთრაქინონებად.

### 3) დიმერული ნაერთები.

ანთრაცენწარმოებულები ხასიათდება დიმერიზაციით; ამიტომ, ისინი კლასიფიცირდება ნახშირბადის ჩონჩხის სტრუქტურის მიხედვით:

მონომერები (ეს ყველა ზემოხსენებული ნაერთია) და

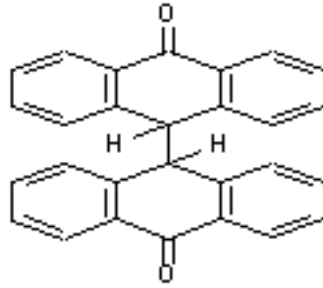
დიმერები (ბიმოლეკულური ნაერთები), რომლებიც წარმოიქმნება 2 მონომერის მონაწილეობით, რომლებიც მოიცავს როგორც დაჟანგულ, ისე აღდგენილ ფორმებს, უფრო ხშირად აღდგენილ (ანთრანოლებს და ანთრონებს).

აღდგენილი ფორმები გაერთიანებულია დიმერებში, ხშირად, შუა B რგოლის გასწვრივ გამა მდგომარეობაში და ქმნის დიანტრანოლებს და დიანტრონებს.

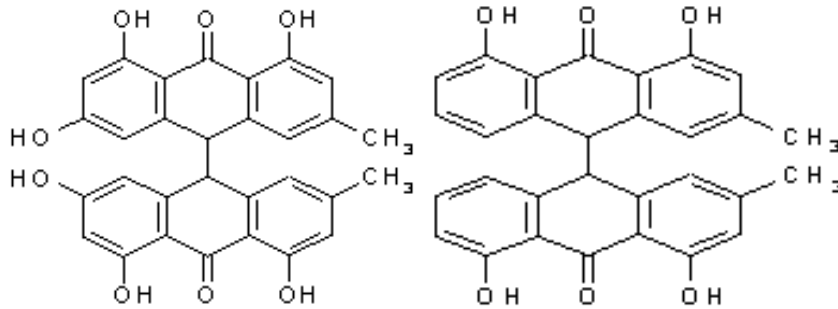
დაჟანგულ ფორმებს (ანთრაქინონებს) შეუძლიათ კონდენსირება a და b მდგომარეობებზე.

დიმერული ნაერთის მოლეკულა შეიძლება იყოს სიმეტრიული, ანუ ის შეიძლება შედგებოდეს 2 იდენტური ნარჩენებისგან (ეს არის ჰომოდიმერები, ისინი წარმოიქმნება 2 იდენტური მონომერის კონდენსაციის შედეგად) ან სხვადასხვა მონომერები (ასიმეტრიული), რომლებიც დაკავშირებულია B რგოლის გასწვრივ გამა მდგომარეობაში. ისინი გვხვდება Fabaceae, Rhamnaceae ოჯახის მცენარეებში.





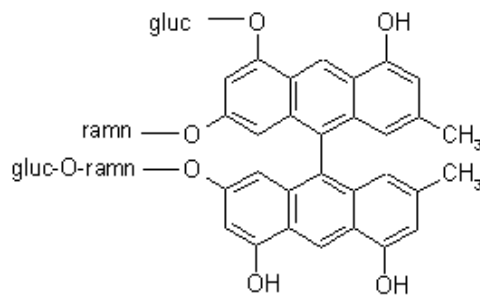
დიანთრონი



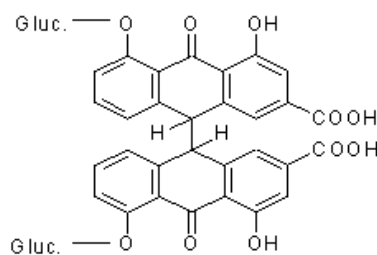
ქრიზოფანოლდიანთრონი      ემოდინ-დიანთრონი

დიმერული ნაერთის მოლეკულა შეიძლება იყოს ასიმეტრიული - ანუ შეიძლება შედგებოდეს ორი განსხვავებული მონომერისგან - ეს არის ჰეტერო ნაერთები.

ხეჭრელას ახალადაღებული ქერქი (ცოცხალი მცენარე) შეიცავს პირველად ანთრაგლიკოზიდს, აღდგენილ ფორმით - ფრანგლაროზიდი - შეიცავს კასიას ფოთლები



სიმეტრიულ- სენოზიდები A და B

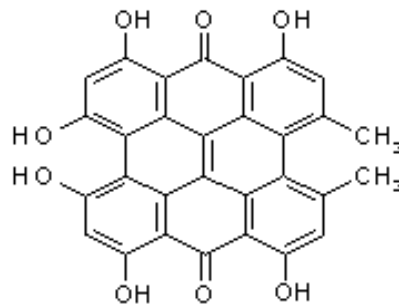


ანთრაცენწარმოებულების ნარევი ჩვეულებრივ გვხვდება სამკურნალო ნედლეულში.

#### 4) კონდენსირებული ანთრაცენწარმოებულები

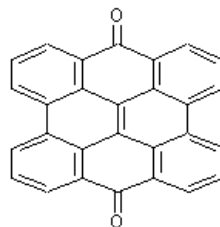
მათ აქვთ ფოტომგრძობიარე ეფექტი. გამოყოფილია სხვადასხვა სახეობის კრაზანას, *Hypericum* ოჯახის (*Hypericum perforatum*, *H. Maculatum*)

#### მაგ. ჰიპერიცინი



კრაზანა - ნოვოიმანინი, რომელიც შეიცავს კონდენსირებულ ანთრაცენწარმოებულებს, ახასიათებს მაღალი ანტიბაქტერიული მოქმედება.

**ნაფთოდიანტრონები:** ისინი შედგება ანთრაქინონების ორი მონომერისგან, რომლებიც დაკავშირებულია ალფა და გამა მდგომარეობაში.



#### ნაფთოდიანტრონი

მცენარეებში ანთრაცენწარმოებულები გვხვდება, როგორც თავისუფალი ფორმით (აგლიკონები), ასევე გლიკოზიდების - ანთრაგლიკოზიდების სახით. ანთრაცენწარმოებულების ყველა ჯგუფი, დიანთრაქინონების გარდა, ანთრაგლიკოზიდებში გვხვდება აგლიკონებად.

ნაპოვნია აგრეთვე C- გლიკოზიდები, რომლებიც იზოლირებულია ალოეს, სენას სხვადასხვა სახეობისგან. გლუკოზის რაოდენობის მიხედვით,

ანთრაცენწარმოებულები შეიძლება იყოს მონოზიდები, ბიოზიდები, დიგლიკოზიდები [19-23].

## 1.5. ანთრაცენწარმოებულების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

ანთრაცენწარმოებულები და მათი გლიკოზიდები არიან კრისტალური ნივთიერებები ყვითელი ან ნარინჯისფერ-ყვითელი ფერის, ანთრანოლები უფეროა, მწარე გემოთი.

ანთრაცენწარმოებულები ადვილად იხსნება წყალში, განზავებულ სპირტში; ცუდად - ქლოროფორმში, აცეტონში, ეთერში.

მათი აგლიკონები, პირიქით, კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში და არ იხსნება წყალში. ანთრაცენწარმოებულების აგლიკონები და გლიკოზიდები ადვილად იხსნება ტუტეების წყალხსნარებში, წყალში ხსნადი ფენოლატების წარმოქმნის გამო.

ფენოლატების ფერი დამოკიდებულია ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგვის ხარისხზე. დაჟანგული ფორმები იძლევა კაშკაშა ალუბლისფერ მარილებს, აღდგენილი - ღია ვარდისფერს. ეს განსხვავება მნიშვნელოვანია ანთრაცენწარმოებულების ანალიზის დროს.

200°C-ზე და უფრო მაღლა გაცხელებისას მათ შეუძლიათ აორთქლება (სუბლიმირება), ძირითადი სტრუქტურის დაშლის გარეშე. ამ შემთხვევაში ხდება გლიკოზიდური ბმის დაშლა, აგლიკონების აღდგენილი ფორმების დაჟანგვა და მათი შემდგომი სუბლიმაცია. სუბლიმატი ცივ ზედაპირზე კონდენსირდება ყვითელი კრისტალების სახით.

ანთრაცენწარმოებულებს შეუძლიათ ფლუორესცირება უი შუქზე. ფლუორესცენტის ფერი დამოკიდებულია ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგვის ხარისხზე. დაჟანგული ფორმები ფლუორესცირებს ვარდისფერ, წითელ, ნარინჯისფერში. აღდგენილი ფორმები - ყვითელ, ლურჯ, იისფერში.

ქიმიური თვისებები განპირობებულია მოლეკულის სტრუქტურაში ძირითადი ფუნქციური ჯგუფების არსებობით:

- ❖ სხვადასხვა ჟანგვის რიცხვით, ანთრაცენის ბირთვები (კონდენსირებული 3 არომატული რგოლი);
- ❖ ფენოლური ჰიდროქსილები;
- ❖ კარბოქსილის ჯგუფები;
- ❖ გლიკოზიდური ბმები.

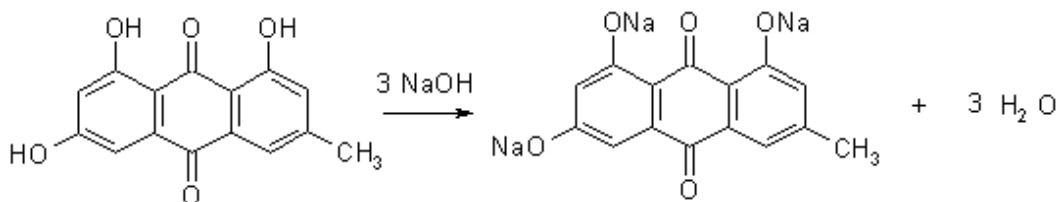
1) ანთრაგლიკოზიდები განიცდიან მჟავურ, ტუტე და ფერმენტულ ჰიდროლიზს, ქმნიან თავისუფალ აგლიკონებს და შაქრებს.

2) ფენოლის ჰიდროქსილის არსებობა განსაზღვრავს, ფენოლებისათვის დამახასიათებელი თვისებების არსებობას ანთრაცენწარმოებულებში. ამავე დროს, ფენოლური ჰიდროქსილის რეაქციისუნარიანობა განსხვავებულია და დამოკიდებულია მათ მდგომარეობაზე მოლეკულაში:

ფენოლური ჰიდროქსილები 1 და 8 მდგომარეობაში ნაკლებად რეაგირებენ ოქსო - (>C=O) ჯგუფის ჟანგბადის ატომთან შიდამოლეკულური (წყალბადური) ბმის წარმოქმნის გამო.

ანთრაცენწარმოებულები, რომლებსაც აქვთ OH ჯგუფები მხოლოდ 1 და 8 ალფა პოზიციებში, ქმნიან ფენოლატებს მხოლოდ მწვავე ტუტეების ხსნარებით (NaOH, KOH);

ანთრაცენწარმოებულები, რომლებიც შეიცავს 3,6,7 ბეტა მდგომარეობაში - OH ჯგუფს, ქმნიან ფენოლატებს ტუტეების, ამიაკის, ტუტე ლითონის კარბონატების ხსნარებთან .



3) ანთრაცენწარმოებულები ქმნიან კომპლექსებს (ლაქებს) ლითონის მარილებით, რაც აძლევს დამახასიათებელ ფერს. რეაქციის პროდუქტების ფერი დამოკიდებულია OH ჯგუფების მდგომარეობაზე ანთრაცენწარმოებულის და გამოყენებული რეაგენტის მოლეკულაში.

მაგალითად, მაგნიუმის აცეტატის სპირტიანი ხსნარით,

1,2-დიოქსიდური წარმოებულები ქმნიან იის ფერის ლაქებს,

1,4-დიოქსიდური წარმოებულები - მეწამულს,

1,8-დიოქსიდური წარმოებულები - წითელ-ნარინჯისფერს.

4) ანთრაცენწარმოებულები, რომლებიც შეიცავს კარბოქსილის ჯგუფს (-COOH), წარმოქმნიან მარილებს მწვავე ტუტეების, ამიაკის, ტუტე ლითონების კარბონატებთან და ჰიდროკარბონატებთან [24-28].

## 1.6. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეების ნედლეულის ბაზა

ნედლეულის ბაზა წარმოდგენილია როგორც ველური, ასევე კულტურული სამკურნალო მცენარეებით. ველური ბუნებიდან :

ხეჭრელა (მყიფე), ოჯახი ხეჭრელასებრნი (*Frangula alnus*, Rhamnaceae) ქმნის მსხვილ მასას ტყის ზონაში ფიჭვის, ნამვისა და შერეული ტყეების ქვედა ზონაში, მდინარეების, ტბების ნაპირებთან, ევროპული ნაწილის გარეუბნებში ჭაობებთან, დასავლეთ ციმბირში, კავკასიაში;

ქიმიური შედგენილობა: ანთრაგლიკოზიდი – (ფრანგულაროზიდი  $O_2$ ,  $100^{\circ}C$  გლუკოფრანგულინი), ფისები, პექტინები, მთრიმლავი ნივთიერებები, სახამებელი.



სურათი 1. მცენარე ხეჭრელას (*Frangula alnus*) ბოტანიკური აღწერა

ხეშავი საფადართო სამუალეზაა (buckthorn laxative), ოჯახი ხეჭრელასებრნი (*Rhamnus cathartica*, Rhamnaceae) იზრდება ტყის კიდეებზე,

მშრალ მდელოებზე, მთის ფერდობებზე ტყეში (სამხრეთით), ევროპული ნაწილის სტეპურ და ტყე-სტეპურ ზონებში, კავკასიაში;



სურათი 2. მცენარე ხეშავი (*Rhamnus cathartica*) ბოტანიკური აღწერა

**ქიმიური შედგენილობა:** ანთრაგლიკოზიდები (გლუკოფრანგულინი, ფრანგულა-ემოდინი), ფლავონოიდები (რამნეტინი, რამნოციტრინი), შაქრები, პექტინური ნივთიერებები, ორგანული მჟავები.

კრაზანა, ოჯახი კრაზანისებრთა (*Hypericum perforatum*, *H. quadrangulum* et *H. maculatum*, *Hypericaceae*) ფართოდაა გავრცელებული ევროპის, აღმოსავლეთ და დასავლეთ ციმბირში, კავკასიაში, მთებში ცენტრალურ აზიაში. იზრდება ტყეებსა და ტყე-სტეპურ ზონებში, მშრალ მდელოებზე, ტყის კიდეებზე და მდელოებზე;



სურათი 3. კრაზანა (*Hypericum perforatum*) ბოტანიკური აღწერა

ანწლი. მცენარე გვარი ადოქსასებრთა, ადრე ცხრატყავასებრთა, დღეისათვის ცნობილია მისი 40 სახეობა. საქართველოში გავრცელებულია 2

სახეობა: დიდგულა (*Sambucus nigra*) და საკუთრივ ანწლი (*Sambucus ebulus*). ხალხურ მედიცინაში ანწლის მწიფე ნაყოფს იყენებენ სუსტ საფალარათო საშუალებად. ნაყოფისგან ამზადებენ საღებავს.



სურათი 4. ანწლი (*Sambucus ebulus*) ბოტანიკური აღწერა

მჟაუნა. ოჯახი-მატიტელასებრთა (*Rumex confertus*, Polygonaceae) იზრდება მთელ ევროპულ ნაწილში, ციმბირში, შორეულ აღმოსავლეთში, კავკასიაში, ყაზახეთში ტყის და ტყის სტეპის ზონებში მდინარის ნაპირებთან, გზის პირას, ტყის მინდვრებში, მდელოებზე, სარეველების ადგილებში ტენიან ნიადაგზე;



სურათი 5. მჟაუნა (*Rumex confertus*) ბოტანიკური აღწერა

ენდრო, ოჯახი ენდროსებრნი (*Rubia tinctorum*, Rubiaceae) გვხვდება კავკასიასა და ამიერკავკასიაში მდინარეების, არხების ნაპირებთან, მუხის

ტყეებში, ბუჩქებსა და ბაღებში. საქართველოში, ქართლ-კახეთსა და იმერეთში, ენდრო ველური სახითაა გავრცელებული



სურათი 6. ენდრო, ოჯახი ენდროსებრნი (*Rubia tinctorum*, Rubiaceae)  
ბოტანიკური აღწერა

ალოე უნიკალური მცენარეა, მასში დაახლოებით 250 ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებაა.



სურათი 7. ხისებრი ალოე (*Aloe arborescens*) — ასწლოვანა და ალოე ვერა (საბრი)

მცენარის ფოთლებში 97%-მდე წყალია. ფოთლებში აგრეთვე გვხვდება: რთული ეთერები, ეთეროვანი ზეთები, მარტივი ორგანული მჟავებიდან: ვაშლისმჟავა, ლიმონმჟავა, დარიჩინმჟავა, ქარვისმჟავა, ფიტონცილები, ფლავონოიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ფისები, ვიტამინები (A, B1, B2, B3, B6, B9, C, E), ბეტა-კაროტინი, ამინომჟავები (მათ შორის გლიცინი, გლუტამინ და ასპარაგინ მჟავები, შეუცვლელი ამინომჟავები), პოლისაქარიდები (გლუკომანანები და აცემანანი),



მონოსაქარიდები (გლუკოზა და ფრუქტოზა), ანთრაგლიკოიდები, ანთრაქინონები, ალანთიონი, მიკროელემენტები – სელენი, კალციუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, რკინა, მანგანუმი, ფოსფორი, თუთია, სპილენძი და სხვ. ალკალოიდები, მათ შორის ალოინები [29-33].

### 1.7. ანთრაგენწარმოებულების შემცველი ნედლეულის შეგროვების, გაშრობისა და შენახვის თავისებურებები

მცენარეული ორგანოიდებია კვირტები, ქერქი, ფოთლები, ყვავილები და ყვავილედები, ბალახები, ნაყოფები და თესლები, ფესვები და ფესურები, ბოლქვები და ტუბერები და გამოიყენება სამკურნალო ნედლეულად. ალების და შეგროვების მომენტიდან მის შესაბამის ორგანოში იწყება არსებითი ბიოქიმიური ცვლილებები.

სამკურნალო მცენარეში სწორად ალების მართვით შეიძლება შეგროვებული ნედლეულის აუცილებელი შედგენლობის მართვა. ხშირად ცვლილებები მიმდინარეობს ენზიმების ზემოქმედებით, რაც ვლინდება შრობისას, შეგროვებისას. სამკურნალო მცენარეების შედგენილობის შესანარცუნებლად მნიშვნელოვანია წელიწადის დროის და შრობის პირობების გათვალისწინება. შეგროვება სასურველია მიმდინარეობდეს ნათელ და მზიან დღეს და წელიწადის განსაზღვრული დროის პერიოდში.

ნედლეულის შეგროვება ხორციელდება ანთრაგენწარმოებულების მაქსიმალური დაგროვების პერიოდში:

*Cortex Frangulae* იკრიფება გაზაფხულზე, აქტიური წვეწის დაგროვების პერიოდში. გამოყენებამდე ნედლეული უნდა იყოს დასაწყობებული 1 წლის განმავლობაში ნორმალურ პირობებში ან 1 საათის განმავლობაში 100-105°C ტემპერატურაზე;

*Herba Hyperici* იკრიფება ყვავილობის პერიოდში;

*Folia Sennae (F. Cassiae), Folia Aloes arborescens siccum* , *Folia Aloes arborescens* ბოლო, *Cormi lateralis Aloes arborescens* აგროვებენ ვეგეტაციის პერიოდში (ზაფხულის განმავლობაში);

Fructus Rhamni catharticae აგროვებენ ნაყოფის პერიოდში;

Radices Rhei, Radices Rumices conferti, Rhizomata et radices Rubiae იკრიფება შემოდგომაზე (ნაყოფის დროს), უფრო ნაკლებად ადრე გაზაფხულზე (ვეგეტაციის დასაწყისში).

გაშრობა ბუნებრივია (ჰაერზე ჩრდილში) ან ხელოვნური (საშრობებში 50-60 ° C ტემპერატურაზე).

ნედლეულის შენახვა ხდება ოთახებში, რომლებიც კარგად ნიავედება. ზოგადი ჩამონათვალის შესაბამისად 3-5 წლის განმავლობაში [34-37] .

### **1.8. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულის გამოყენების გზები**

ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულიდან მიიღება:

#### **1. დროებითი დოზირების ფორმები:**

ნაყენები (სენას, საფაღარათო ხეშავის, კრაზანას ნედლეული);

ნახარშები (რეჰანი, მჟაუნა, ენდრო, ხეშავი);

ნაკრები და ჩაი (კუჭი, საფაღარათო საშუალებები, ჰემოროიდების საწინააღმდეგო საშუალება).

#### **2. ექსტრაქციული (გალენური) წამლის ფორმები:**

ნაყენი (ნედლეული-კრაზანა);

მონახარში (ნედლი ალოე);

#### **ექსტრაქტები:**

ა) თხევადი (ნედლი buckthorn, ალოე);

ბ) მშრალი (ნედლი buckthorn, rhubarb, senna, madder).

#### **3. ახალგალენური და კომპლექსური პრეპარატები:**

«რამნილი» (ხეჭრელა ნედლეული);

"ნოვოიმანინი" (კრაზანას ნედლეული);

"სენადექსინი", "ანტრასენინი", "კაფიოლი" (სენას ნედლეული);

«მარელინი», «ცისტენალი» ( ენდროს ნედლეული) [38, 39] .

### 1.8.1. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულისა და პრეპარატების სამედიცინო გამოყენება

ანთრაცენწარმოებულების ფარმაკოთერაპიული მოქმედება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქიმიურ სტრუქტურაზე.

**1. საფალარათო მოქმედება.** დამახასიათებელია ქრიზოცინის წარმოებულებისთვის.

ფარმაკოლოგიური მოქმედებით ანთრაგლიკოზიდები განსხვავდება, ცნობილია მარილოვანი და ზეთოვანი საფალარათო საშუალებები. ანთრაცენწარმოებულების მოქმედება ხდება მხოლოდ მსხვილ ნაწლავში, სადაც ისინი ჰიდროლიზდებიან მჟავების საშუალებით, შედეგად მიღებული აგლიკონები აღიზიანებს სწორი ნაწლავის კედლებს და ზრდის პერისტალტიკას. საფალარათო ეფექტი ვითარდება ნელა (8-10 საათში). ანთრაცენწარმოებულების, როგორც საფალარათო საშუალება ხდება მოზრდილობის პერიოდში, როდესაც ნაწლავის მოძრაობა შედარებით ნელდება.

რეჰანისა და მჟაუნას ნედლეულისგან მიღებულ სამკურნალო ფორმებს აქვს განსაკუთრებული ქიმიური შედგენლობა. ამ ტიპის ნედლეული, ანთრაცენწარმოებულების გარდა, შეიცავს მნიშვნელოვან რაოდენობას ტანინებს. წამლების მცირე დოზებს (0,05-0,2 გ მშრალი ნედლეულზე გადაანგარიშებით) აქვს შემკვრელი (დამაფიქსირებელი) მოქმედება (ტანინები). დიდი დოზები (0,3-0,5 გ) იწვევს საფალარათო ეფექტს (ანთრაცენწარმოებულები).

ანთრაცენწარმოებულებს აქვთ უკუჩვენება, როგორც საფალარათო საშუალების გამოყენება იკრძალება საშვილოსნოს სისხლდენის და ორსულობისას (იწვევს სისხლის მოზღვავებას მცირე მენჯის მიდამოებში), ნაწლავის გაუვალობის, მუცლის ღრუს ანთებითი პროცესების, მწვავე ციების დროს.

**საფალარათო მოქმედება ახასიათებთ:**

ნაყენებს, ნახარშებს, ექსტრაქტებს, ფხვნილებს (სუბსტანციებსა და აბებში), ნაკრების: ხეშავის, სენას, ხეჭრელას, რეჰანის, ანწლის და მჟაუნას ნაყენებს;

"რამნილი"- მშრალი სტანდარტიზებული პრეპარატია, რომელიც მზადდება ხეშავის ქერქისგან. შეიცავს მინიმუმ 55% ანთრაცენწარმოებულებს (აბი 0,05 გ N 30);

"სენადე" ("გლაქსენა") - შეიცავს სენოზიდებს კალციუმის მარილების (N 50). ორივე პრეპარატი იწარმოება ინდოეთში;

"ანთრასენინი", "სენადექსინი" - მშრალი გაწმენდილი ექსტრაქტები სენას ფოთლებიდან. სენა (აბები);

"კაფიოლი"- არის კომბინირებული პრეპარატი, რომელიც შეიცავს სენას ფოთლებს და ნაყოფს, ლედვის ნაყოფს, ქლიავის ხილის რბილობს, ვაზელინის ზეთს ;

ალოეს სიროფი.

**2. შარდმდენი და ნეფროლიზური მოქმედება.** ტიპიურია ალიზარინის წარმოებულებისთვის. მოქმედება ვლინდება თირკმელებში ქვების (ფოსფატების, კარბონატების და კალციუმის და მაგნიუმის ურატების) დაშლაში, რასაც მოჰყვება ორგანიზმიდან მათი გამოყოფა.

გამოიყენება თირკმლის კენჭოვანი დაავადების დროს სპაზმების შესამცირებლად და მცირე ზომის ქვების გამოსადევნად.

უკუჩვენებები: მწვავე და ქრონიკული გლომერულონეფრიტი. პრეპარატები და დოზირების ფორმები:

**3. შარდმდენი მოქმედება.** ეს დამახასიათებელია ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ზოგიერთი პრეპარატისთვის:

- "ჰოლაგოლი" (ჩეხეთი) - პრეპარატი, რომელიც შეიცავს ხეშავის ქერქის ფრანგულოროზიდს, კურკუმის ფესვების საღებავ ნივთიერებებს, ეთერზეთებს, მაგნიუმის სალიცილატს (10 მლ ფლაკონები). გამოიყენება როგორც შარდმდენი საშუალება შარდ-კენჭოვანი დაავადებების, ქოლეცისტიტის, ჰეპატიტის დროს;

- " LIV- 52" (ინდოეთი) - კომპლექსური პრეპარატი გამომშრალი სინამაქი, კაპარი, ვარდკაჭაჭა, ძაღლყურძენა, სინამაქი, ტერმინალია არჯუნა, ფარსმანდუკი, იალღუნი, მანღურ ბასმა და სხვა მცენარეების (აბები) ნარევი. იგი გამოიყენება როგორც ჰეპატოპროტექტორული საშუალება ინფექციური ტოქსიკური ჰეპატიტის, ქრონიკული ჰეპატიტისა და ღვიძლის სხვა დაავადებების დროს [40-43] .

#### 4. ანტიბაქტერიული და ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება.

- "ნოვოიმიანი" - კრაზანას ბალახის ზეთის ექსტრაქტი. გამოიყენება ჭრილობების, წყლულების სამკურნალოდ გარედან 1% და 0,1% ხსნარების სახით ნოვოკაინით;

- "ქრიზოფანოლი" - გამოიყენება კანის დაავადებების სამკურნალოდ. ხასიათდება ანტიბაქტერიული, ანთების საწინააღმდეგო მოქმედებით, ასევე აქვს ქავილის დამამშვიდებელ ეფექტი. გამოიყენება ფსორიაზის სამკურნალოდ.

5. მასტიმულირებელი და რეგენერაციული მოქმედება. ეს დამახასიათებელია ბიოგენური სტიმულატორებისთვის, რომლებიც მიიღება ნედლი ალოესგან. ბიოსტიმულატორებს იღებენ ნედლეულის კონსერვირებისას შემდეგი მეთოდით (ნედლეული ინახება 12 დღეზე მეტი ხნის განმავლობაში ბნელ ადგილას 4-6 °C ტემპერატურაზე).

- თხევადი ალოეს ექსტრაქტი - წყლის ექსტრაქტი ალოეს ახალი ან გამხმარი ფოთლებიდან (ამჟღავნები 1 მლ N 10; ფლაკონი 100 მლ);

- ალოეს აბები - დაქუცმაცებული, დაკონსერვებული ალოეს ფოთლები შემოგარსულ აბებში ( N 20);

- ალოეს წვენი - მიიღება ახლად მოკრეფილი და დამუშავებული ალოეს ფოთლებისგან (100 მლ ფლაკონი);

- ალოეს ლინიმენტი - გარეგანი მოხმარებისთვის, რომელიც შეიცავს ალოეს წვენს (ფლაკონი 30-50 გრ).

გამოიყენება ბიოგენურ მასტიმულირებელ საშუალებად გარეგანი ჩირქოვანი ჭრილობების, დამწვრობის, კანის ანთებითი დაავადებების

სამკურნალოდ, სხივური თერაპიის დროს კანის დაზიანების პროფილაქტიკისა და მკურნალობის მიზნით; შინაგანად - გასტრიტის, ენტერიტის, ენტეროკოლიტის და სხვა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებების სამკურნალოდ [44-47].

### 1.8.2. ნედლეულიდან ანთრაცენწარმოებულების გამოცალკევების გზები

ექსტრაქცია (ლათინური სიტყვიდან extragere), არის ხსნარიდან ან მშრალი ნარევიდან ნივთიერების მოპოვების მეთოდი შერჩევითი გამხსნელის (ექსტრაგენტის) გამოყენებით. ექსტრაქციას, როგორც პროცესს, აქვს გარკვეული სირთულე და მოიცავს დაშლას, დეზორბციას, დიფუზიას და ა.შ.

ანთრაცენწარმოებულების გამოყოფის ერთერთი მეთოდია მაცერაცია (L. macero varbileb, ვალბობ) ამ დროს ხდება ქსოვილთა უჯრედების ერთმანეთისაგან განცალკევება უჯრედშორისი ნივთიერების დაშლის გზით. მცენარეული ქსოვილების მაცერაციას ადგილი აქვს მათი წყალთან ხანგრძლივი შეხებისას. მაცერაციას იყენებენ ანატომიური და ჰისტოლოგიური პრეპარატების დასამზადებლად.

მცენარეული მასალებიდან ექსტრაქციის პროცესი გართულებულია, უპირველეს ყოვლისა, უჯრედის მემბრანის არსებობით, რაც მთავარი დაბრკოლებაა უჯრედში გამხსნელის შეღწევისა და გარეთ ექსტრაქციული ნივთიერებების გამოყოფის დროს.

უჯრედოვანი სტრუქტურებიდან ექსტრაქციის დროს გასათვალისწინებელია 3 ძირითადი ეტაპი: 1. მშრალი მცენარეული მასალის გაჟღენთვა ექსტრაგენტით. ამ პროცესს კაპილარულ გაჟღენთვას უწოდებენ. 2. მცენარეული უჯრედის კომპონენტების დაშლა. ამ ეტაპზე ხდება პირველადი წვენის წარმოქმნა. როდესაც ექსტრაქტანტი აღწევს უჯრედის კედელში, უჯრედში წარმოიქმნება ამ ექსტრაქტში ხსნადი ნივთიერებების კონცენტრირებული ხსნარი. ამ ხსნარს პირველადი წვენი ეწოდება. 3.

გახსნილი ნივთიერებების გადასვლა ექსტრაგენტში. მასათა ცვლა არის ნივთიერების ერთი ფაზიდან მეორეში გადასვლის პროცესი.

კვლევის ერთერთი ცნობილი მეთოდია ქრომატოგრაფია. სორბენტად გამოიყენება პოლიკოგელი, სილიკოგელი. ანთრაგლიკოზიდების გამოსაყოფად იყენებენ გამხსნელებს ძირითადად წყალ-სპირტხსნარებს, ხოლო აგლიკონების გამოსაყოფად - ბენზოლს, ტოლუოლს, ქლოროფორმს.

იდენტიფიკაცია ხორციელდება ქიმიური და ფიზიკური მეთოდების გამოყენებით, რომლებიც ავსებენ ერთმანეთს. ფიზიკური მეთოდებიდან ყველაზე სრულყოფილი ინფორმაცია მიიღება სპექტროსკოპიით, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ნაერთების კლასის დადგენა, აგრეთვე ჩამნაცვლებლების გამოვლენა და თვისებები [48, 49].

### 1.8.3. ანთრაგენწარმოებულების თვისებითი რეაქციები

ანტრაგენწარმოებულები - ეს ყვითელი, ნარინჯისფერი ან მოწითალო-ნარინჯისფერი შეფერილობის მქონე, მყარი, კრისტალური ნივთიერებებია,

მცენარეული ნედლეულიდან ანთრაგენწარმოებულების გამოცალკევების მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია ანთრაგლიკოზიდების ან აგლიკონების მოპოვებაზე, აგრეთვე მათი თანმხლები ნივთიერებების არსებობასა და ბუნებაზე.

ანთრაგენწარმოებულების გამოწვილვა მცენარეული ნედლეულიდან შესაძლებელია წყლით ან სხვადასხვა კონცენტრაციის სპირტხსნარით.

თავისუფალი აგლიკონების მისაღებად მცენარეულ ნედლეულში ახდენენ გლიკოზიდების ჰიდროლიზს, თავისუფალ აგლიკონებს გამოყოფენ ეთილის ეთერით და ქლოროფორმით.

მცენარეულ ნედლეულში ანთრაგენწარმოებულების გამოსავლენად გამოიყენება თვისობრივი რეაქციები და ქრომატოგრაფიული კვლევა [50-53].

#### 1.8.4. ანთრაცენწარმოებულების ქიმიური გარდაქმნის (ტრანსფორმაციის) მეთოდები

ანთრაცენიწარმოებულების გამოსაყოფად გამოიყენება სხვადასხვა ქიმიური გარდაქმნები, კერძოდ: მჟავა ჰიდროლიზი, საფეხურებიანი მჟავა ჰიდროლიზი, ფერმენტული ჰიდროლიზი.

მჟავა ჰიდროლიზი. ანთრაცენიწარმოებულების უმეტესი ნაწილის სრული მჟავა ჰიდროლიზი ხორციელდება კარგად დაქუცმაცებული მცენარეული ნედლეულის გაცხელებით ყინულოვან ძმარმჟავასთან ერთად წყლის აბაზანაზე - 15 წუთის მანძილზე.

ჰიდროლიზის პროცესის დასრულება კონტროლდება თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით (თფქ). აგლიკონის კრისტალებს აცილებენ გაციებულ სარეაქციო ნარევს ფილტრაციით. გაფილტვრა ხდება აწონილ მინის ფილტრზე. არაკრისტალური აგლიკონის შემთხვევაში, მისი ამოღება მჟავა ჰიდროლიზიდან ხდება ქლოროფორმით.

წყალხსნარს აორთქლებენ ვაკუუმ ამორთქლებელში და ნალექს იყენებენ ნახშირწყალბადების განსაზღვრისთვის ბიოქიმიური მეთოდებით (საჭიროების შემთხვევაში).

საფეხურებიანი მჟავა ჰიდროლიზი. საფეხურებიანი მჟავა ჰიდროლიზი ტარდება ანთრაცენიწარმოებულების ბიოზიდების არსებობის შემთხვევაში, ნახშირწყლოვანი ნაწილის სტრუქტურის, აგრეთვე შაქრების მიერთების ადგილის ან თანმიმდევრობის დასადგენად.

ფერმენტული ჰიდროლიზი. ფერმენტულ ჰიდროლიზს ატარებენ ხორციელდება გლიკოზიდების მსუბუქი გახლეჩის მიზნით ფერმენტებით, რომლებიც შერჩევით ხლეჩენ მონოსაქარიდებს (მაგალითად, გლუკოზის  $\beta$ -გლუკოზიდაზასთან). კერძოდ, 1-O- $\beta$ -D-გლუკოპირანოზიდ ემოდინის («Serva»), 24-48 საათის განმავლობაში, 38°C ტემპერატურაზე თერმოსტატირებისას  $\beta$ -გლუკოზიდაზასთან ერთად, ეს ნივთიერება იყოფა აგლიკონად (ემოდინად) და გლუკოზად. როგორც წესი, აგლიკონი ილექება



ჰიდროლიზატიდან ნალექის სახით, მას აცალკევებენ და აანალიზებენ თექვსმეტით, მასსპექტრომეტრიით და სხვა მეთოდებით, ხოლო წყალხსნარებში ბიოქიმიური მეთოდებით აიდენტიფიცირებენ ნახშირწყალბადებს (გლუკოზას) [54, 55] .

### **1.8.5. ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის შესწავლასა და ანალიზში გამოყენებული ქრომატოგრაფიული მეთოდები**

ქრომატოგრაფიული მეთოდი შემოთავაზებულია 1903 წელს რუსი მეცნიერის მ. ცვეტის მიერ. ქრომატოგრაფია არის ნივთიერებების ნარევის გამოყოფის მეთოდი. რაც ეფუძნება მათ მრავალჯერად გადანაწილებას ორ კონტაქტურ ფაზას შორის, რომელთაგან ერთი უმოძრაოა, ხოლო მეორეს მოძრაობის მუდმივი მიმართულება აქვს. განცალკევების მექანიზმით, განასხვავებენ ადსორბციულ, გამანაწილებელ, იონგაცვლით და ქრომატოგრაფიის სხვა სახეებს.

მაღალეფექტური თხევადი ქრომატოგრაფია წარმატებით გამოიყენება ნივთიერებების როგორც თვისებითი, ისე რაოდენობითი ანალიზისთვის ტესტებში "ნამდვილობა", "მინარევი", "დაშლა", "დოზის ერთგვაროვნება", "რაოდენობრივი განსაზღვრა".

ქრომატოგრაფია საშუალებას იძლევა გავაერთიანოთ რამდენიმე ტესტი, მათ შორის "ნამდვილობა" და "რაოდენობითი განსაზღვრა" ერთ ნიმუშში.

სითხური ქრომატოგრაფის შემადგენლობა ჩვეულებრივ შედგება შემდეგი ძირითადი კომპონენტებისგან:

მობილური ფაზის მოსამზადებელი განყოფილება, კონტეინერის მობილური ფაზით (ან კონტეინერებით ინდივიდუალური გამხსნელებით, რომლებიც შედის მობილურ ფაზაში) და მობილური ფაზის დეგაზირების სისტემის ჩათვლით;

სატუმბი სისტემა;

მობილური ფაზის შემრევი (საჭიროების შემთხვევაში);

სინჯის შემყვანი სისტემა (ინჟექტორი), შეიძლება იყოს მექანიკური ან ავტომატური (აუტოსემპლერი);

ქრომატოგრაფიული სვეტი (შესაძლებელია თერმოსტატში დამონტაჟება);

დეტექტორი (ერთი ან მეტი დეტექტორების სხვადასხვა მეთოდით);

ქრომატოგრაფის მართვის სისტემა, მონაცემთა შეგროვების და დამუშავებისთვის.

გარდა ამისა, ქრომატოგრაფი შეიძლება შეიცავდეს: ნიმუშის მომზადების სისტემას და სვეტის წინა რეაქტორს, სვეტის გადართვის სისტემას, სვეტის შემდგომი რეაქტორს და სხვა მოწყობილობებს.

სტაციონარული ფაზა (სორბენტი)

სორბენტებად იყენებენ: სილიკოგელი, ალუმინის ოქსიდი, გამოიყენება ნორმალურ-ფაზურ ქრომატოგრაფიაში. ამ შემთხვევაში შეკავების მექანიზმი ჩვეულებრივ ადსორბციაა;

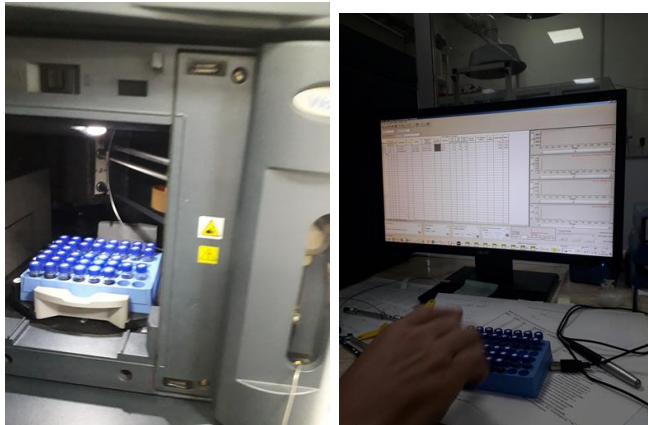
სილიკოგელი, ფისები ან პოლიმერები, რომლებიც შეერთებულია მჟავა ან ძირითადი ჯგუფებით. გამოყენების არეალი - იონების გაცვლა და იონური ქრომატოგრაფია;

სილიკოგელი ან პოლიმერები მოცემული ფორების ზომის განაწილებით (ექსკლუზიური ქრომატოგრაფია); ქიმიურად მოდიფიცირებული სორბენტები სილიკოგელით მზადდება ძირითადად.

გამოყოფის მაღალი ეფექტურობას უზრუნველყოფს სორბენტული ნაწილაკების ზედაპირი (რაც მათი მიკროსკოპული ზომისა და ფორების არსებობის შედეგია), ასევე სორბციული შემადგენლობის ერთგვაროვნება და მისი მკვრივი და ერთგვაროვანი შეფუთვა.

მონაცემთა დამუშავების თანამედროვე სისტემაში პერსონალური კომპიუტერი დაკავშირებულია ქრომატოგრაფთან დაინსტალირებული პროგრამით, რომელიც საშუალებას იძლევა დარეგისტრირდეს და დამუშავდეს ქრომატოგრამა, აგრეთვე შესაძლებელია ქრომატოგრაფიის

მოქმედების გაკონტროლება და ქრომატოგრაფიული სისტემის ძირითად პარამეტრებზე დაკვირვება [56, 57] .



**სურათი 8. Waters Acquity UPLC/H Class (PDA Detector) ფორმის ქრომატოგრაფი**

### **1.8.6. ანთრაცენწარმოებულებისა და მცენარეული ნედლეულის შესასწავლად გამოყენებული სპექტრული მეთოდები**

ულტრაიისფერი სპექტროსკოპია (უი), ინფრაწითელი სპექტროსკოპია, (იწ) სპექტროსკოპია, მასსპექტროსკოპია, პროტონ-მაგნიტური სპექტროსკოპია. ყველაზე ინფორმაციული სპექტრული მეთოდია და ფართოდ გამოიყენება ბუნებრივი ნაერთების სტრუქტურის დასადგენად, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ნედლეულისა და ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაციისთვის.

ნედლეულისა და ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაციის მიზნით, ყველაზე ხშირად გამოიყენება სპექტროფოტომეტრია და ხშირად სხვა მეთოდებთან ერთად, მაგალითად, ქრომატოგრაფიული მეთოდები [58, 59] .

### **1.8.7. ფოტოელექტროკოლორიმეტრიული მეთოდი.**

დაფუძნებულია ფერადი ფენოლატების შესაძლებლობაზე, შთანთქას სინათლის ტალღა- სიგრძით 530-540 ნმ .

შემოთავაზებულია 1957 წელს გაუთერგოფის (გერმანია) მიერ, შეცვლილია აბანკოვსკის მიერ (NPO VILAR, 1965).

აუთერგოფმა შემოგვთავაზა აგლიკონების ჰიდროლიზის და ექსტრაქციის კომბინირება და მათი, ერთ ეტაპად გაერთიანება, დუღილით ნედლეულის ნიმუშის გაყინულ ძმარმჟავით დამუშავებით დაშემდეგ დიეთილ ეთერის გამოყენებით ექსტრაჰირება.

ანთრაცენწარმოებულების ჯამის განსაზღვრის ეტაპები:

1-ანთრაცენწარმოებულების ჰიდროლიზი და ნედლეულიდან აგლიკონების ექსტრაჰირება;

2- ფერადი მარილების მიღება

ეთერულ გამონაწვლილს ამუშავებენ გამყოფ ძაბრშინაწილობრივ პორციებად ტუტე ამიაკის ხსნარში (5% ხსნარი NaOH, რომელიც შეიცავს 2% ამიაკის ხსნარს).

ანთრაცენწარმოებულები ფერადი ფენოტატების სახით წყალში გადადის (ამუშავებენ იქამდე, ვიდრე ტუტე ამიაკის ხსნარის ბოლო წილიც კი; უფრო არ გახდება).

3- ანთრაცენწარმოებულების აღდგენილი ფორმების დაჟანგვა

ანთრაცენწარმოებულების ყველა ფორმის დაჟანგულ ფორმაში გადასაყვანად, ფენოლატების ტუტე-ამიაკის ხსნარის ნაწილს ათბობენ წყლის აბაზანაში 15 წუთის განმავლობაში. აღდგენილი ფორმები იჟანგება ატმოსფერული ჟანგბადის მიერ და რეაგირებს ტუტე-ამიაკის ხსნართან, ფერი უფრო ინტენსიური ხდება (ნედლეულად ხეჭრელა და რეჰანი). ენდროში აღდგენილი ფორმების დაჟანგვა ხორციელდება წყალბადის ზეჟანგით.

4 - ფერადი ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვა-

ფოტოელექტროკოლოლიმეტრით (ФЭК) 530-540 ნმ ტალღის სიგრძეზე (მწვანე ფილტრი).

ანთრაცენწარმოებულების შემცველობა ნედლეულში (%) გამოითვლება კობალტის ქლორიდისთვის აგებული კალიბრაციული გრაფიკის მიხედვით ( $\text{CoCl}_2$  გადათვლილი ისტიზინზე (ქრიზოცინი)).

ფოტოელექტროკოლორიმეტრული მეთოდი რეკომენდებულია რუსეთის XI სახელმწიფო ფარმაცოპეაში, რათა დადგინდეს ანთრაცენწარმოებულების შემცველობა (%) ხეჭრელას, რეჰანის, ენდროს ნედლეულში.

ენდროს ფესვებში და ფესურებში საქართველოს ფარმაცოპეის მიხედვით რეგულირდება ანთრაცენწარმოებულების განსაზღვრა.

რაოდენობითი განსაზღვრა ანთრაცენწარმოებულების ხდება თავისუფალი ანთრაცენწარმოებულების (აგლიკონების) რიცხვის შეფარდებით ანთრაცენწარმოებულების საერთო რიცხვთან.

ანთრაცენწარმოებულების თავისუფალი დერივატების განსაზღვრისას, ანთრაგლიკოზიდების ჰიდროლიზის ეტაპი გამოტოვებულია. აგლიკონები გამოიწვილება ნედლეულიდან ეთერით, მიიღება ფერადი ფენოლები, აღდგენილ ფორმებს ჟანგავენ წყალბადის ზეჟანგით, ფერადი ფენოლების ოპტიკური სიმკვრივე განისაზღვრება კობალტის ქლორიდზე აგებული დაკალიბრების გრაფიკის მიხედვით, გამოითვლება თავისუფალი ანთრაცენწარმოებულების შემცველობა ენდროს ნედლეულში [60, 61].

### 1.8.8. სპექტროფოტომეტრიული მეთოდი.

ეს მეთოდი გამოიყენება სენას ფოთლებში ანთრაცენწარმოებულების შემცველობის დასადგენად.

მეთოდის ძირითადი ეტაპები:

სენოზიდების ექსტრაჰირება ხორციელდება წყლით გაცხელების დროს;

წყლით გამონაწვლილი იწმინდება ფისოვანი ნივთიერებებისაგან;

აღდგენილი ფორმების დაჟანგვა ხორციელდება  $\text{FeCl}_3$  – ის გამოყენებით;

-ანთრაქინონების გლიკოზიდების ჰიდროლიზი ტარდება გოგირდმჟავას 50% -იანი ხსნარით;

ფერადი ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივე იზომება სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით, 523 ნმ ტალღის სიგრძეზე;

ანთრაცენწარმოებულთა რაოდენობა გადაითვლება ქრიზოფანოლის მიხედვით, კობალტის ქლორიდისთვის დაგეგმილი დაკალიბრების გრაფიკის შესაბამისად.

### 1.8.9. სპექტროფოტომეტრები და მათი მუშაობის პრინციპები

ფოტომეტრია უცხო სიტყვათა ლექსიკონში ფოტომეტრია განმარტებულია შემდეგნაირად: ფოტომეტრია [ბერძ. phōs (phōtos) სინათლე და metreō ვზომავ] – ოპტიკის ნაწილი – სინათლის ძალისა და ზედაპირების განათების ხარისხია გაზომვა. ფოტომეტრია ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის ოპტიკური მეთოდია, რომელიც მრავალმხრივ გამოყენებას პოულობს ქიმიურ ნაერთთა თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზის დროს.

სპექტროფოტომეტრია ნივთიერებათა ქიმიური ანალიზის ოპტიკური მეთოდია, რომელიც დამოკიდებულებას ამყარებს ნივთიერებების მიერ სპექტრის შთანთქმასა და სინათლის ტალღის სიგრძეს შორის. ბუგერ-ბერის კანონის თანახმად, ოპტიკური სიმკვრივე გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციის პროპორციულია; გარკვეული ტალღის სიგრძის მონოქრომატული სინათლის შთანთქმის გაზომვის საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს გამოსაკვლევი ნივთიერების შემცველობა ხსნარში.

სპექტროფოტომეტრია წარმოადგენს სპექტრული ანალიზის ნაწილს, აქ გარდა სპექტროფოტომეტრიისა განიხილება: ემისიური სპექტროსკოპია, ინფრაწითელი სპექტროგრაფია და სხვ.

სპექტროფოტომეტრული მეთოდებით მუშაობისათვის გამოყენებულია 1972 წ. საერთაშორისო შეთანხმებით დაკანონებული შემდეგი აღნიშვნები და ტერმინები:

ტალლის სიგრძე - მანძილი ერთ ფაზაში მოთავსებულ ორ მოსაზღვრე ტალღებზე მდებარე წერტილებს შორის. საზომი ერთეულია ა - ანგსტრემი, მკმ - მიკრომეტრი და ნმ - ნანომეტრი. ა - არის იზოტოპოს ტალლის სიგრძის 1/6056, 12525-ის ტოლია, მაგრამ პრაქტიკული მიზნებისთვის ეს ციფრი მიღებულია 10-8 სმ ტოლად.

ტალღური რიცხვი - ტალღათა რიცხვი, რომელიც მოდის ერთეული ტალღის სიგრძეზე. ტალღური რიცხვის ერთეულად მიღებულია უკუ სანტიმეტრი (სმ-1), რომელიც წარმოადგენს ტალღის სიგრძის შებრუნებულ სიდიდეს, როცა ეს უკანასკნელი ისაზღვრება ვაკუუმში, სანტიმეტრებში.

სიხშირე - რხევათა რიცხვი დროის ერთეულში. საზომი ერთეული ჰერცი - ჰც, სიდიდე 1/ს.

სპექტრის ულტრაიისფერი უბანი - ელექტრომაგნიტური სპექტრის უბანი 10-დან 380 ნმ-მდე (თუ არ არის რაიმე დამატებითი ინფორმაცია, ეს ტერმინი მიეკუთვნება უბანს 200-დან 380ნმ-მდე).

სპექტრის ხილული უბანი - ელექტრომაგნიტური სპექტრის უბანი, რომელსაც ხედავს ადამიანის თვალი (დაახლოებით 381-780 ნმ).

ფოტომეტრიის სხვადასხვა მეთოდებში გამოყენებული სპექტრის უბნები



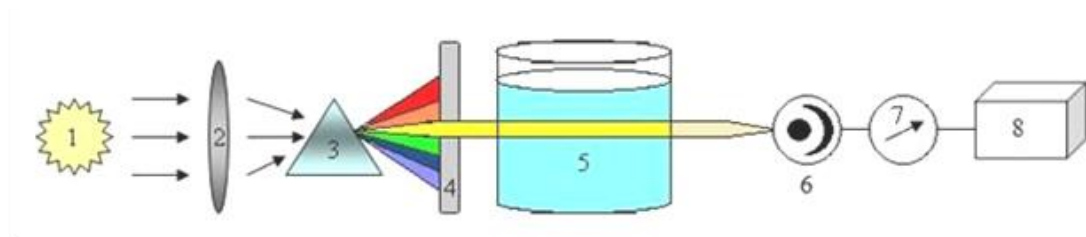
სპექტრის ინფრაწითელი უბანი - ელექტრომაგნიტური სპექტრის უბანი დაახლოებით 0,78-დან 300 მკმ-დე.

სპექტროგრაფი - ხელსაწყო შემავალი ნაპრალით და მადისპერგირებული მოწყობილობით, რომლის საშუალებითაც ხდება სპექტრის ფოტოგრაფირება (ოპტიკურ სისტემაში გამავალი გამოსხივება გროვდება

დროის განმავლობაში და რაოდენობრივად რეგისტრირდება როგორც სხივური ენერგიის ფუნქცია).

ოპტიკური სპექტრომეტრი - ხელსაწყო შემავალი ნაპრალით, მადისპერგირებელი მოწყობილობით და ერთი ან რამოდენიმე გამომავალი ნაპრალით, რომლის საშუალებითაც იზომება ინტენსივობა განსაზღვრულ ტალღის სიგრძეზე, ან გამომავალი ნაპრალის წინ სკანირებისას (გატარება). რეგისტრირებული სიდიდე გამოსხივების ინტენსივობის ფუნქციაა.

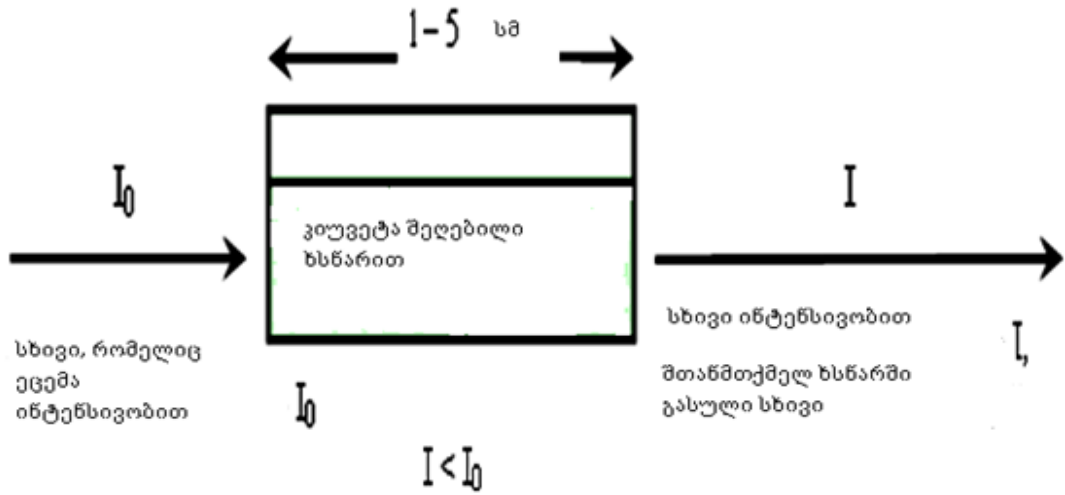
სპექტროფოტომეტრი - ესაა სპექტრომეტრი, დაკავშირებული ისეთ მოწყობილობასთან, რომელიც საშუალებას იძლევა მიღებულ იქნეს ფუნქცია (დამოკიდებულება ტალღის სიგრძისა ინტენსივობის 2 ნაკადთან. ეს ორი ნაკადი შეიძლება დაყოფილ იქნეს დროის, სივრცის ან ორივეს მიხედვით).



სურათი 9. სპექტროფოტომეტრის ოპტიკური სქემა: 1. სინათლის წყარო; 2. ლინზა; 3. მონოქრომატორი; 4. დიფრაქციული ცხაური 5. კიუვეტა შეღებილი ხსნარით; 6. ფოტოელემენტი; 7. დეტექტორი; 8. ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებლების წამკითხავი.

გამტარებლობა -  $T$  საკვლევ ობიექტში (ნიმუშში) გასული გამოსხივების ინტენსივობის ( $I$ ) დამოკიდებულება დაცემული გამოსხივების ინტენსივობასთან ( $I_0$ ). ე.ი.  $T=I/I_0$ .





სურათი 10. შეღებილხსნარიან კიუვეტში სინათლის გავლის სქემა

ოპტიკური სიმკვრივე (ან გამჭვირვალობა) - გამტარებლობის უარყოფითი ლოგარითმია  $D = \lg(I/I_0)$  [62-63].

### 1.8.10. ფოტოკოლორიმეტრია

ფოტოელექტრული კოლორიმეტრის თეორიის საფუძვლები გამომდინარეობს ფოტომეტრული ეფექტიდან. ფოტოელემენტში, მასზე სინათლის სხივების დაცემისას, წარმოიქმნება დენი, რომელიც რეგისტრირდება გალვანომეტრით.

გამოსაკვლევ ნივთიერების კონცენტრაციის განსაზღვრის დროს, ფოტოკოლორიმეტრიული მეთოდით სარგებლობენ საკალიბრო გრაფიკით, რომელსაც აგებენ  $D/C$  მოცემების საფუძველზე. ამისათვის ამზადებენ სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნართა სერიას, ათავსებენ მათ თანმიმდევრობით კოლორიმეტრის კიუვეტაში, შეურჩევენ შესაბამის შუქფილტრს და აღნიშნავენ გალვანომეტრის ჩვენებას თითოეული გაზომვისას. ამ მონაცემებით აგებენ გრაფიკს



სურათი 11. ფოტოკოლორიმეტრი KFK 2: 1. მიკროამპერმეტრის შკალა; 2. სინათლის ფილტრების გადასართავი სახელური; 3. კიუვეტის გადასაადგილებელი სახელური; 4. ფოტომიმლების ჩასართავი სახელური; 5. 100%-იანი სინათლის გამშვები ხელსაწყო სახელური; 6. კიუვეტების განყოფილების სახურავი.

რეაქტივები:

1. 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინის  $((\text{O}_2\text{N})_2\text{C}_6\text{H}_3\text{NHNH}_2)$  2%-იანი ხსნარი 9 ნ გოგირდმჟავაში, 0,25% თიოშარდოვანათი. 100 მლ რეაქტივის მოსამზადებლად, უნდა დავთვალოთ რა რაოდენობით გოგირდმჟავა საჭირო, მისი კონცენტრაციის და სიმკვრივის გათვალისწინებით, რომ საბოლოოდ ხსნარი იყოს 9 ნ. მაგალითად: თუ ავიღებთ 95,6%-იან კონც.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ს სიმკვრივე -1,830, უნდა დავამატოთ 25,2 მლ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

მჟავას შეთბობის ან შენჯღრევის დროს ემატება 2 გ 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინი, ხოლო შემდეგ 0,25 გ თიოშარდოვანა. მიღებულ ხსნარი ფრთხილად ისხმება საჭირო რაოდენობით წყალში, საბოლოოდ ხსნარის მოცულობა უნდა იყოს 100 მლ. მიღებული ხსნარი ინახება მაცივარში არა უმეტეს 1 თვისა.

2. 5%-იანი მეტაფოსფოროვანი მჟავა ( $\text{HPO}_3$ ) (ინახება მაცივარში არა უმეტეს 2 თვისა).

3. გოგირდმჟავას ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 85%-იანი ხსნარი (დისტილატის 100 მლ ემატება 900 მლ კონც.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

4. 2.10-3 2.10-3 მ უნიტიოლი (ამპულირებული პრეპარატის 5%-იანი ხსნარის 0,84 მლ. 100 მლ ფოსფორულ ბუფერში 0,2 მ, pH=7). ხსნარის შენახვა დაუშვებელია 1 დღელამეზე მეტ ხანს.

5. 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის 0,001 ნ. ხსნარი (ტილმანსის საღებავი). ინახება ბნელ ადგილზე არა უმეტეს 1 კვირისა.

ანალიზის მსვლელობა

ნებისმიერი მცენარის ფოთლების წონაკს (დაახლოებით 0,5 გ) ათავსებენ ფაიფურის როდინში, ამატებენ მეტაფოსფორმჟავას ( $HPO_3$ ) 5%-იანი ხსნარის 10 მლ და სრესენ. ჰომოგენატი გადააქვთ 25 მლ მოცულობის მქონე მზომ კოლბაში, მოცულობა აჰყავთ ჭდემდემდე მეტაფოსფორმჟავას დამატებით და შეურევენ შენჯღრევით. ნალექს აცილებენ ცენტრიფუგირებით (20 წუთის მანძილზე 3000 ბრ/წთ სიჩქარით).

მიღებულ გამონაწვლილს ათავსებენ დაგრაღურიბულ, მილესილსაცობიან 2 ერთნაირ სინჯარაში, თითოეულში 1,5 მლ ოდენობით. ერთ სინჯარაში წვეთებით ამატებენ 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის 0,001 ნ ხსნარს, 30 წამის მანძილზე მდგრადი, ბაცი ვარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე. მესამე სინჯარაში ათავსებენ 1,5 მლ 2.10-3 მ უნიტიოლის დამატებით მიღებულ გამონაწვლილს. ეს გამონაწვლილი მზადდება შემდეგნაირად: ფოთლების წონაკი (დაახლოებით 0,5 გ) უნიტიოლის ხსნართან ერთად კარგად ილესება, შემდეგ გადააქვთ 25 მლ მზომ კოლბაში და ფოსფატურ ბუფერზე დამზადებული უნიტიოლით შეავსებენ ნიშნულამდე. კოლბას კარგად შეანჯღრევენ და ათავსებენ მაცივარში 10 წუთით - ეს დრო აუცილებელია დიჰიდროასკორბინმჟავას (დჰამ) ასკორბინმჟავამდე (დჰამ) აღსადგენად. ნალექს აცილებენ ცენტრიფუგირებით. გამონაწვლილში არსებული ცილები ილექება მეტაფოსფორმჟავათი: ცენტრიფუგატის 16 მლ უმატებენ 5%-იანი მეტაფოსფორმჟავას 4 მლ, გამოლექილ ცილებს აცილებენ ცენტრიფუგირებით (აცენტრიფუგირებენ 15 წთ მანძილზე 3000ბრ/წთ-ზე).

სამივე კოლბაში ამატებენ 0,5 მლ 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინს და მოცულობა გამოხდილი წყლით აჰყავთ 2,5 მლ-მდე. სინჯარებს 20 წუთით ათავსებენ თერმოსტატში 100°C-ზე. ამ დროის გასვლის შემდეგ სინჯარები გადააქვთ ყინულის აბაზანაში და ყოველ სინჯარაში სამჯერადად უმატებენ 2,5 მლ გოგირდმჟავას და აყოვნებენ 1 საათით.

1 საათის გასვლის შემდეგ, ახდენენ შეღებილი ხსნარების ფოტომეტრირებას 10 მმ კიუვეტაში 520 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

საკონტროლო ხსნართან შედარებით, რომელიც მზადდება და მუშავდება ისევე, როგორც საცდელი ნიმუშები (იმ განსხვავებით, რომ გამონაწვლილის ნაცვლად იყენებენ მეტაფოსფორმჟავას 5%-იან ხსნარს).

მაკალიბრებელი მრუდით საზღვრავენ, თუ როგორი კონცენტრაციის მჟავას შეესაბამება მოცემული ოპტიკური სიმკვრივე. მჟავას შემცველობას X 1 გ წონაკში საზღვრავენ ფორმულით:

$$X = \frac{25 \cdot C}{1,5 \cdot n}$$

სადაც C - მოცემული ოპტიკური სიმკვრივის შესაბამისი მჟავას ხსნარის კონცენტრაციაა მკგ/მლ;

n - მცენარეული ნედლეულის წონაკი, გ;

25 - საკვლევი ხსნარის საერთო მოცულობა, მლ;

1,5 - საანალოზოდ აღებული ხსნარის მოცულობა, მლ.

მჟავების რაოდენობით კონცენტრაციას ანგარიშობენ შემდეგნაირად:

სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია უნიტიოლის დამატებით მიღებული ექსტრაქტი, საზღვრავენ მხოლოდ დიკეტოგულონმჟავას (დკგმ), რადგანაც უნიტიოლი დიჰიდროასკორბინმჟავას (დჰამ) აღადგენს ასკორბინმჟავამდე (ამ), ხოლო ასკორბინმჟავა 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინით არ განისაზღვრება. მოცემულ სიდიდეზე აუცილებელია შესწორების შეტანა განზავებასთან დაკავშირებით, ცილების დალექვის მიზნით, საჭიროა მეტაფოსფოროვანი მჟავას დამატება, ხოლო მიღებული შედეგი უნდა გაიზარდოს 20%-ით.

სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია მჟავა ექსტრაქტი, ისაზღვრება დიჰიდროასკორბინმჟავა და დიკეტოგულონმჟავა; ამიტომ თუ მოცემულ ჯამს გამოვაკლებთ დიკეტოგულონმჟავას რაოდენობას, მივიღებთ დიჰიდროასკორბინმჟავა სიდიდეს.

მჟავა ექსტრაქტიან სინჯარაში, რომელშიც მოხდა 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის დაჟანგვა დიჰიდროასკორბინმჟავად, ისაზღვრება სამივე მჟავას (დიჰიდროასკორბინმჟავა, ასკორბინმჟავა, დიკეტოგულონმჟავა) შემცველობა. რადგან ცნობილია დიკეტოგულონმჟავას და დიჰიდროასკორბინმჟავას რაოდენობა, მათი სხვაობიდან გამომდინარე, ადვილია ასკორბინმჟავას განსაზღვრა რაოდენობრივად.

მაკალიბრებელი მრუდის აგება:

მაკალიბრებელი მრუდის ასაგებად ამზადებენ ასკორბინმჟავას 3 ხსნარს 5%-იან მეტაფოსფორმჟავაში:

1 ხსნარი - 100 მგ ასკორბინმჟავა 250 მლ მეტაფოსფორმჟავაში;

2 ხსნარი - 1 ხსნარის 0,5 მლ + 9,5 მლ მეტაფოსფორმჟავა;

3 ხსნარი - 2 ხსნარის 0,5 მლ + 4,5 მლ მეტაფოსფორმჟავა

1 და 2 ხსნარების განსაზღვრული მოცულობა (2 ხსნარის -1 მლ; 0,75 მლ; 0,5 მლ; 0,25 მლ და 3 ხსნარის 1 მლ; 0,5 მლ), რომელშიც ასკორბინმჟავა 20-დან 2 მკგ-მდეა, მეტაფოსფორმჟავას დამატებით აჰყავთ 1,5 მლ-მდე. საკონტროლო ცდისთვის იღებენ 1,5 მლ მჟავას.

ყველა სინჯარაში წვეთობით ამატებენ 2,6-დიქლორფენოლინდოფენოლის 0,001 ნ ხსნარს - 30 წამის მანძილზე მდგრადი, ბაცი ვარდისფერი შეფერილობის (დიჰიდროასკორბინმჟავა გადადის ასკორბინმჟავაში) მიღებამდე. შემდეგ 0,5 მლ ოდენობით შეაქვთ 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინი და მოცულობა გამოხდილი წყლით აჰყავთ 2,5-მდე. მიღებული ნიმუშები მუშავდება ისევე, როგორც არის აღწერილი ანალიზის მსვლელობაში.

ფოტოკოლორიმეტრის გამოყენებით მიღებული, დეჰიდროასკორბინ-მჟავას ხვადასხვა კონცენტრაციის მქონე ხსნარების ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებლების გამოყენებით აგებენ მაკალიბრებელ მრუდს.

**ცხრილი 1. სხვადასხვა შეფერილობის მქონე ხსნარებისათვის განსაზღვრული ტალღის სიგრძისათვის სინათლის შერჩევა ხდება შემდეგი სქემის მიხედვით:**

#	ხსნარის შეფერილობა	სინათლის ტალღის სიგრძე, ნმ
1	მწვანე	380-425
2	მომწვანო-ყვითელი	425-470
3	ყვითელი	470-475
4	ნარინჯისფერი	475-480
5	წითელი	480-495
6	ძოწისფერი	495-535
7	ლურჯი	535-580
8	მომწვანო-ლურჯი	580-585
9	მოლურჯო-მწვანე	585-770

**ცხრილი 2. სხვადასხვა შეფერილობის ხსნარების ფოტოკოლორიმეტრიებისათვის სინათლის ფილტრს ირჩევენ შემდეგი ცხრილის მიხედვით:**

#	ხსნარის შეფერილობა	სინათლის სინათლის ფილტრი, ნმ
1	ლურჯი	მოყვითალო-მწვანე
2	ლურჯი	ყვითელი
3	მომწვანო-ლურჯი	ნარინჯისფერი
4	მოლურჯო-მწვანე	წითელი
5	მწვანე	ძოწისფერი
6	მოყვითალო-წითელი	იისფერი
7	ყვითელი	ლურჯი
8	ნარინჯისფერი	მომწვანო-ლურჯი
9	წითელი	მოლურჯო-მწვანე
10	ძოწისფერი	მწვანე

კიუვეტის სიგრძეს და სინათლის ფილტრს ირჩევენ ცდის შედეგებზე დაყრდნობით [64].

## 2. ექსპერიმენტული ნაწილი

### 2.1. კვლევის ობიექტები

მცენარეთა სამეფოში მრავალი სახეობაა ანტრაქინონის ან მისი წარმოებულების შემცველობით. ზოგს ახასიათებს ერთი ტიპის აქტიური ნივთიერების არსებობა, სხვები შეიცავს რამდენიმე ათეულ სხვადასხვა ქინონს. ამასთან, ბიოლოგიური პროდუქტის შესაქმნელად საჭიროა გავითვალისწინოთ ნედლეულის ხელმისაწვდომობა, მცენარის რომელი ნაწილი შეიცავს აქტიურ ნივთიერებას, ანტრაქინონის რამდენი სახეობაა გამოყენებულ ნაწილში. მთელი ეს ინფორმაცია აუცილებელია გარკვეული, წინასწარ განსაზღვრული დანიშნულების მქონე პრეპარატების შესაქმნელად.

აღსანიშნავია, რომ არსებობს მოქმედი ნივთიერებების და მცენარეების შეფასების კრიტერიუმები, საიდანაც ისინი მოპოვებულია, რომლებიც გამოიყენება მედიკამენტების შესაქმნელად:

მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად, იზრდება მათში ანთრაცენწარმოებულების კონცენტრაცია. ასაკოვან მცენარეებში ჭარბობს ნაერთების დაჟანგული ფორმები, ახალგაზრდა მცენარეებში - ალდგენილი.

ანთრაცენწარმოებულების გამოსაცალკევებლად საქართველოს ფლორიდან შევარჩიეთ შემდეგი მცენარეები:

1. ალოე, საბრი (ლათ. Aloe) – ამრიგად, ალოე (საბრი) -ეს არის მცენარის გვარი, ხოლო ხისებრი ალოედ (Aloe arborescens) ანუ ასწლოვანად და ალოე ვერად მოიხსენებენ მის ცალკეულ სახეობებს.

ორივე სახეობის სამკურნალო თვისებები მსგავსია, მაგრამ არსებობს განსხვავებაც: არის აზრი, რომ ხისებრი ალოე (Aloe arborescens) ანუ ასწლოვანა უფრო სასარგებლოა კანის დაავადებების, ჭრილობების, გამონაყარების სამკურნალოდ, ხოლო ალოე ვერას სამკურნალო თვისებები უკეთ ჩანს შიგნით მიღების დროს.

ალოე ვერა (საბრი) სამშობლოდ ითვლება აფრიკის ჩრდილო-აღმოსავლეთი. მისი სიმაღლე ნახევარ მეტრზე ოდნავ მეტია, აქვს ხორციანი,

ოდნავ მოლურჯო (ან მოცისფერო) ფერის ფოთლები, რომლებიც ღეროს ქვედა ნაწილიდან იზრდება.

ველური სახით ალოე ვერა გვხვდება კანარის კუნძულებზე და ჩრდილო აფრიკაში. ის გვხვდება არაბეთის ნახევარკუნძულზეც. თვით სახელწოდება „ალოე“ არაბული წარმოშობისაა და ნიშნავს მწარეს, რადგან ფოთლებში არის მწარე ნივთიერებები, რომლებიც მას მწარე გემოს აძლევს.

მცენარე კარგად იზრდება სახლის პირობებში, მაგრამ ყვავილობს იშვიათად.



სურათი 12. ალოე, საბრი (ლათ. Aloe)

2. ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae): ა. ხეჭრელი (*Frangula alnus*) (იზრდება აფხაზეთში, სვანეთში, რაჭა-ლეჩხუმში, სამეგრელოში, იმერეთში, გურიაში, აჭარაში, სამხ. ოსეთში, ქართლში, მთიულეთში, კახეთში, მესხეთში); შერჩეული მცენარე ხეჭრელისებრთა ოჯახის წარმომადგენელი ხეჭრელი (*Frangula alnus*) დაბალტანიანი ხეა სიმაღლით 3,7 მ, ძველ ტოტებზე შეინიშნება მუქი ნაცრისფერი ქერქი, ახლად ამოყრილი ყლორტები მოწითალო-ყავისფერია.

ჩვენ გვაინტერესებდა მცენარე ხეჭრელას ქერქი, ლანცეტის საშუალებით მოვახდინეთ მისი ჩამოფხეკა, ქერქის გარე ფენის ჩამოფხეკის შემდეგ გამოჩნდა მუქი-ჟოლოსფერი კორპისებრი ფენა.

ცნობილია, რომ ხეჭრელის ქერქში ანთრაგლიკოზიდები 8%-მდეა. ხეჭრელის ახლად აღებულ ქერქს, რომელშიც ჭარბობდა ანთრაცენების აღდგენილი ფორმები, გამოყენებამდე ვაყოვნებდით ხანგრძლივად, და



ვამუშავებდით თერმულად 100°C-ზე 1 სთ-ის მანძილზე, ან უმეტეს შემთხვევაში ვიყენებდით ერთი წლის ნიმუშებს [65-66] .



სურათი 13. ხეჭრელის (*Frangula alnus*) მერქანი და გამომშრალი ქერქი

3. ხეშავი - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*) (გავრცელებულია იმერეთში, ქართლში, სამაჩაბლოში, მთიულეთში, ქიზიყში, გარე კახეთში, თრიალეთში, მესხეთში);

ქერქის ფერი ახალგაზრდობაში ვერცხლისფერ-ნაცრისფერიდან იცვლება ყავისფერ-შავ ასაკში, ყლორტების წვერი ეკლებად გადაიქცევა. ფოთლები საპირისპიროა, ოვალური, პრიალა, ნაპირის გასწვრივ ნაოჭებიანი.



სურათი 14. ხეშავის - ჟოსტერის (*Rhamnus cathartica*) მერქანი

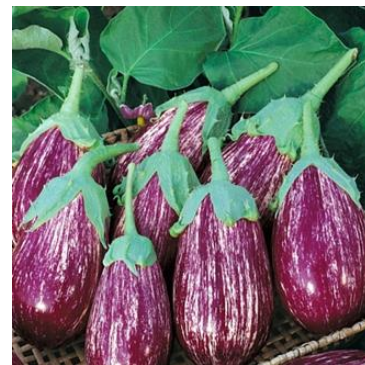
4. ძეძვი (*Paliurus spina-christi*) (ჩვენში საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული). ის აღმოსავლეთ საქართველოში, უმეტეს ნაწილად ზღვის დონიდან 1200 მ სიმაღლემდე გვხვდება. დასავლეთ საქართველოში უფრო ინტენსიურად იზრდება მშრალ ქვიან ფერდობებზე, აგრეთვე

ზღვისპირეთის ქვიშნარებში. მცირე რაოდენობითაა აღწერილი რაქაში სოფლების: კვაცხუთის და წესის მიდამოებში.



სურათი 15. ძეგვი (*Paliurus spina-christi*) მერქანი

5. ბადრიჯანი (*Solanum melongena* L) მიეკუთვნება ძალყურძენთა (*Solanaceae* pers) ოჯახს, გვარი *Solanum*, უკანასკნელის შემადგენლობაში შედის დაახლოებით 2000 სახეობა. დედამიწაზე იგი გავრცელებულია ზომიერ სარტყელში და ტროპიკულ ოლქებში.



სურათი 16. ა) ბადრიჯანი (*Solanum melongena* L). ბ) ბადრიჯანი მატროსიკი 3965

ფილოვას კლასიფიკაციის მიხედვით ბადრიჯანი, როგორც სახეობა ჩართულია შემდეგი ხუთი ქვესახეობა: აღმოსავლეთ აზიური (*ssp. orientale* Fil), დასავლეთ აზიური (*ssp. occidentale* Haz), სამხრეთ აზიური (*ssp. meridionale* Fil), ნახევრადკულტურული (*ssp. subsontanum* Fil) და ველურად მოზარდი (*ssp. agrestis* Fil) [67-69] .

**ცხრილი 3. ნედლეულის შეგროვება ექსპერიმენტისთვის**

№	მცენარეული ნედლეული	მცენარის ნაწილები	შეგროვების ადგილი
1.	ალოე ვერა (Áloë véra)	ფოთლები	ოზურგეთის რაიონის სოფელი ნატანები
2.	ხეჭრელი (Frangula alnus)	მერქანი, ქერქი	იმერეთი სოფელი მაღალაური
3.	ხეშავი - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica)	მერქანი, ქერქი	იმერეთი სოფელი მაღალაური
4.	ძეძვი (Paliurus spina-christi)	ღერო, ქერქი	შიდა ქართლის სოფელი სკრა
5.	ბადრიჯანი (Solanum melongena L)	ფოთლები, ნაყოფის გარსი	გარდაბნის რაიონის სოფელი სართიჭალა
6.	ანწლი (Sambucus)	ნაყოფი	იმერეთი სოფელი მაღალაური

ჩვენს ქვეყანაში გავრცელებულია მხოლოდ პირველი ქვესახეობები, ამასთან, დასავლეთ აზიური უფრო ფართოდ, ვიდრე აღმოსავლეთ აზიური. როგორც ლიტერატურიდან ირკვევა, სელექციით (ხალხური) შექმნილია ბადრიჯანის ადგილობრივი ჯიშები: ბულგარული 014, გარდაბნული, შავგვრემანი.

6. ანწლი (Sambucus) ბუჩქი ან მცირე ზომის ხე, ყვავილოვან მცენარეთა გვარი ადოქსასებრთა (ცხრატყავასებრთა) ოჯახის. მისი ნაყოფი წვნიანი შავი ან წითელი კენკრაა. არის ანწლის 40 სახეობა. აქედან საქართველოში ორია გავრცელებული – დიდგულა და საკუთრივ ანწლი.



**სურათი 17. ანწლი (Sambucus)**

შავი ანწლი სამკურნალოდ გამოიყენება, ხოლო წითელი საკმაოდ შხამიანი მცენარეა. ნაყოფი შეიცავს ასკორბინის მჟავას (10-49%), კაროტინს,

სამბუცინს, ქრიზანთემინს (ანტოციანია), მთრიმლავ ნივთიერებებს (0,29-0,34%), აგრეთვე კარბონმჟავებსმჟავებსა და ამინომჟავებს (თიროზინი). ცხიმოვანი ზეთი გვხვდება თესლებში [70,71] .

### **2.1.1. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი**

ბიოლოგიურად აქტიური ნედლეულის სტანდარტიზაცია და ხარისხის კონტროლი ხორციელდება სამ ძირითად მიმართულებაში:

ავტორიზაცია (იდენტიფიკაცია, უცხოურ ლიტერატურაში სამკურნალო საშუალებების ანალიზი, იდენტიფიკაცია);

სიწმინდის ანალიზი;

რაოდენობრივი განსაზღვრა (უცხოურ ლიტერატურაში წამლების ანალიზის შესახებ, ანალიზი).

წამლის და სუბსტანციის ხარისხის მაჩვენებლები, თითოეული ინდიკატორის ანალიზის მეთოდებთან ერთად, მოცემულია სპეციალურ მარეგულირებელ დოკუმენტებში.

თუ ეს დოკუმენტაცია წარმოადგენს სახელმწიფო ხარისხის სტანდარტს, მას უწოდებენ ფარმაცოპეის მონოგრაფიას (FS). ავთენტიფიკაცია, სიწმინდის ანალიზი და რაოდენობრივი განსაზღვრა ამ შემთხვევაში წარმოადგენს იმას, რასაც "ფარმაცოპეურ ანალიზს" უწოდებენ. ფარმაცოპეა, თავის მხრივ, შედის ხარისხის სტანდარტების კრებულში მედიკამენტებისთვის, სახელწოდებით "ფარმაცოპეა" და გამოქვეყნებულია ერთი ან რამდენიმე ქვეყნის ტერიტორიის დონეზე. ფარმაცოპეაში მითითებული მოთხოვნები სავალდებულოა ყველა ორგანიზაციისთვის, რომლებიც ახდენენ წამლების და სუბსტანციების სტანდარტიზაციას, წარმოებას და კონტროლს შესაბამის ტერიტორიაზე.

ნებისმიერი ფარმაკოპეა შედგება მინიმუმ 2 ძირითადი განყოფილებისაგან. ერთი შეიცავს ფარმაკოპეის კერძო სტატიას (FS), მეორე შეიცავს ზოგად სტატიას (OFS).

**ცხრილი 4. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაკოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი: თვისებითი ანალიზი**

№	მცენარე	რუსეთის XI სახელმწიფო ფარმაკოპეა	რუსეთის XIII სახელმწიფო ფარმაკოპეა	ბრიტანული სახელმწიფო ფარმაკოპეა	აშშ-ს სახელმწიფო ფარმაკოპეა
1	ხეჭრელასებრი (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus) ქერქი	რეაქცია ტუტებთან, ბორტრეგერის რეაქცია	თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია ბარბალიონი	თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია ფრანგულა-ემოდინი, ფრანგულინი ბორტრეგერის რეაქცია	-
2	ხეშავი - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica)	რეაქცია ტუტებთან,	თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია რამნეტინის 3-O-რუტინოზიდი	-	-
3	ძეძვი (Paliurus spina-christi)	-	-	-	-
4	ალოე ვერა (Aloë véra) ღერო და ფოთლები	-	-	-	სინჯარის რეაქციები: რეაქცია აზოტმჟავასთან, რეაქცია ამონიუმის ჰიდროქსიდთან
5	ბადრიჯანი (Solanum melongena L)	-	-	-	-
6.	ანწლი (Sambucus)	-	-	-	-

ნებისმიერი ფარმაცოპეა აღწერს სამკურნალო საშუალებების, ნედლეულის და მასალების ანალიზის ზოგად მეთოდებს ქიმიურს, ფიზიკურს, ფიზიკურ – ქიმიურს.

**ცხრილი 5. მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი: რაოდენობითი ანალიზი**

№	მცენარე	რუსეთის XI სახელმწიფო ფარმაცოპეა	რუსეთის XIII სახელმწიფო ფარმაცოპეა	ბრიტანული სახელმწიფო ფარმაცოპეა	აშშ-ს სახელმწიფო ფარმაცოპეა
1	ხეჭრელასებრი (Rhamnaceae): ა. ხეჭრელი (Frangula alnus) ქერქი	ფოტოელექტრო-კოლორიმეტრია: $\lambda=530$ ნმ. ანტრაცენ-წარმოებულების ჯამის ისტიზინის მიხედვით	სპექტრო-ფოტომეტრია: $\lambda = 515$ ნმ. ანტრაცენ-წარმოებულების ჯამი გლუკოფრანგული- A-ს მიხედვით; ფოტოელექტროკოლორიმეტრია $\lambda = 530$ ნმ ანტრაცენ-წარმოებულების ჯამის ისტიზინის მიხედვით	სპექტრო-ფოტომეტრია: $\lambda = 515$ ნმ. ანტრაცენ-წარმოებულების ჯამი გლუკოფრანგული- A-ს მიხედვით;	-
2	ხეშავი - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica)	-	სპექტრო-ფოტომეტრია: $\lambda = 524$ ნმ. ანტრაცენ-წარმოებულების ჯამი გლუკოფრანგული- A-ს მიხედვით;	-	-
3	ძეძვი (Paliurus spina-christi)	-	-	-	-
4	ალოე ვერა (Aloë vera) ღერო და ფოთლები	-	-	-	-
5	ბადრიჯანი (Solanum melongena L)	-	-	-	-
6.	ანწლი (Sambucus)	-	-	-	-

FS არის კონკრეტული პრეპარატის ხარისხის სტანდარტი. ეს შეიძლება იყოს როგორც ნივთიერება (სამკურნალო ნივთიერება), ასევე პრეპარატი (დოზირებული პრეპარატი, მზადაა გამოსაყენებლად). სინამდვილეში, NS არის ND, რომელიც განსაზღვრავს ავთენტიფიკაციის, სიწმინდის ანალიზისა და რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდებს (რომელი ნიმუშის აღება, რა უნდა დაითხოვოს, რა ტალღის სიგრძეზე გაზომოს ოპტიკური სიმკვრივე, რომელია დასაშვები საზღვრების გაზომვა ან გამოთვლილი მაჩვენებელი და ა.შ.)

მოვახდინეთ რუსეთის ფედერაციის სახელმწიფო ფარმაცოპიის, ევრაზიის ეკონომიკური კავშირის წევრი ქვეყნების ეროვნული ფარმაცოპიების, ქართული ფარმაცოპიის მასალების შედარებითი ანალიზი. ისინი ასახავს ყველა მედიკამენტის, მათ შორის სამკურნალო მცენარეების ნედლეულისა და სამკურნალო მცენარეული პრეპარატების ხარისხის თანამედროვე მოთხოვნებს, ხარისხისა და ნორმების განსაზღვრის მეთოდებს.

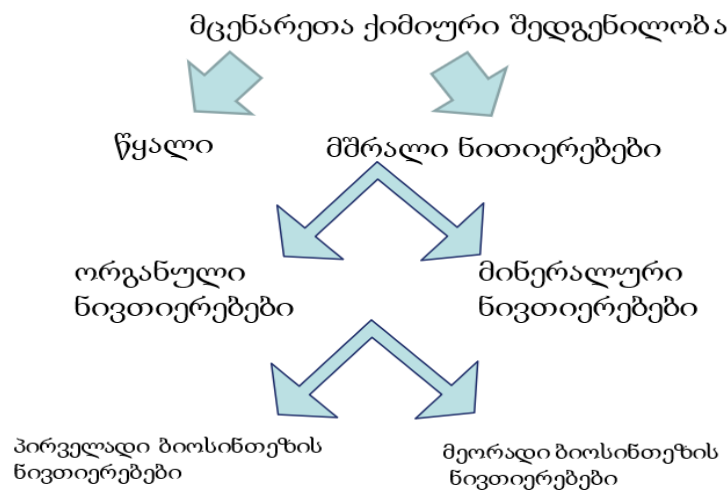
ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ფარმაცოპიული მცენარეების ნედლეულის სტანდარტიზაციის მიდგომების შედარებითი შეფასებისას მივედით დასკვნამდე, რომ ხშირ შემთხვევაში „თვისებითი რეაქციები“ არ ითვალისწინებს თფქ-ს გამოყენებას და ანალიზი ტარდება ქიმიური რეაქციების გამოყენებით.

რაც შეეხება განყოფილებას "რაოდენობითი განსაზღვრა", პირველ რიგში, არსებული მეთოდები უკიდურესად რთული და მრავალსაფეხურიანია, და მეორეც, ყველა შემთხვევაში არ ხდება ანთრაცენწარმოებულების ჯამის გაანგარიშება ანთრაცენწარმოებულების შემცველი პროდუქტისთვის.

ეს ყველაფერი მიუთითებს კვლევის საჭიროებაზე სამკურნალო მცენარეების ნედლეულისა და ანთრაცენწარმოებულების შემცველი ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაციის სფეროში [72, 73].

რუსეთის სახელმწიფო ფარმაცოპის XIII გამოცემის გამოცემაში - «ფიზიკური ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის მეთოდები» დეტალურადაა აღწერილი ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდები მათ შორის დაყოფის მექანიზმებიც (ადსორბციული, განაწილებითი, იონგაცვლითი ქრომატოგრაფია), ქრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდები (ქრომატოგრაფია კოლონებში, ქაღალდზე, სორბენტის თხელ ფენაში) შედეგების დამუშავება და სხვა. ასევე არსებობს ცალკეული სტატიები ქაღალზე ქრომატოგრაფიაზე(ОФС.1.2.1.2.0002.15), თხელფენოვან ქრომატოგრაფიაზე (ОФС.1.2.1.2.0003.15), აირად ქრომატოგრაფიაზე (ОФС.1.2.1.2.0004.15), მაღალეფექტურ თხევად ქრომატოგრაფიაზე (ОФС.1.2.1.2.0005.15) და ზეკრიტიკულ ფლუიდურ ქრომატოგრაფიაზე (ОФС.1.2.1.2.0001.15).

## 2.2. მცენარეული ნედლეულის მომზადება ექსტრაქციისთვის



მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციისთვის მომზადების პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

- ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების შემცველი მცენარეების დიაგნოსტიკა - სახეობების იდენტიფიკაცია;

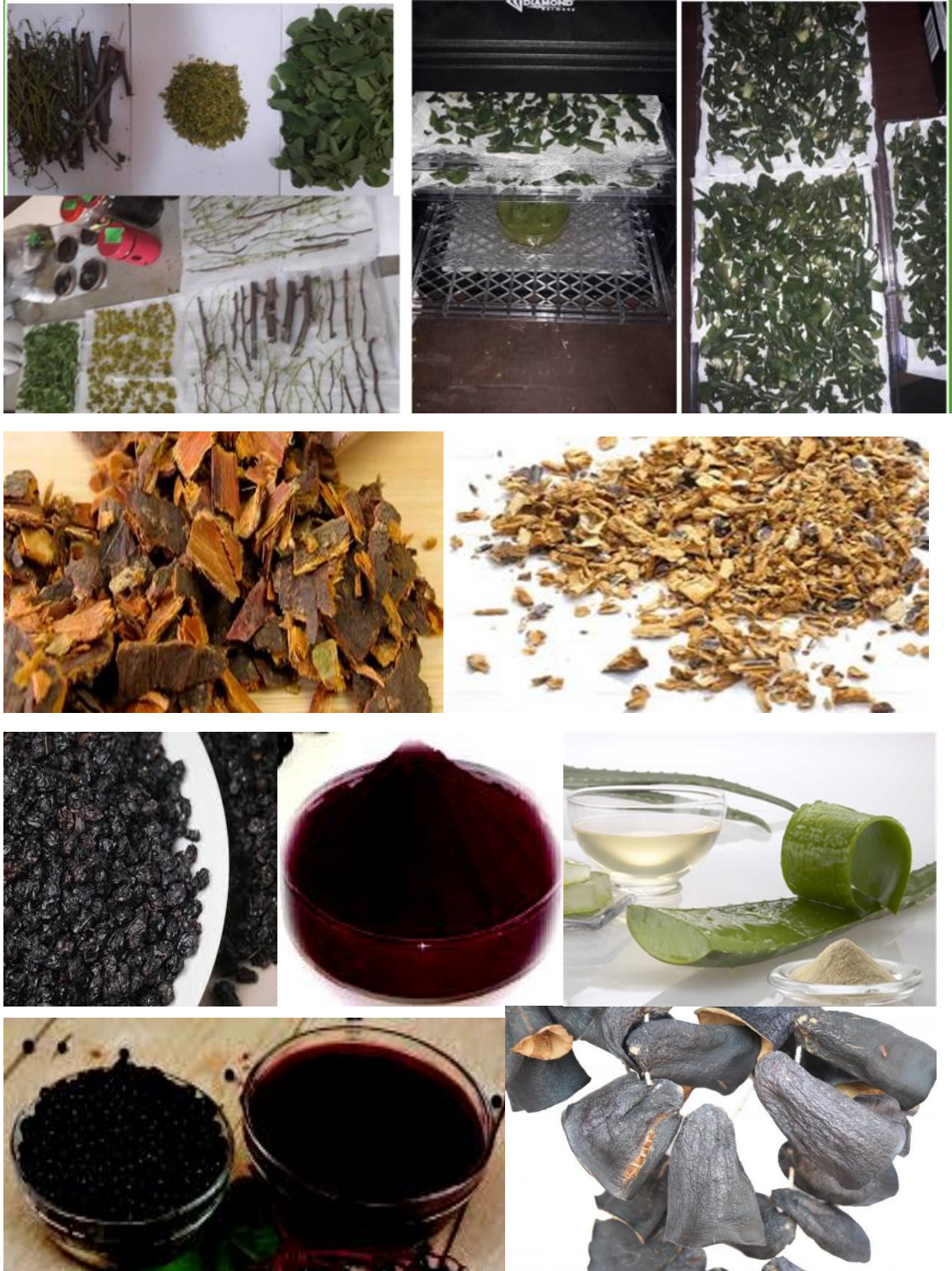


- საჭირო ნივთიერებაზე თვისობრივი რეაქციების განხორციელება - ნედლეულის ნამდვილობის დადგენა;
- რაოდენობითი ანალიზის ჩატარება - ნედლეულში საჭირო ნივთიერების ოდენობის განსაზღვრა;
- ფარმაკოპეული ანალიზის მეთოდების ვალიდაციის პარამეტრების განსაზღვრა;
- სტანდარტის გამოყენების შესაძლებლობა (არის თუ არა ნიმუშები);
- რამდენად არის შესწავლილი საკვლევი ნივთიერების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები;
- გამოცალკევებული ნივთიერებების ფარმაკოლოგიური თვისებების და მათი დოზირების ფორმის განსაზღვრა.
- ტრანსფორმაციული პროცესების შესაძლებლობა სამკურნალო მცენარეული მასალების გამოშრობის, შენახვის ან დამუშავების დროს.

**ცხრილი 6. შერჩეული ნიმუშების რიცხვითი მაჩვენებლები**

ნიმუში	ტენიანობა	საერთო ნაცარი	10% HCl-ში უხსნადი ნაცარი	1მმ დიამეტრის საცერში გამავალი ნაწილები	3მმ-ზე სქელი ღეროები	ორგანული მინარევები
ალოე, საბრი (ლათ. Aloe)	არაუმეტეს 17%	არაუმეტეს 18%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 0,05%
ხეჭრელი (Frangula alnus)	არაუმეტეს 10%	არაუმეტეს 14%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 0,05%
ხეშავი - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica)	არაუმეტეს 12%	არაუმეტეს 15%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 2%	არაუმეტეს 0,05%
ძეძვი (Paliurus spina-christi)	არაუმეტეს 13%	არაუმეტეს 12%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 0,05%
ბადრიჯანი (Solanum melongena L)	არაუმეტეს 12%	არაუმეტეს 13%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 5%	არაუმეტეს 4%	არაუმეტეს 0,05%
ანწლი (Sambucus)	არაუმეტეს 10%	არაუმეტეს 14%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 3%	არაუმეტეს 0,05%

მცენარეული ნედლეულის მიერ დასინთეზირებული ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების თავისებურ ჯგუფს ქმნის ქინოიდური სტრუქტურის მქონე ანტრაცენნაწარმები. ისინი გვხვდებიან როგორც გლიკოზირებულ, ასევე არაგლიკოზირებულ ფორმით.



სურათი 18. ნედლეულის შრობა

ანთრაცენაწარმების დიდი ნაწილი მიეკუთვნება პოლიოქსი(მეტოქსი) ანთრაქინონებს ჩამნაცვლებლებით  $-CH_3$ ,  $-CH_2OH$ ,  $-CHO$ ,  $-COOH$   $\beta$  მდგომარეობაში, მაშინ როცა  $-OH$  და  $-OCH_3$  - ჯგუფები შეიძლება იმყოფებოდეს როგორც  $\alpha$ -, ისე  $\beta$ -მდგომარეობაში.

მცენარეული ნედლეულისათვის, რომელიც მზადდება, თანამედროვე ნორმატიულ დოკუმენტაციაში, ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებლად მიჩნეულია, მათ შემადგენლობაში შემავალი, ძირითადი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების აღმოჩენა და ნორმირება [74-76].

თავდაპირველად განვსაზღვრეთ შერჩეული მცენარეების რიცხვითი მაჩვენებლები. ნედლეული მივიყვანეთ სტანდარტულ მდგომარეობამდე.

### 2.3. მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოცალკევება. ანთრაგლიკოზიდების ექსტრაქცირება

ანთრაგლიკოზიდები ადვილად იხსნება წყალში, ეთანოლსა და მეთანოლში, ამიტომ ნედლეულიდან გამოიყოფა წყალთან, სპირტ-წყალხსნართან და მეთანოლთან. თითქმის არ იხსნება არაპოლარულ-ორგანულ გამხსნელებში.



სურათი 19. ექსტრაქცირება სოქსლეთის აპარატით

ამიტომ ანთრაგლიკოზიდების გამოსაყოფად, მოვახდინეთ მცენარეული ნედლეულის ექსტრაჰირება წყლით, სპირტით (ეთილის, მეთილის) ზოგ შემთხვევაში - სპირტ-წყალხსნარის ნარევებით.

**მაცერაციის მეთოდი.** მაცერაციულ ჭურჭელში ვთავსებდით ნედლეულის საჭირო რაოდენობას და ვასხამდით ნედლეულის მასზე 2 - 7 ჯერ მეტ ექსტრაგენტს. ვაჩერებდით ერთი საათის განმავლობაში. შემდეგ ვაჩერებდით ნედლეულს ექსტრაგენტთან ერთად 7 დღის განმავლობაში. პერიოდულად ვახდენდით მორევას. შემდეგ გამოვწურეთ ნედლეული.

ვზომავდით გამონაწვლილის მოცულობას. ექსტრაგენტის დანაკლისის მოცულობის რაოდენობას, ვრეცხავდით, რის შემდეგ კიდევ ხდებოდა ნედლეულის გამოწვილვა. ბოლოს ხდებოდა ორივე გამონაწურის გაერთიანება.

**მოდIFIცირებული მაცერაციის მეთოდი.** ნედლეულს ვყოფდით სამ ნაწილად. პირველ ნაწილს ვაჩერებდით მდულარე წყლიან აბაზანაში 12 საათის განმავლობაში, მერე ნაწილს 6 საათის განმავლობაში, მესამე ნაწილს 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ვწურავდით ნედლეულს. ექსტრაგენტს ვაჩერებდით 2 დღის განმავლობაში სიცივეზე 8°C ბალასტური ნივთიერებების დალექვის მიზნით. შემდეგ ვფილტრავდით.

**პერკოლიაციის მეთოდი.** მოცემული მეთოდი კლასიკური ფორმით გულისხმობს 1:5 პროპორციის ნაყენების მიღებას სამკურნალო მცენარეული ნედლეულიდან და ითვალისწინებს ნედლეულში ექსტრაგენტის, წინასწარ გათვლილი რაოდენობის, მუდმივ ნაკადათ გატარებას. ამ მიზნით მაცერაციულ ჭურჭელში მოვათავსეთ ნედლეულის საჭირო რაოდენობა და დავასხით ნედლეულის მასაზე 2 – 7- ჯერ მეტი მოცულობის ექსტრაგენტი. გავაჩერეთ 1,5 საათი. მიღებული ნედლეული ჩავტვირთეთ პერკოლატორში, ცრუფსკერზე საკმაოდ მკვრივად ჩავტენეთ, რათა ნედლეულში დარჩენილიყო რაც შეიძლება მცირე ჰაერი. ზემოდან ნედლეულს დავაჭირეთ პერფორირებული დისკი. ექსტრაგენტის მუდმივ ნაკადს ვასხავდით ნედლეულს (ამ დროს ჰაერის გამოსადევნი ონკანი ღია იყო).

როგორც კი ექსტრაგენტმა დაიწყო მიმღებში გამოსვლა პერკოლიატორის ონკანი გადავკეტეთ, ექტრაგენტს ვაბრუნებდით ნედლეულზე და ვამატებდით ნედლეულის ზევიდან „სარკემდე“, რომლის სისქე 30-40 მილიმეტრია. მაცრაციული პაუზა შეადგენდა 24 საათს. შემდეგ ვაღებთ პერკოლიატორის ონკანს და ნედლეულზე მუდმივი სიჩქარით, უწყვერად ვაწვდიდით ექსტრაგენტს. პერკალირებას ვაგრძელებდით წინასწარ გათვლილი რაოდენობის ნაყენის მიღებამდე.

აგლიკონების მისაღებად გამოვიყენეთ ფერმენტული და მჟავური ჰიდროლიზი, რის შემდეგაც ანთრაქინონები გამოვწვლილეთ ეთერით და ქლოროფორმით. (ტუტით ჰიდროლიზი არ გამოგვიყენებია წარმოქმნილი პოლიანტრონების გამო).

ანთრაქინონების ერთმანეთისგან გამოყოფა ხდება ჩამნაცვლებლების თვისებების მიხედვით. თუ ჩამაცვლებელი კარბოქსილის ჯგუფია, მაშინ ასეთი ანთრაქინონები იხსნება ჰიდროკარბონატების, კარბონატებისა და მწვავე ტუტეების წყალხსნარებში, წითელი ფერის მარილების წარმოქმნით.

ანთრაქინონები, რომლებსაც აქვთ მინიმუმ ერთი ჰიდროქსი ჯგუფი ბეტა მდგომარეობაში და არ შეიცავენ კარბოქსილის ჯგუფებს, არ ურთიერთქმედებენ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატთან, მაგრამ წარმოქმნიან ფენოლებს ნატრიუმის კარბონატისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის წყალხსნარებში.

ანთრაქინონები, რომლებსაც გააჩნიათ მხოლოდ ალფაჰიდროქსილები, ქმნიან ფენოლატებს მხოლოდ მწვავე ტუტეებთან და არ იხსნება ნატრიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის წყალხსნარებში.

ამ ნაერთების გამოყოფის კლასიკური მეთოდი დამყარებულია ანთრაცენწარმოებულების თვისებების სხვაობაზე, რაც დამოკიდებულია ჩამნაცვლებელი ნივთიერებების ბუნებასა და განლაგებაზე.

შერჩეულ მცენარეულ ნედლეულში ანთრაცენწარმოებულების გამოცალკეება მოვახდინეთ ბორნტრეგერის რეაქციით.

მცენარეული ნედლეულიდან გამოყოფილი ნივთიერებების ტუტესთან დუღილის დროს მიმდინარეობს ანთრაგლიკოზიდების ჰიდროლიზი და წარმოიქმნება თავისუფალი აგლიკონები.

ანთრონ და ანთრანოლწარმოებულები იჟანგებიან ანთრაქინონებამდე.

წარმოქმნილი ოქსიანთრაქინონები ფენოლის ჰიდროქსიდის ხარჯზე გვადლევენ წყალში ხსნად ფენოლატებს (ანთრაქინონებს).

ტუტის წყალხსნარის მჟავათი დამუშავებისას ფენოლის ჰიდროქსიდის დისოციაცია ითვრგუნება და ნაერთები ხდება ლიპოფილური, რის შედეგადაც ქლოროფორმის ხსნართან შერევისას წყლის შრიდან გადადიან ქლოროფილურში და ეს უკანასკნელი იღებს ოქსიანთრაქინონების ყვითელ შეფერილობას.

ქლოროფორმის შრე ამიაკის ხსნართან შერევისას ისევ წარმოქმნის ფენოლატების შეფერვას ამიაკის შრეში.

1,8-დიოქსიანთრაქინონის ამიაკიანი შრე იღებს ალუბლისფერ-წითელ შეფერილობას, 1,2-დიოქსიანთრაქინონი კი იისფერ შეფერვას [77-79].

## 2.4. ნიმუშების ქერქის და მერქნის კვლევა

კვლევები ჩავატარეთ ხეჭრელის (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძებვის (*Paliurus spina-christi*) ქერქის და მერქნის ნიმუშებზე, რომელიც იმერეთის სოფელ მაღალაურიდან და შიდა ქართლის სოფელ სკრადან ავიღეთ.

ხეჭრელის (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძებვის (*Paliurus spina-christi*) ქერქი (200 გრ) დაექვემდებარა ექსტრაქციას 70% ეთილის სპირტით, ექსტრაქცია მოხდა მაცერაციის მეთოდით 24 სთ-ის მანძილზე, თერმულად 85-90°C ტემპერატურაზე. ვაკუუმ ამორთქლებელში ავართქლეთ 70% სპირტ-წყალხსნარით მიღებული ექსტრაქტები, მივიღეთ, დაახლოებით 50 მლ, სქელი ნარჩენი (მღვრია). შესქელებული ექსტაქტი გავაშრეთ სილიკოგელის ფირფიტაზე ზომით L 40/100 და მიღებული ექსტრაქტი + სილიკოგელი (ფხვნილი) დავიტანეთ

სილიკოგელის ფენაზე რომელიც ქლოროფორმში დაფიქსირდა. ელუირებას ქრომატოგრაფიული სვეტისას, ვახდენდით ქლოროფორმით. აგრეთვე ქლოროფორმ-ეთანოლის ნარევიტ. თანაფარდობით: 97 : 3; 95 : 5; 93 : 7; 90 : 10; 85 : 15; 80 : 20; 70 : 30, 60 : 40, 50 : 50.

კონტროლი ნივთიერებების გამოყოფაზე მიმდინარეობდა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიული ანალიზით. ქლოროფორმ-ეთანოლის (4 : 1) სისტემებში, Silufol UV 254 და Sorbfil PTSKh-AF-A-UV ფირფიტებზე. აგრეთვე ქლოროფორმ-მეთანოლ-წყალში (26 : 14 : 3) ფრაქციები, შეიცავდა 15 და 16 ნივთიერებას. ფრაქციები გავაერთიანეთ გამოყოფილი ნალექები გადავაკრისტალეთ სპირტ-წყალხსნარით.

**ხეჭრელის (*Frangula alnus*) ქერქში იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნივთიერებები:**

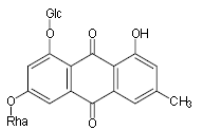
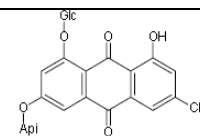
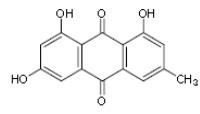
**ფრანგულა ემოდინის 6-O- $\alpha$ -L- რამნოპირანოზიდის (ფრანგულინი A)**  $C_{21}H_{20}O_9$  კრისტალები: ლღობის ტემპერატურა 227-230° C, შეფერილობა - ფორთოხლისფერი, (სპირტწყალი). ფრანგულინი A, მჟავა ჰიდროლიზის დროს, იყოფა აგლიკონად და რამნოზად, ის წარმოადგენს ფრანგულა-ემოდინს (1,6,8-ტრიჰიდროქსი-3-მეთილანტრაქინონი). M + აგლიკონი 270 (30%), 256 (100%).

**ფრანგულა ემოდინის 6-O- $\beta$ -O-აპიოფურანოზიდი (ფრანგულინი B).**  $C_{20}H_{18}O_9$ , (სპირტწყალხსნარი). კრისტალები ფორთოხლისფერია M + აგლიკონი 270 (30%), 256 (100%), ლღობის ტემპერატურა 184-187°C. ფრანგულინი B, მჟავა ჰიდროლიზის დროს, დაიყო აპიოზად და აგლიკონად, რომელიც განისაზღვრება, როგორც ფრანგულა-ემოდინი (1,6,8-ტრიჰიდროქსი-3-მეთილანტრაქინონი). M + აგლიკონი 270 (30%), 256 (100%).

**ემოდინი (1,6,8-ტრიჰიდროქსი-3-მეთილანტრაქინონი)**  $C_{15}H_{10}O_5$  ნემსისებრი, ფორთოხლისფერი კრისტალებია, ფრანგულინი A და ფრანგულინი B ამ შედგენლობით რუსეთში გამოაცალკევებს პირველად ხეჭრელას ქერქისგან, მისი ფორმულა შესაბამისაა უცხოური

ლიტერატურის მონაცემების მასალასთან. ამით გამართლებულია მცენარის ნედლეულისა და პრეპარატების სტანდარტიზაციის მეთოდების გადახედვის და შესწორების მცდელობა. თხელფენოვანმა ქრომატოგრაფიამ აჩვენა, რომ ხეჭრელას ქერქის ანთრაგლიკოზიდი არის ფრანგულინი A. ფრანგულინი B და ფრანგულა-ემოდინი, რომლებიც ასევე ნაპოვნია ქერქის სპირტწყალხსნარის ექსტრაქტის ქრომატოგრამაზე. გარდა ამისა, ლიტერატურული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს კიდევ ორი ანთრაგლიკოზიდის - გლუკოფრანგულინი A და გლუკოფრანგულინი B- ს მოვახდინოთ იდენტიფიცირება. თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის დროს, მაიდენტიფიცირებელ აგენტად ფრანგულინი A ს ვიყენებდით.

**ცხრილი 7. ხეჭრელიდან გამოყოფილი ნაერთების და მათი ნაწარმების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები**

№	დასახელება და ქიმიური ფორმულა	ემპირიული ფორმულა	M+	ლღობის ტემპერატურა °C	მახასიათებლები
1.	 <p><b>ფრანგულინი A</b></p>	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	270 (M+ აგლიკონი)	227-230	კრისტალები ფორთოხლის ფერი
2.	 <p><b>ფრანგულინი B</b></p>	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	270 (M+ აგლიკონი)	184-187	ფორთოხლის ფერი კრისტალები
3.	 <p><b>ემოდინი</b></p>	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	270	254-255	ფორთოხლის ფერი, ნემსისებრი კრისტალები

ჩვეულებრივი ძეძვის (ლათ. *Paliurus spina-christi*) მერქნის და ქერქის ქსოვილის ქიმიური შემადგენლობა :



**ცხრილი 8. მერქნის და ხემცენარის მწვანე ნაწილის ელემენტები %**

მცენარის ნაწილები	C %	H %	O %	N %	K,Na,Ca,Mg,Fe,Mn,Co,Zn,Si,P,S,Hal %
მერქანი	48,5-51,8	6,1- 6,9	41,1-45,2	0,1- 1,3	0,3-1,0
ხემცენარის მწვანე ნაწილი	46,0-47,0	7,0-7,3	40,0-41,0	>2,0	დაახლოებით 4,0

მცენარის ქერქი - Cortices - როდესაც ახალია, შეიცავს მცირე რაოდენობის წყალს მცენარის სხვა ნაწილებთან შედარებით და მისი გაშრობა შესაძლებელია გარეთ ან ვენტილირებად ადგილებში.

გაშრობის შემდეგ ნედლეულს დამატებითი ვწმენდით, ვახარისხებდით, დამატებით ვაშრობდით, ამის შემდეგ ხდებოდა მისი დაფქვა და შეფუთვა.

დამატებითი გაწმენდის მიზანია ნედლეულიდან ამოიღონ უცხო მინარევები, რომლებიც შემთხვევით ჩავარდა მასში ან ნაწილები, რომლებმაც გამოშრობის დროს დაკარგეს ბუნებრივი ფერი. ნედლეულის გამოშრობა ხდება ტენიანობის შემცველობით, რომელიც აკმაყოფილებს ფარმაკოპეის ან სტანდარტების მოთხოვნებს.

**ცხრილი 9. მიკროელემენტების შემცველობა ქერქში %**

№	მიკროელემენტები	%
1	P	0.01
2	Ca	0.7
3	K	0.1
4	Mg	0.5
5	Mn	0.04
6	Fe	0.02
7	Cu	0.003
8	B	-

**ცხრილი 10. მერქნის შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებების იზოლირება სხვადასხვა გამხსნელებით**

მერქნის შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებები					
№	გამხსნელები	ცელულოზა	ჰემიცელულ ოზები	ლიგნინები	ექსტრაქტული ნივთიერებები
1	წყალი	-	-	-	+
2	ორგანული გამხსნელები	-	-	-	+
3	კონცენტრირებული მჟავები				
4	განზავებული მჟავები	+	+	-	-
5	კონცენტრირებული ტუტეები				
6	განზავებული ტუტეები	-	+	-	-

მერქნის კომპონენტებიდან ორგანული ნივთიერებების წილი თითქმის 97%-ია, და არაორგანული ნივთიერებების - 3%-მდე. მეტალების მარილები (მცენარის სითხეებში გახსნილი ან ფისებში, პექტინებში) - დაახლოებით 1 %; ტერპენები - გვხვდება კვალის სახით; ალიფატური სპირტები და სტერინები 0.1%; ფენოლური ნაეთები - 25 % [80-82];

**ცხრილი 11. მერქნის კომპონენტები**

№	ნივთიერებები	რაოდენობა %
1	ცელულოზა	18,5
2	პენტოზანები	11
3	ჰექსოზანები	-
4	პოლიურონიდები	-
5	ლიგნინი	48%
6	სუბერინი	1.2
7	წყლით ექსტრაჰირებული ნივთიერებები	7
8	წყლის ორთქლთან გამოხდით	-
9	ორგანული გამხსნელებით ექსტრაჰირებული ნივთიერებები	8
10	ნაცარი	6
11	ცილები	4

მერქნის სტანდარტული ანალიზის მეთოდები არ არის ეფექტური ქერქის გამოსაკვლევად. ქერქის ანალიზის საყოველთაოდ მიღებული სქემა ჯერ შემუშავებული არ არის.

## 2.5. სპირტ-წყალხნალური ექსტრაქტების კომპონენტური შემადგენლობის შედარებითი შესწავლა

### 2.5.1. ფენოლატების მიღების რეაქცია ტუტეებთან ურთიერთქმედებით:

ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae): ხეჭრელის (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძეძვის (*Paliurus spina-christi*) ქერქი, რომლებსაც ჰქონდათ დამახასიათებელი ნარინჯისფერი, და ანწლის (*Sambucus*) მწიფე ნაყოფის მშრალ ნედლეულზე - რამდენიმე წვეთი 10% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის დაწვეთებით, წარმოიქმნა ალუბლისფერ - წითელი ლაქა. რაც ადასტურებს ფრანგულინის თანაპოვნეობას აღებულ ნიმუშში.

დადებითი შედეგი მივიღეთ იმ ნიმუშებთან, რომლებშიც ანთრაცენწარმოებულები დაჟანგული ფორმითაა. (ГФ-X1 Cortex Frangulae– ს დასადასტურებლად) [83] ;

### 2.5.2. ექსტრაქცია წყლით გამოწვლილვით (1:10)

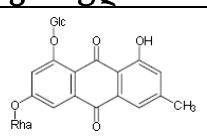
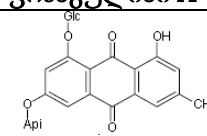
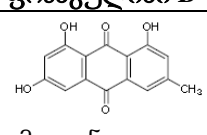
ხეჭრელასებრნი (Rhamnaceae): ხეჭრელის (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძეძვის (*Paliurus spina-christi*) და ანწლის (*Sambucus*) მწიფე ნაყოფის ექსტრაქტს დავამატეთ რამდენიმე წვეთი 10% - იანი NaOH ტუტის ხსნარი, ანთრაქინონის წარმოებულების არსებობის შემთხვევაში მივიღეთ ალუბლისფერი წითელი შეფერილობა. ყვითელ ფერს - იძლევა ანთრანოლი და ანთრონის წარმოებულები. მეწამული შეფერილობა დამახასიათებელია ალიზარინისთვის.

დადასტურდა, რომ ტუტესთან ურთიერთქმედებისას, ფერი ჩნდება მხოლოდ ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგულ ფორმებში.

ანთრაცენწარმოებულების აღდგენილი ფორმები არ იძლევა მკაფიო რეაქციას NaOH- სთან და მათი გამოვლენისთვის აუცილებელია წინასწარ დაჟანგვის ჩატარება.

მაგალითად, ახალაღებული ხეჭრელის ქერქი იძლევა ამ რეაქციას NaOH- სთან მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მას დავამუშავებთ წყალბადის ზეჟანგით.

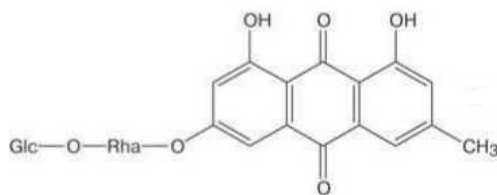
**ცხრილი 12. ხეჭრელიდან გამოყოფილი ნაერთების და მათი ნაწარმების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები**

№	დასახელება და ქიმიური ფორმულა	ემპირიული ფორმულა	M+	ღლობის ტემპერატურა °C	მახასიათებლები
1.	 <b>ფრანგული A</b>	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	270 (M+ აგლიკონი)	227-230	კრისტალები ფორთოხლის ფერი
2.	 <b>ფრანგული B</b>	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	270 (M+ აგლიკონი)	184-187	ფორთოხლის ფერი კრისტალები
3.	 <b>ემოდინი</b>	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	270	254-255	ფორთოხლის ფერი, ნემსისებრი კრისტალები

ხეშავას ქერქის ფხვნილის მიკროგამოხდისას საათის ცივ მინაზე და სინჯარის კედლებზე წარმოიქმნება ყვითელი კრისტალური ფენა, რომელიც ნატრიუმის ჰიდროოქსიდის 10%-იან სპირტხსნარის დამატების შედეგად იძენს შინდიფერ- წითელ ფერს.

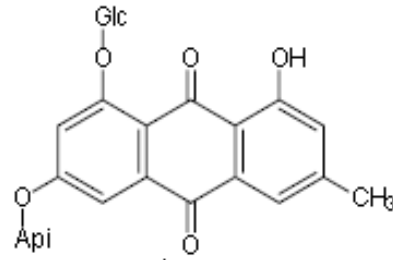
ხეშავიდან გამოყოფილია

1.



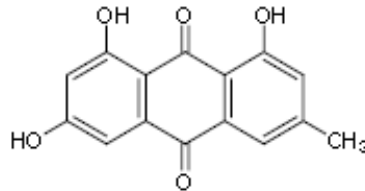
**გლუკოფრანგული A**

2.



ფრანგულინი

3.



ფრანგულაემოდინი

### 2.5.3. ბორნტრეგერის რეაქციის მსვლელობა

ბორნტრეგერის რეაქცია საშუალებას იძლევა გამოავლინოს ემოდინები სხვა ანთრაცენწარმოებულების თანაობა.

ცდა ემყარება ანთრაგლიკოზიდების თვისებით უნარს ტუტესთან ჰიდროლიზისას წარმოქმნან თავისუფალი აგლიკონები. ამავდროულად, ხდება აღდგენილი ფორმების დაჟანგვა. ჰიდროლიზატის შემჟავების შემდეგ, აგლიკონებს წვილავენ ეთერით. ეთერული ფენის ამიაკთან შერევისას, ემოდინები, რომლებსაც ჰიდროქსილის ჯგუფები აქვთ ბეტა მდგომარეობაში, გადადიან წყლის ფენაში და ღებავენ მას ალუბლისფერ წითელად. ქრიზოფანოლი ორგანულ ფენაში რჩება და ღებავს მას ყვითლად.

(შემოთავაზებული ΓΦ-X1 ადასტურებს ნამდვილობას- *Cortex Frangulae*, *Folia Sennae*, *Fructus Rhamni catharticae*, *Radices Rhei*, *Rhizomata et radices Rubiae*.)

ხეჭრელასებრნი (*Rhamnaceae*): ხეჭრელის (*Frangula alnus*), ხეშავის - ჟოსტერი (*Rhamnus cathartica*), ძეძვის (*Paliurus spina-christi*) და ანწლის (*Sambucus*) მწიფე ნაყოფის ბაზაზე მოვამზადეთ ექსტრაქტი (ცალცალკე) 10% NaOH ხსნარში გაცხელებით.



სურათი 20. ექსპერიმენტის მსვლელობა

გამხსნელი ნივთიერების დუღილით ტუტის ხსნართან მიმდინარეობს ანთრაგლიკოზიდების ჰიდროლიზი და წარმოიქმნება თავისუფალი აგლიკონები. ამავდროულად ანტრონ და ანთრანოლწარმოებულები იჟანგებიან ანთრაქინონებამდე. წარმოქმნილი ოქსიანთრაქინონები ფენოლის ჰიდროქსიდის ხარჯზე გვაძლევენ წყალში ხსნად ფენოლატებს (ანთრაქინონებს). ტუტის ხსნარის მჟავით დამუშავებისას ფენოლის ჰიდროქსილის დისოციაცია ითვრგუნება და ნაერთები ხდება ლიპოფილური, რის შედეგადაც ქლოროფორმის ხსნართან შერევისას წყლის შრიდან გადადიან ქლოროფილურში და ეს უკანასკნელი იღებს ოქსიანთრაქინონების ყვითელ შეფერილობას. ქლოროფორმის შრე ამიაკის ხსნართან შერევისას ისევ წარმოქმნის ფენოლატების შეფერვას ამიაკის შრეში.

ამ დროს მიმდინარეობს შემდეგი პროცესები:

1. ანთრაგლიკოზიდების ჰიდროლიზი თავისუფალი აგლიკონების წარმოქმნით;
2. აღდგენილო ფორმების დაჟანგვა ანთრაქინონებამდე;
3. ფენოლატების წარმოქმნა.

ჰიდროლიზატის განზავებული HCl-ით შემჟავების შემდეგ, აგლიკონების გამოსაყოფად გამოვიყენეთ ორგანული გამხსნელი, კერძოდ დიეთილის ეთერი ეთერული ფენა შეიღება ყვითლად.

5 მლ ამიაკის ხსნართან ეთერის ფენის შენჯღრევისას, წარმოიქმნა ფენოლატები, რომლებიც გადავიდნენ წყალ-ამიაკის ფენაში და მოხდა ფერის ცვლილება:

1. ქრიზოცინების შემცველობის მქონე ფენა შინდისფერ-მოწითალოდ შეიღება, ;
2. იქ, სადაც დადასტურდა 1,4 დიჰიდროქსი-ანთრაქინონების არსებობა - მეწამულ ფერად;
3. ალიზარინების არსებობის შემთხვევაში - ისფრად;
4. ქრიზოფანოლის შემცველობის შემთხვევაში, ორგანული ფენა დარჩა ყვითლად შეღებილი.

ლაბილურად და იოლად იჟანგებიან ანთრაქინონებამდე ანთრაცენწარმოებულების აღდგენილი ფორმები.

დადასტურდა, რომ მცენარეულ ნედლეულში ისინი არიან, როგორც აღდგენილი, ასევე დაჟანგული სახით.

ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგულ ფორმებს, ჩამნაცვლებლის თვისებისა და მდებარეობის მიხედვით ყოფენ:

1. ქრიზორცინის წარმოებულები (1,8-დიჰიდროქსიანთრაქინონი);
2. ალიზარინის წარმოებულები (1,2-დიჰიდროქსიანთრაქინონი).

ქრიზორცინის წარმოებულები: ემოდინი, რეინი, ქრიზოფანოლი, ფართოდაა წარმოდგენილი მცენარეებში. ემოდინს, ჩამნაცვლებლის მდებარეობის მიხედვით, განსხვავებენ: ჰიდროქსი, კარბოქსი, ჯგუფებად. ემოდინის დასახელება დამოკიდებულია იმ მცენარეზე, რომელშიც იმყოფება: ხეჭრელასა და ხეშავში გვხვდება ფრანგულა ემოდინი, რევანდსა და ღოღოში - რეუმ-ემოდინი, ალოეში – ალოე ემოდინი.

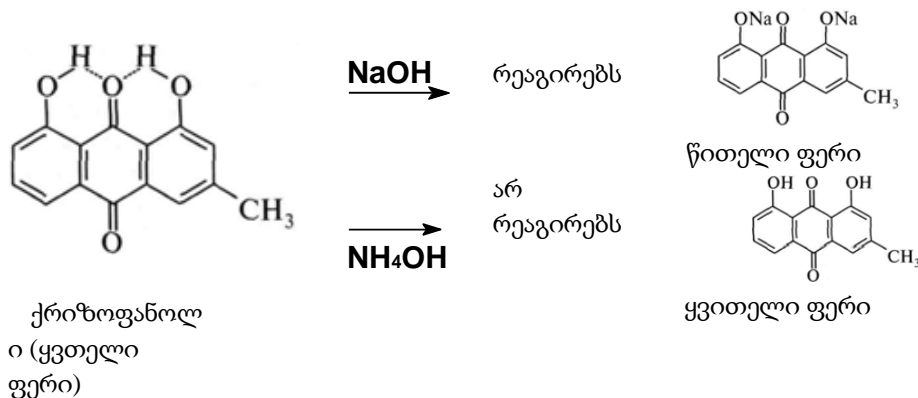
მონომერული ნაერთები, ქრიზოცინური ტიპის და მათი გლიკოზიდები განაპირობებს მცენარეული მასალის საფალარათო მოქმედებას [84].

### 2.5.4. მიკრო-სუბლიმაციის რეაქცია (მიკრო-სუბლიმაცია)

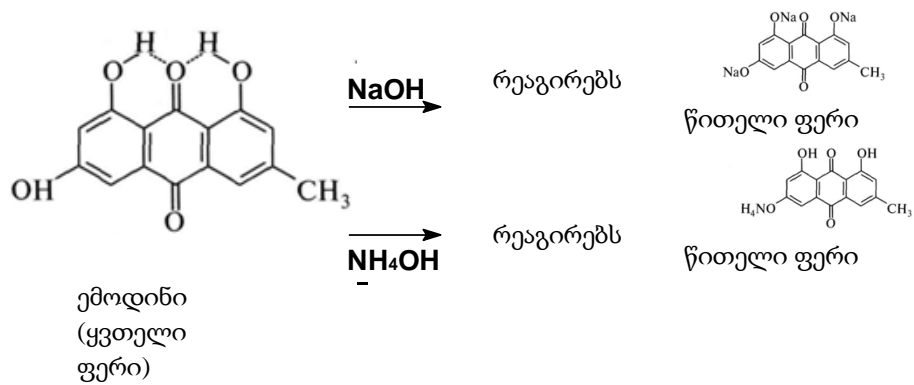
ანთრაცენწარმოების თვისებას, განიცადონ სუბლიმაცია 200°C ტემპერატურაზე, შემდგომი კონდენსაციით ცივ ზედაპირზე, ძირითადი სტრუქტურის შეცვლის გარეშე. ეს პროცესი ხორციელდება ორნაირად: სინჯარაში და მინის პინაზე. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის NaOH-ის ხსნარის დამატებისას წარმოიქმნება ალუბლისფერ-წითელი შეფერილობა. (მოცემულია GF-X1- ში Cog t ex Frangulae-ს ნამდვილობის დასადასტურებლად) [85].

### 2.5.5. ლაქების წარმოქმნის რეაქცია.

ანთრაცენწარმოებულები იძლევიან კომპლექსებს მაგნიუმის აცეტატთან და მიიღება ფერადი ალუბლისფერ-წითელი სპირტხსნარი.







სურათი 21. გამონაწვლილების მიღების პროცესი

## 2.6. ნიმუშების ქრომატოგრაფირება

შერჩეულ მცენარეულ ნედლეულში ანთრაგლიკოზიდების თანაპოვნირების დასადგენად გამოვიყენეთ თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია და ქრომატოგრაფია ქალაღზე.

გამხსნელთა სისტემა ქალაღზე ქრომატოგრაფირებისთვის:

ნ-ბუტანოლი- ძმარმჟავა - წყალი (4:1:5),

მეთანოლი - ეთილაცეტატი - ჭიანჭველმჟავა (50:5:5) და სხვ.

გამხსნელთა სისტემა თხელფენაში ქრომატოგრაფირებისთვის

ბენზოლი - მეთანოლი (8:2);

ქლოროფორმი - ეთანოლი - წყალი (60:30:20) და სხვ.

სპირტ-წყლოვანი ექსტრაქტების თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით ანალიზისთვის ფარმაკოპული მცენარეების ნედლეულიდან, რომლებიც შეიცავენ ანტრაგლიკოზიდებს და გამოყოფილ ნაერთებს გამოიყენება

შემდეგი ფირფიტები- «Сорбфил ПТСХ-ПА-УФ» и «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ». გამხსნელთა სისტემა: 1-5:

ქლოროფორმი -მეთანოლი წყალი, 26:14:3;

ქლოროფორმი - მეთანოლი,6:1;

ქლოროფორმი - ეთანოლი, 9:1

ქლოროფორმი - ეთანოლი19:1

ქლოფორმი - ეთანოლი - წყალი, 26:16:3.

ფირფიტაზე, სილიკოგელის თხელი ფენით, დავიტანეთ სპირტიანი გამონაწვლილი შერჩეული მცენარეული ნედლეულიდან და მოვახდინეთ ქრომატოგრაფირება სისტემაში: ეთილაცეტატი : მეთანოლი : წყალი თანაფარდობით 100 : 17 : 13, შემდგომ ფირფიტები გავაშრეთ.

სორბციის ზონის გამოვლენა მოხდა შეფერადებული უბნების მიხედვით, უ.ი სხივით ხილულ უბანში - ტუტის 5%-იანი სპირტხსნარით გამჟღავნებამდე და გამჟღავნების შემდეგ. ვაკვირდებოდით სხვადასხვა ფერად შეღებილ უბნებს (ლაქებს) - ყვითელიდან ალისფერ-წითელ, აგურისფერ-წითელ და იისფერ შეფერვამდე.

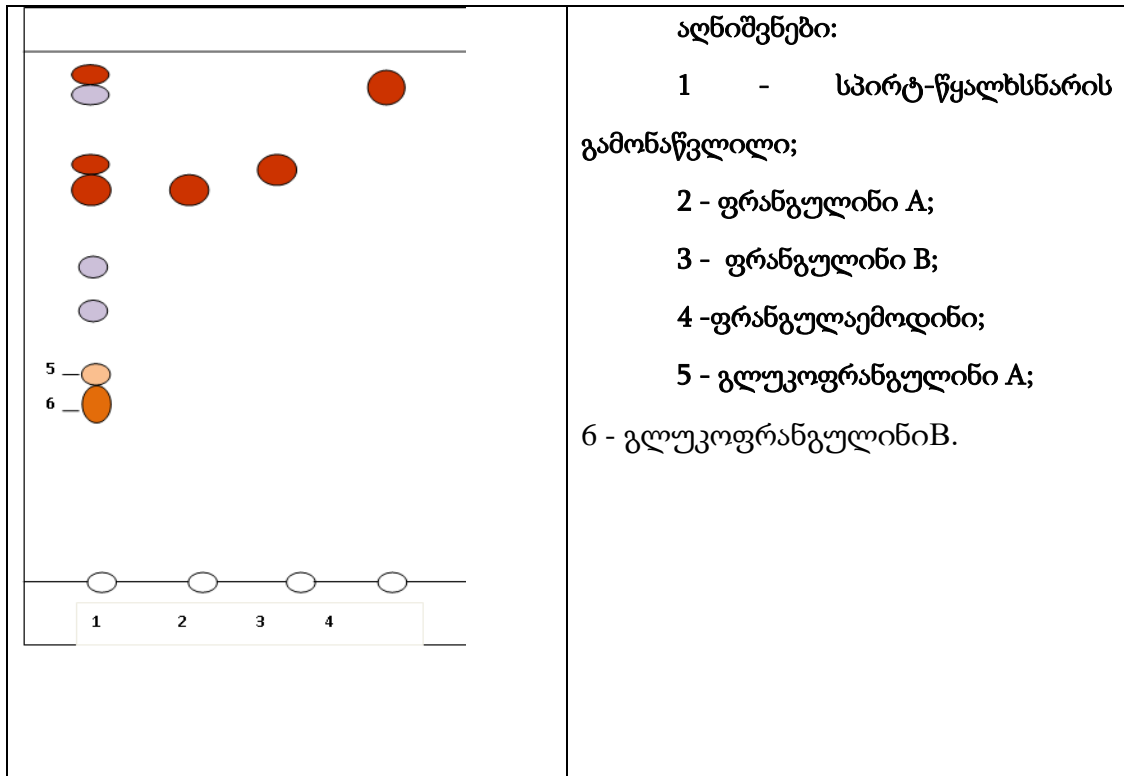
ანთრაცენწარმოებულების კვლევის ქრომატოგრაფიული მეთოდი შემოთავაზებულია 1903 წელს რუსი მეცნიერის მ. ცვეტის მიერ.

უნდა აღინიშნოს ქრომატოგრაფიული მეთოდების შემდეგი უპირატესობები: დაყოფის პროცესი დინამიური ხასიათისაა და გამოყოფილი კომპონენტების სორბცია-დესორბციის მოქმედებები ბევრჯერ მეორდება. ქრომატოგრაფიული დაყოფა მნიშვნელოვნად ეფექტურია სორბციის და ექსტრაქციის სტატიკურ მეთოდებთან შედარებით.

არსებული ნივთიერებების შეფასება ხდება მათი შუქის ფლუორესცენციის ხასიათის მიხედვით შესაბამისი რეაგენტებით (ამიაკის ორთქლი, მწვავე ტუტეების ხსნარები) ქრომატოგრამების დამუშავებამდე და მის შემდეგ.

ლაქების გამოვლენას ვახდენდით ულტრაიისფერი გამოსხივებით (254-366 ნმ.) ქრომატოგრამების 1% იანი  $AlCl_3$  (ფლავონიდები) სპირტის

ხსნარით და  $\text{FeCl}_3$  1% იანი სპირტხსნარით და ტუტე ხსნარით ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ); დიაზობენზოლსულფომჟავის ახლად მომზადებული ხსნარით (ფენოლური ნაერთები); 20%-იანი გოგირდმჟავათი დამუშავებითა და შემდგომ 100-120°C ზე გაცხელებით (სტერინები და სხვა ტერპენოიდები); დამუშავებად და დამუშავების შემდეგ.

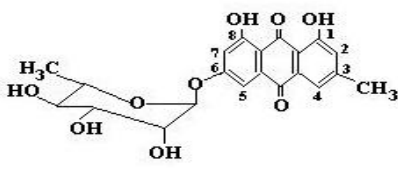
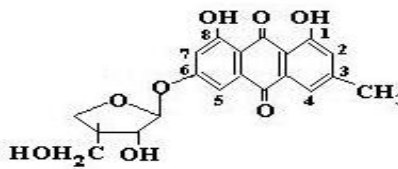
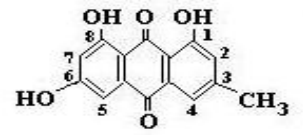


სურათი 22. ხეჭრელის ქერქის სპირტ-წყალხსნარის გამონაწვლილის ქრომატოგრაფიული პროფილი

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისთვის სტანდარტულ ნიმუშებად გამოვიყენეთ ფრანგულინი A.

მეთოდს აქვს მრავალი უპირატესობა: სიმარტივე, ეკონომიურობა, აღჭურვილობის ხელმისაწვდომობა, სისწრაფე (გამოყოფის დრო 10-100 წთ), მაღალი პროდუქტიულობა და გამოყოფის ეფექტურობა, გამოყოფის შედეგების სიცხადე და ქრომატოგრაფიული ზონების ამოცნობის სიმარტივე.

ცხრილი 13. ხეჭრელის ანთრაცენწარმოებულები

№	დასახელება და ქიმიური ფორმულა	ემპირიული ფორმულა	M <sup>+</sup>	ლღობის ტემპერატურა, °C	λ <sub>max</sub> (EtOH) ნმ
1.	 <p>გლუკოფრანგულინი A</p>	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>9</sub>	270 (M <sup>+</sup> აგლიკონი)	227-230	225, 261; 285, 300; 434
2.	 <p>ფრანგულინი B</p>	C <sub>20</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	270 (M <sup>+</sup> აგლიკონი)	184-187	224, 261; 285, 300; 434
3.	 <p>ემოდინი</p>	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	270	254-255	222, 251; 268, 291; 439, 46

სვეტური ქრომატოგრაფია გამოყენებული იქნა შესასწავლი სამკურნალო მცენარეული ნედლეულიდან ინდივიდუალური ნაერთების გამოსაყოფად და გასასუფთავებლად.

ექსტრაქციუმი ნივთიერებების პრეპარატულ დანაწევრებას ვაწარმოებდით სვეტური ქრომატოგრაფიის ადსორბციული მეთოდით შემდეგი სორბენტების გამოყენებით:

- L 40/100მკმ მარკის სილიკოგელით (ჩეხეთი)
- პოლიამიდი «Woelm» (გერმანია)
- სეფადექსი LH-20 (შვედეთი)

ქრომოგრაფიულ კოლონაში ელუირებას (სილიკოგელი, პოლიამიდი, სეფადექსი) ვახდენდით ქლოროფორმით და სპირტით,

რომელიც შეცავდა ეთილის სპირტს სხვადასხვა კონცენტრაციებით (1 %, 2 %, 3 %, 5 %, 7 %, 10 %, 12 %, 15 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %). მიღებული ნივთიერებების ფრაქციათა რექრომატოგრაფიას ვახდენდით პოლიამიდზე სპირტისა და წყალის ნარევის სხვადასხვა ულუფების (100:0; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 30:70, 0:100) გამოყენებით. ამასთან ნივთიერებების ეფექტური დანაწილება და გაწმენდა შესაძლებელი გახდა მოხსენიებული სორბენტების და გამხსნელთა შესაბამისი სისტემების გამოყენების თანმიმდევრული მონაცვლეობით (ქლოროფორმი - ეთილის სპირტი, ეთილის სპირტი - წყალი სხვადასხვა ულუფებით).

### 2.6.1. ბადრიჯანი

ბადრიჯნის საკვები ნაწილი მდიდარია თითქმის ყველა სახის ვიტამინებით, მიკრო და მაკრო ელემენტებით, ამინომჟავებით. მოზრდილი ადამიანის ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად შეუცვლელია შემდეგი ამინომჟავები: ვალინი, იზოლეიცინი, ლიზინი, მეთიონინი, თრეონინი, ტრიპტოფანი, ხოლო ბავშვებისათვის ამათთან ერთად არის არიგონინი და ჰისტოლინი. ყველა ეს ამინომჟავა არის ბადრიჯანში.

ბადრიჯნის ფოთლები შემცველია გლიკოალკალოიდების, რაც შეეხება ნაყოფებს აქ არის ძალიან სუსტი კვალის სახით.

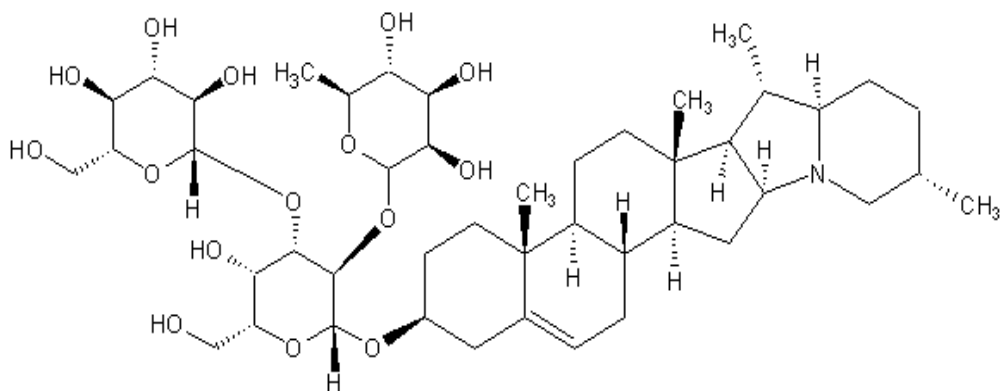
ბადრიჯნის ნაყოფების ქიმიური შედგენილობაა: ცილები, შაქრები (გლუკოზა, ფრუქტოზა, საქაროზა), მიკროელემენტები (თუთია, სპილენძი, მანგანუმი, რკინა) მაკროელემენტები: კალციუმი, კალიუმი, მანგანუმი; ორგანული მჟავები (ლიმონის, ვაშლის, მჟაუნმჟავას). მთრიმლავი ნივთიერება 5 დღის ნაყოფში 10,8 მგ/კგ და 20-40 დღის ნაყოფში - 1,7გ/კგ.

გლიკოალკალოიდის მჟავა ხსნარი დადებით რეაქციას იძლევა ალკალოიდების ზოგად დამლექ რეაქტივებთან.

აგლიკონის სპირტიანი ხსნარი, მიღებულია ბადრიჯნის ფოთლების გლიკოალკალოიდიდან ჰიდროლიზით, დალექილია დიმიტონინით.

გლიკოალკალოიდის შემცველობა ბადრიჯნის ფოთლებში ძალზე მცირეა და უფრო ღრმად კვლევები ჩვენ ვერ შევძელით აქედან გამომდინარე.

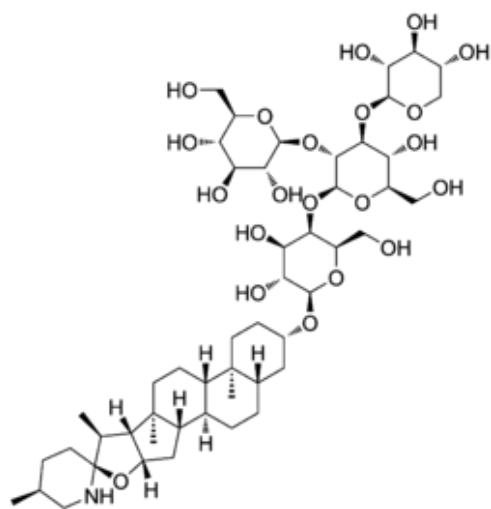
როგორც გვიჩვენა წინასწარმა თვისებითმა რეაქციამ, უფრო მდიდარი გლიკოალკალოიდის შემცველობის მხრივ არის ბადრიჯნის გარსი. ამიტომ გადავწყვიტეთ კვლევების გაგრძელება ამ მიმართულებით.



გლიკოალკალოიდი სოლანინი (ბადრიჯანი)

მიღებული გლიკოალკალოიდი შევისწავლეთ ქაღალდის ქრომატოგრაფიის მეთოდით. მოძრავ ფაზად გამოვიყენეთ: N - მეთანოლი - ძმარმჟავა - წყალი (4:1:1). ქაღალდზე შევიტანეთ გლიკოალკალოიდის 1%-იანი სპირტიანი ხსნარი. მოწმის სახით გამოყენებული გვექონდა სოლანილის და ტომატინის ხსნარები.

გამომშრალი ქრომატოგრაფის ქაღალდის გამჟღავნებას ვახდენდით დრაგენდროფის რეაქტივით.



ტომატინი (ბადრიჯანი)

ცხრილი 12. გარდაბნის რაიონ სოფელ ფონიჭალაში შეგროვილი ბადრიჯნის ფოთლებიდან მიღებული გლიკოალკალოიდების შესწავლა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდით

საკვლევი ობიექტი	სინამე	გლიკოალკალოიდის შემცველობა	გლიკოალკალოიდის დაყოფა ქრომატოგრაფიით ქალაღზე და Rf-ის მნიშვნელობა	
			გლიკოალკალოიდების ჯამი	მოწმის სახით შეტანილი სუფთა ინდივიდების მოწმეები
ბადრიჯანის ფოთლები და ნაყოფი	7%	0,07%	1 ლაქა Rf – 3,60  2 ლაქა Rf – 0,40	სუფთა ინდივიდი გლიკოალკალოიდი სოლანინი (C <sub>45</sub> H <sub>73</sub> NO <sub>15</sub> ) Rf – 0,3 სუფთა ინდივიდი გლიკოალკალოიდი ტომატინი (C <sub>50</sub> H <sub>83</sub> NO <sub>21</sub> ) Rf – 0,4

ბადრიჯანის გლიკოალკალოიდის ქრომატოგრამაზე გარდა ლაქისა, რომელიც შეფერადებული იყო მუქ ყავისფრად მიღებულ იქნა ლაქა, რომელიც განიცდიდა ფლუორესცირებას ულტრაიისფერ სხივებში [86] .

სავარაუდოდ, ჩვენს მიერ ბადრიჯანის ფოთლებიდან გამოყოფილ იქნა ორი გლიკოალკალოიდი;

ბადრიჯანის ფოთლებში და ნაყოფის კანში ნაპოვნია გლიკოალკალოიდების კვალი, რაც შეეხება ნაყოფებს აქ არის სოლანინი ძალიან სუსტი კვალის სახით.

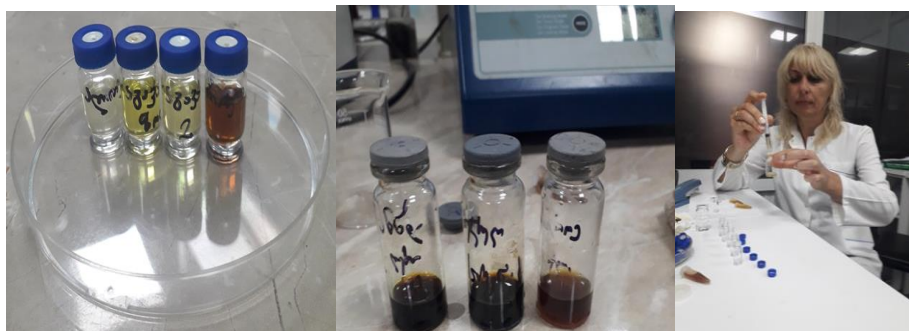
ბადრიჯანის ფოთლები შეიცავს 0,07% გლიკოალკალოიდს, აბსოლუტურ მშრალ მასალაზე გადაანგარიშებით (ფოთლებში სინამე 7%-ია).

აღებული გვექონდა გარდაბნის რაიონის სოფ. სართიჭალაში მოზარდი ბადრიჯანი, რომელსაც ჩაუტარდა წინასწარი კვლევები. მასში სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობაზე.

## 2.6.2. აირ-სითხური ქრომატოგრაფია

ალოეს, საბრი (ლათ. Aloe), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძემვის (Paliurus spina-christi), ბადრიჯანის (Solanum melongena L) და ანწლის (Sambucus) ნიმუშების ქრომატოგრაფირება მოხდა სითხური ქრომატოგრაფით Waters Acquity UPLC/H Class (PDA Detector), სპექტროფოტომეტრით Beckman.

ქრომატოგრაფია არის ნივთიერებების ნარევების გამოყოფის მეთოდი. რაც ეფუძნება მათ მრავალჯერად გადანაწილებას ორ კონტაქტურ ფაზას შორის, რომელთაგან ერთი უმოძრაოა, ხოლო მეორეს მოძრაობის მუდმივი მიმართულება აქვს. განცალკევების მექანიზმით, განასხვავებენ ადსორბციულ, გამანაწილებელ, იონგაცვლით და ქრომატოგრაფიის სხვა სახეებს.



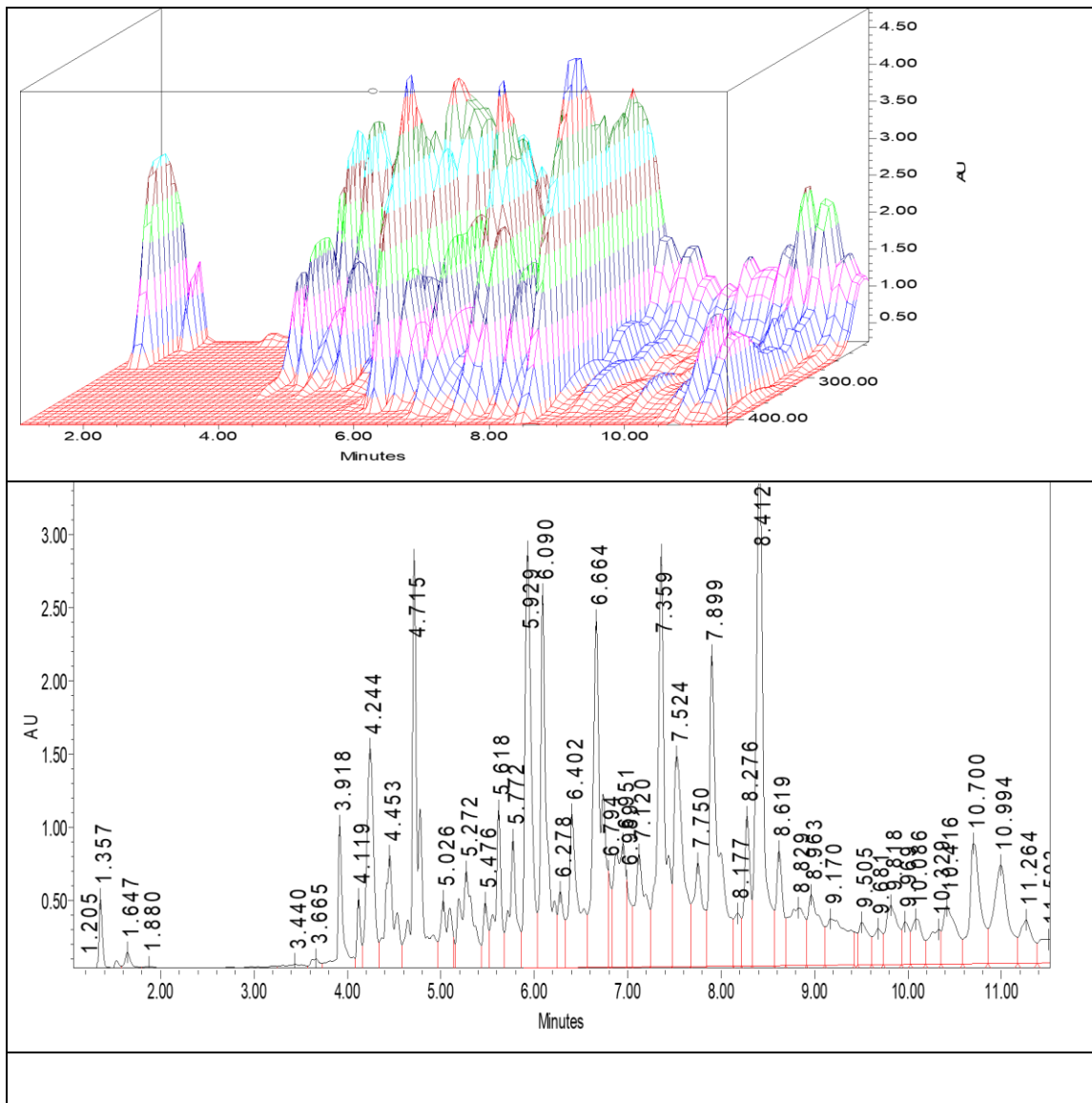
სურათი 23. ნიმუშები ქრომატოგრაფირებისთვის

აღებულ იქნა ნედლი ნიმუშების 10–20გ. ექსტრაქცია განხორციელდა 80% მეთანოლით, ჯერადად (საანალიზო ნივთიერებების სრულად ექსტრაგირებისათვის). ექსტრაქციის პორობა - ნიმუშის ჰომოგენიზირება ჰომოგენიზატორის გამოყენებით და ექსტრაქცია ულტრაბგერით აბაზანაში (30 წთ).

მიღებული ექსტრაქტების გაერთიანებისა და გაფილტვრის შემდეგ მოვახდინეთ დაკონცენტრირება მშრალ მასამდე (ვაკუუმამაორთქლების გამოყენებით). შემდეგ ეტაპზე მოვახდინეთ მიღებული მშრალი



კონცენტრატის დამუშავება ქლოროფორმით (ქლოროფილის პიგმენტების მოსაცილებლად) და გასუფთავებული მასა გავხსენით 100 %-იან მეთანოლში (1000 მკლ). ნიმუში ქრომატოგრაფირებისათვის იფილტრება 0,45 მიკრონი ზომის მემბრანულ ფილტრში და ექვემდებარება ქრომატოგრაფირებას.



სურათი 24. ხეჭრელის ქრომატოგრამა

ქრომატოგრაფირება განხორციელდა Waters Acquity UPLC/H Class (PDA Detector) ფირმის ქრომატოგრაფის გამოყენებით.

მობილური ფაზა - 1% ჭიანჭველმჭავა და 1% ჭიანჭველმჭავა მეთანოლი.

ამ მეთოდის ინფორმაციული მნიშვნელობის მიუხედავად, იგი ფართოდ არ გამოიყენება სამკურნალო მცენარეული მასალებისა და ანთრაცენწარმოებულების შემცველი პრეპარატების სტანდარტიზაციის თვალსაზრისით.

რუსეთის ფედერაციის სახელმწიფო ფარმაცოპეის მე -13 გამოცემაში არ აისახა ანთრაცენწარმოებულების შემცველი სამკურნალო მცენარეული მასალების კვლევა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიით.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს ქრომატოგრაფიული მეთოდების შემდეგი უპირატესობები:

დაყოფა დინამიკურია, ამასთანავე, დასაცილებელი კომპონენტების სორბცია-დესორბციის პროცესები მრავალჯერ მეორდება. ამით არის განპირობებული ქრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდის მნიშვნელოვნად მაღალი ეფექტურობა სორბციის და ექსტრაქციის სტატიკურ მეთოდებთან შედარებით.

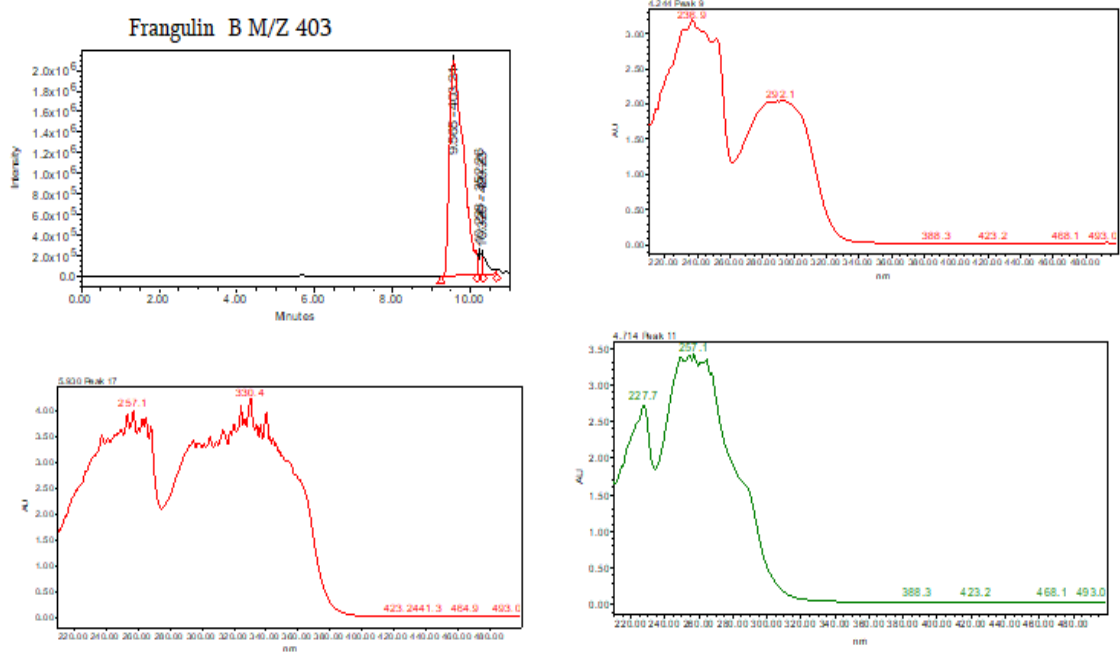
ნივთიერებათა ნარევის დაცილებაზე გავლენას ახდენს სორბენტების და მოძრავი ფაზის ხვადასხვა ტიპის ურთიერთქმედება: ფიზიკურიდან - ჰემოსორბციულამდე. ამიტომ ქრომატოგრაფიული მეთოდი შესაძლებელს ხდის გამოვაცალკევოთ ნარევიდან ნივთიერებების ფართო სპექტრი.

გამოსაყოფ ნივთიერებებზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა დამატებითი ველი (გრაფიტაციული, ელექტრო, მაგნიტური და ა.შ.), რომლებიც დაცილების (გამოცალკევების) პირობების შეცვლით, აფართოებენ ქრომატოგრაფიის მეთოდის შესაძლებლობებს.

ქრომატოგრაფია ჰიბრიდული მეთოდია, ის ახდენს რამდენიმე კომპონენტის ერთდროულად გამოყოფას და განსაზღვრის კომბინირებას.

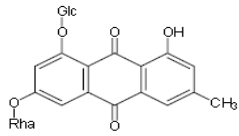
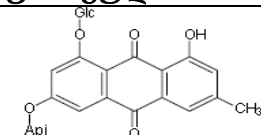
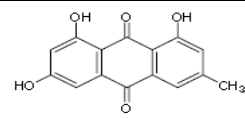
ქრომატოგრაფია საშუალებას გვამლევს გადავჭრათ როგორც ანალიზური პრობლემები (გამოყოფა, იდენტიფიკაცია, განსაზღვრა), ასევე მოსამზადებელი (გასუფთავება, იზოლირება, კონცენტრირება). ამ

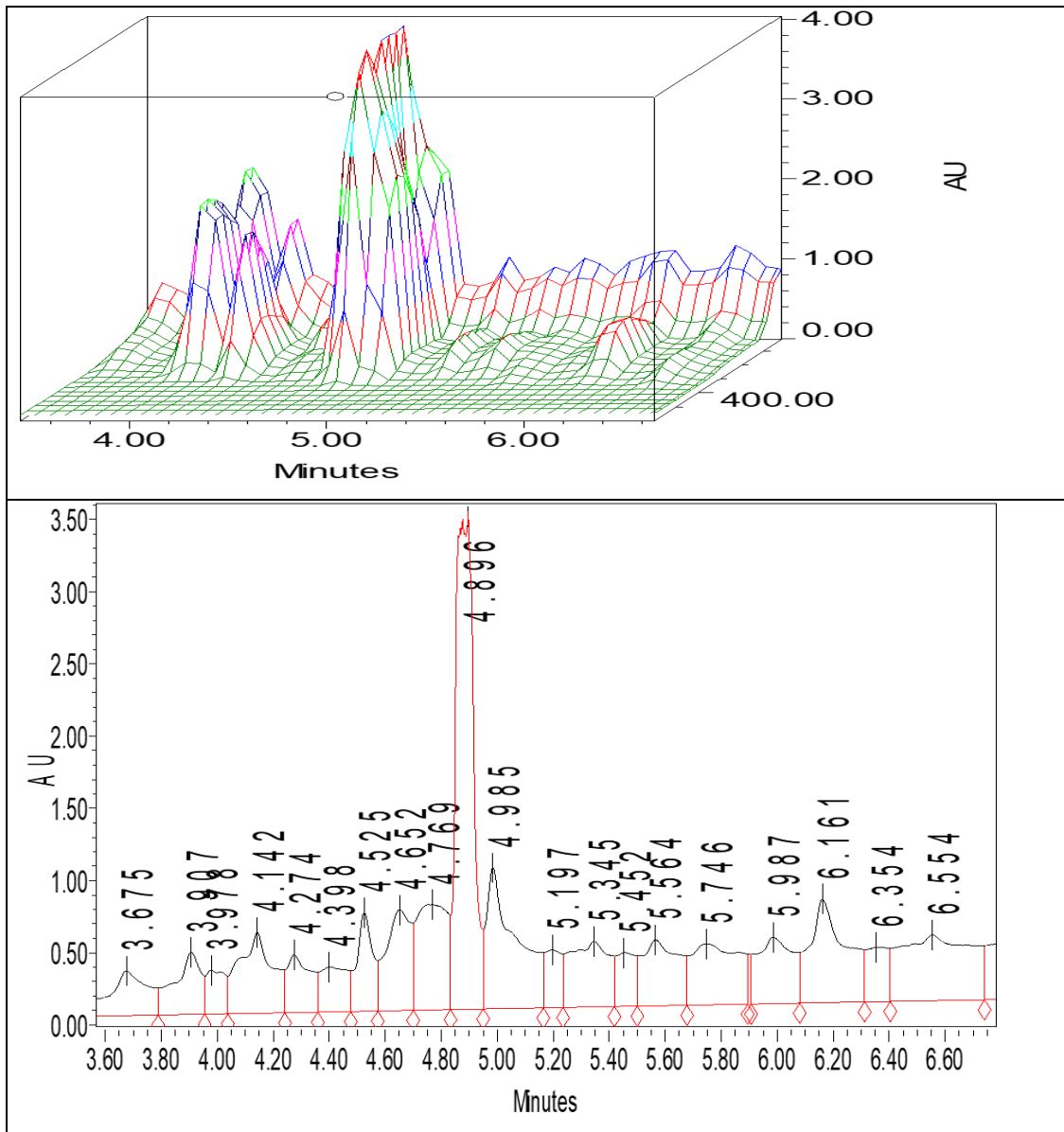
ამოცანების ამოხსნა შეიძლება გაერთიანდეს მათ "on line" რეჟიმში შესრულებით.



სურათი 25. მცენარე ხეჭრელის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ფრანგულინ A, ფრანგულინ B, ემოდინი) ქრომატოგრამები

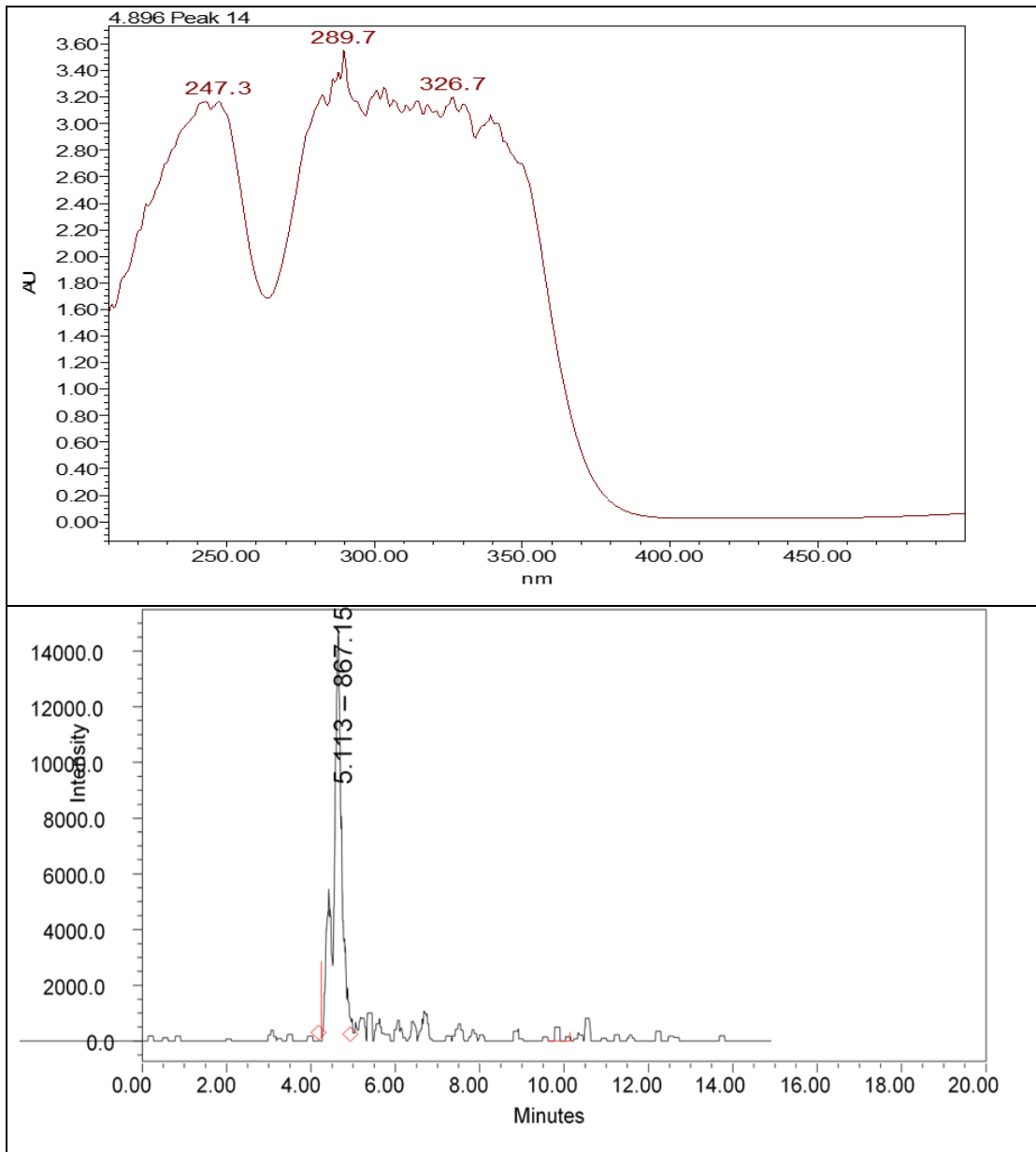
ხეჭრელიდან აღებულ ნიმუშებში სითხური ქრომატოგრაფიით იდენტიფიცირებულია შემდეგი ანთრაცენწარმოებულები.

№	დასახელება და ქიმიური ფორმულა	ემპირიული ფორმულა	M+	ლღობის ტემპერატურა °C
1.	 <b>ფრანგულინი A</b>	$C_{21}H_{20}O_9$	270 (M+ აგლიკონი)	227-230
2.	 <b>ფრანგულინი B</b>	$C_{20}H_{18}O_9$	270 (M+ აგლიკონი)	184-187
3.	 <b>ემოდინი</b>	$C_{15}H_{10}O_5$	270	254-255



სურათი 26. ზადრიჯანის ქრომატოგრამა

მიუხედავად ზემოთ აღნიშნულისა, ჩვენ მიგვაჩნია, ქრომატოგრაფიის ამ სახის შესაძლებლობები, საშუალებას იძლევა გადაჭრას ფიტოქიმიური ანალიზის ყველა პრობლემა. დაამტკიცოს მცენარეული ნედლეულის ნამდვილობა, გარკვეული სპეციფიკური კომპონენტების არსებობით. გამოაცალკევოს მინარევებისაგან, რაოდენობრივად განსაზღვროს ყველაზე მნიშვნელოვანი კომპონენტები ან მათი რაოდენობა.

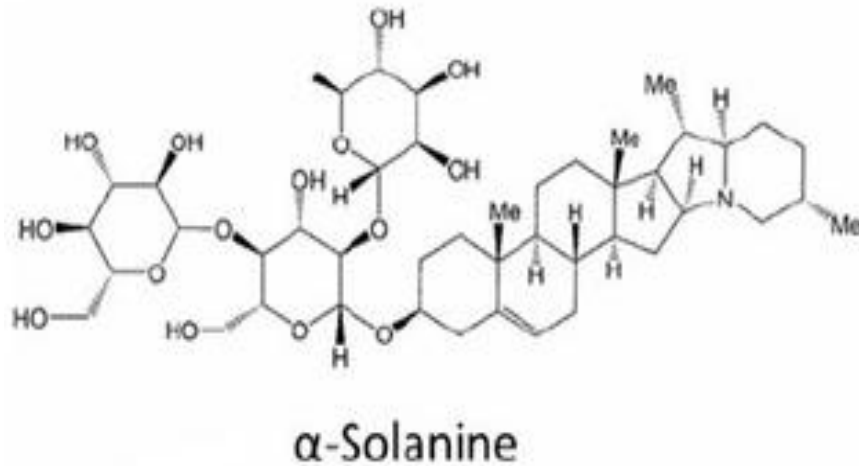


**სურათი 27. მცენარე ბადრიჯანის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (სოლანინი, ტომატინი) ქრომატოგრამები**

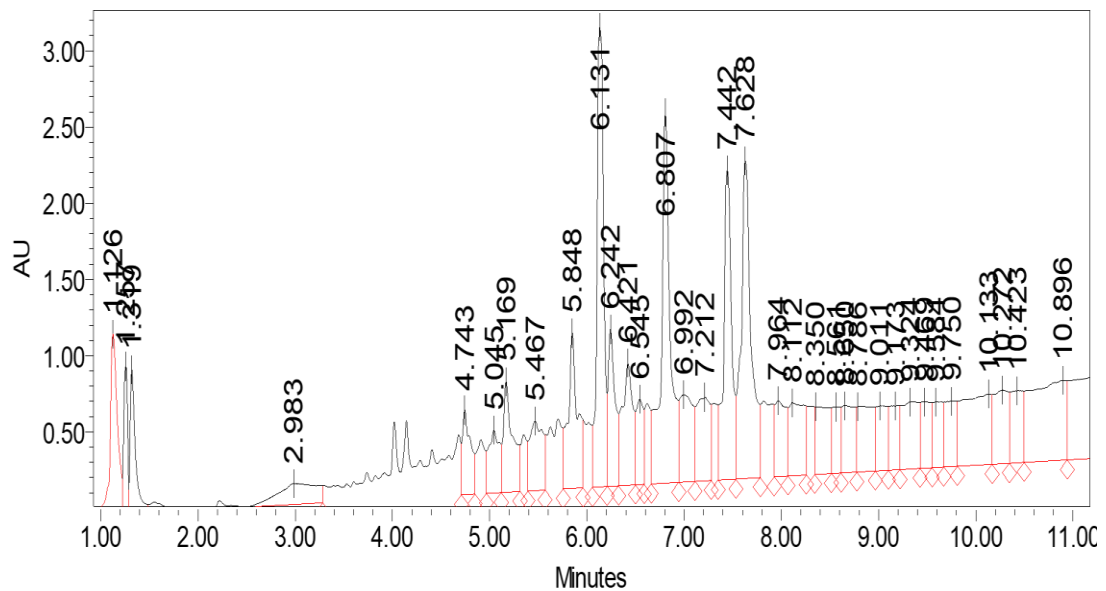
თვისებითი ანალიზი ჩატარდა ნივთიერებების შეკავების დროის რეგისტრაციით და სპექტრული თანაფარდობების შედარებით, როგორც შიდა სტანდარტული მეთოდის პირობებში, ასევე ცალკეული ნივთიერებების ხსნარების ქრომატოგრაფიულ სვეტში შეყვანით.

რაოდენობითი ანალიზი ჩატარდა იზოლირებული ცალკეული ნივთიერებების გამოყენებით - ფრანგულინის სამუშაო სტანდარტული ნიმუშების გამოყენებით.

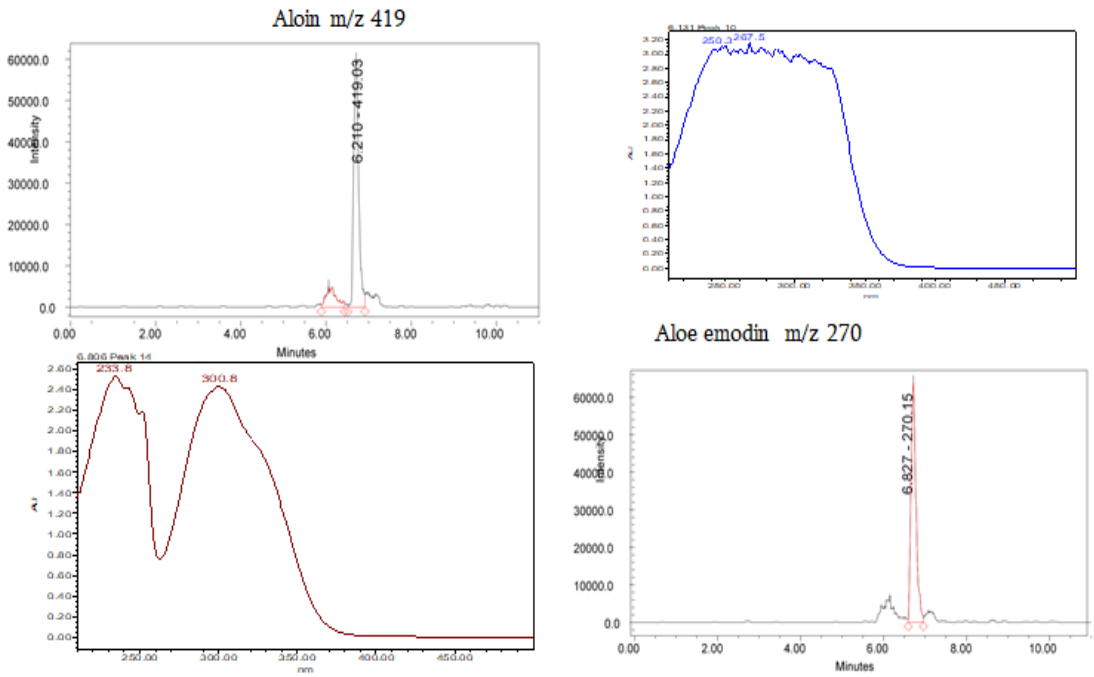
სითხური ქრომატოგრაფიით ბადრიჯანის ნიმუშში იდენტიფიცირებულია სოლანინი Solanin M/Z 867



ინდივიდუალური ნივთიერებების საიმედო იდენტიფიკაციისთვის გამოიყენება სტანდარტული ნიმუშები ან განისაზღვრება Rf და ხდება მიღებული მნიშვნელობის შედარება მოცემულ სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის ნორმატიულ დოკუმენტაციასთან.



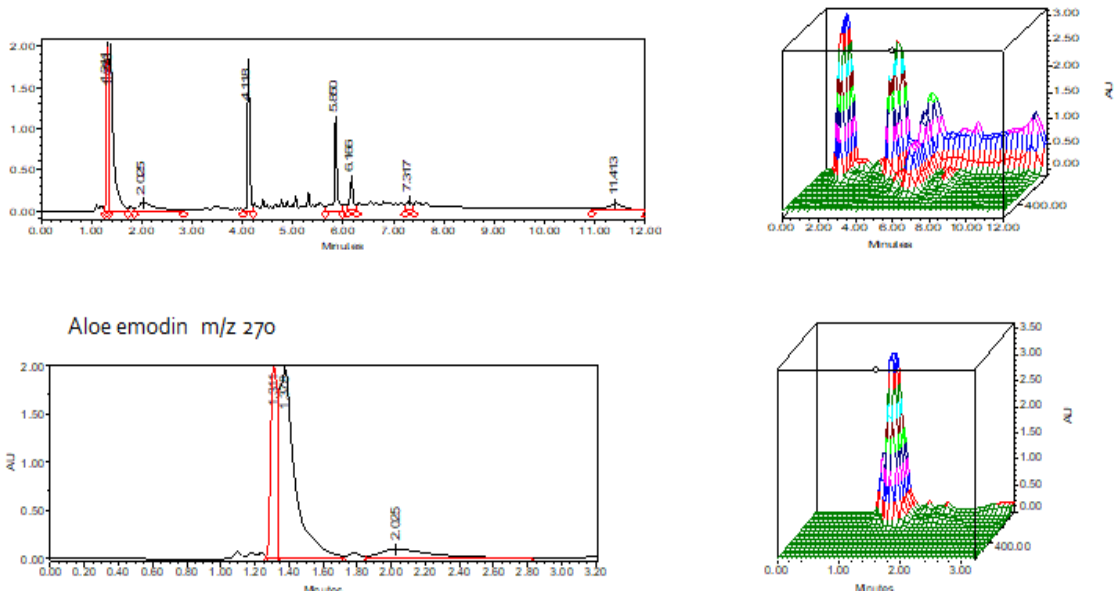
სურათი 28. ალოე ვერას ქრომატოგრამა



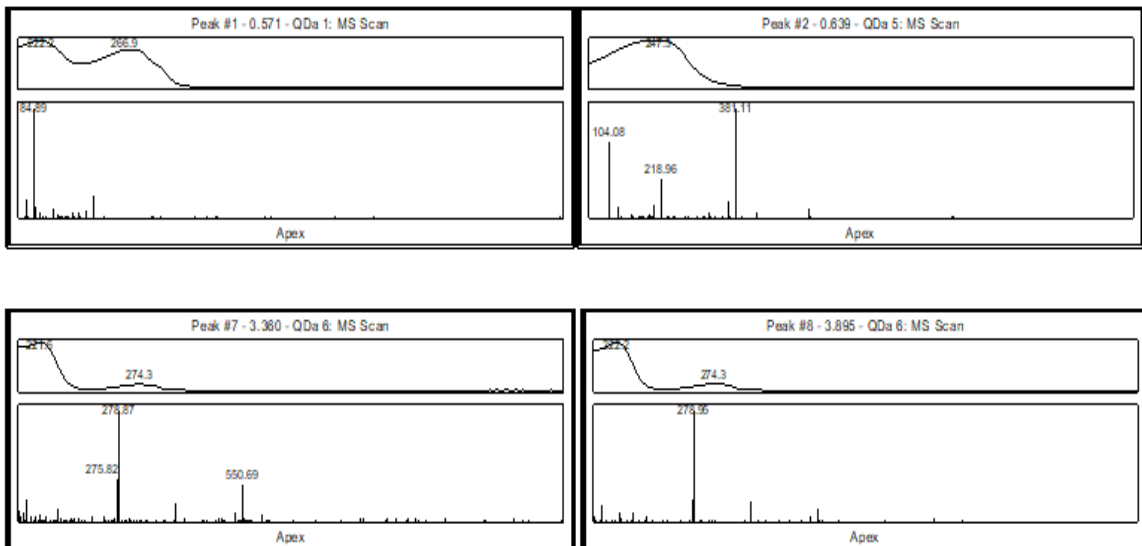
**სურათი 29.** მცენარე ალოე ვერას გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ფრანგულინ A, ფრანგულინ B, ალოე ემოდინი, ალიონი) ქრომატოგრამები

სითხური ქრომატოგრაფიით ალოე ვერას ნიმუშებში იდენტიფიცირებულია ალიონი და ალოე-ემოდინი

**აგავა**



**სურათი 30.** აგავას ქრომატოგრამა სითხური ქრომატოგრაფიით აგავას გამონაწვლილში იდენტიფიცირებულია ალოე-ემოდინი

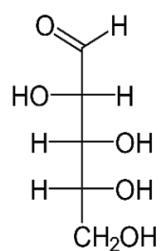


**სურათი 31. აგავას ქრომატოგრამა იდენტიფიცირებული ალოე-ემოდინი**

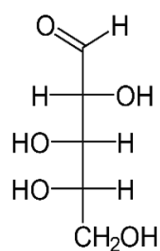
ალოე საბრი (ლათ. Aloe) ალოეში 250-მდე ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებაა. ხისმაგვარი ალოეს ფოთლების წვენი შეიცავს 2% ანთრაცენ წარმოებულებს. ესენი არიან ალოე - ემოდინი, C - ალოენ გლიკოზიდი, რომელიც ჰიდროლიზების დროს წარმოქმნის ემოდინს და არაბინოზას.

ალიონი გამოიყოფა ძარღვების მიმდებარედ არსებული კვანძების უჯრედებიდან. გროვდება ფოთლის კანის ქვეშ. კანსა და გელისებრ მასას შორის.

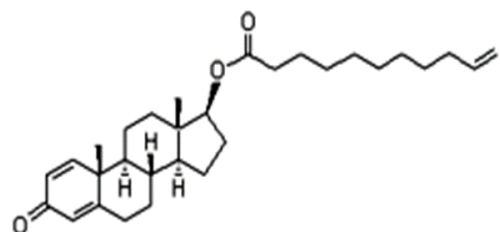
ალიონი (ბარბალონი) არის მოყვითალო-ყავისფერი, მწარე გემოს მქონე ნივთიერება. ალიონის პროცენტულობა 0.1-და 6.6%-მდეა, მშრალი ფოთლის წონაზე გადათვლით გამოდის 3-3,5%,



D-Arabinose



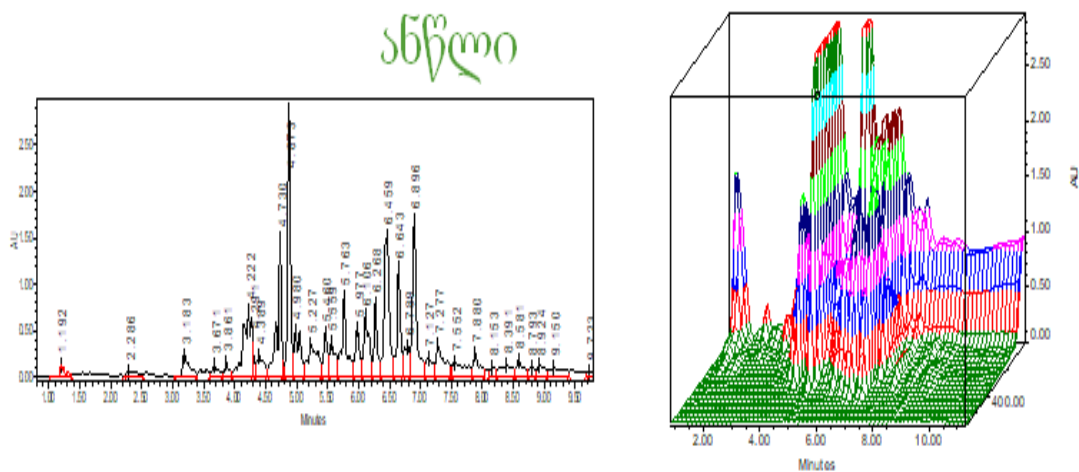
L-Arabinose



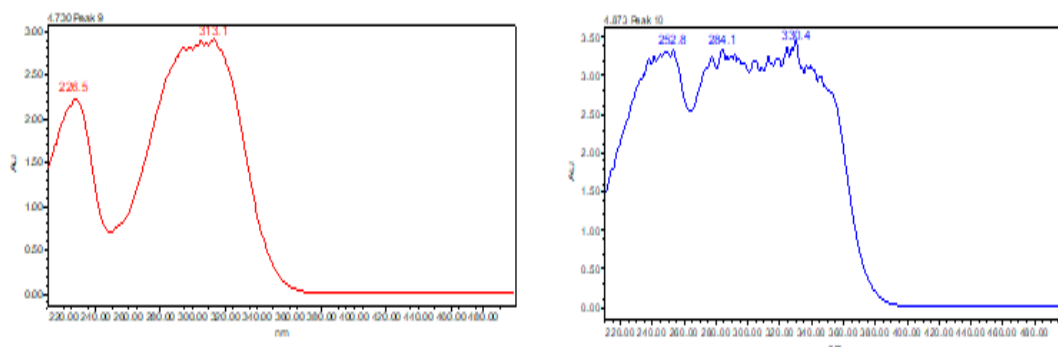
აშშ-ს FDA- მ, 2002 წლის მაისში, გამოაქვეყნა განცხადება, სადაც აღნიშნულია, რომ ალოეზე დაფუძნებული საფალარათო საშუალებები არ



არის უსაფრთხო, ამიტომ აშშ-ში ალიონშემცველი პრეპარატები გაიცემა მხოლოდ რეცეპტით.

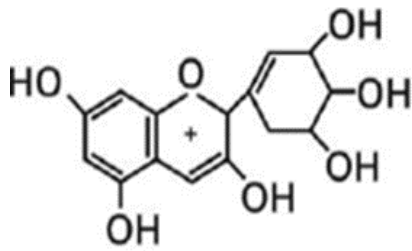


სურათი 32. ანწლის ქრომატოგრამა

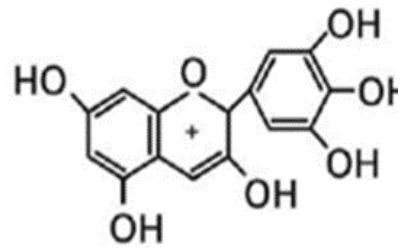


სურათი 33. მცენარე ანწლის გამონაწვლილში იდენტიფიცირებული ნივთიერებების (ციანიდინი, დელფინიდინი) ქრომატოგრამები

ანწლის შემადგენლობაში შემავალი ანთოციანიდები არის ციანიდინისა და დელფინიდინის, მათი გლიკოზიდების წარმოებულები: ციანიდინი-3-რუტინოზიდი, ციანიდინი-3-მონოგლუკოზიდი, დელფინი-დინ-3-რუტინოზიდი, დელფინიდინ-3-მონოგლუკოზიდი. ქვემოთ მოცემულია ციანიდინისა და დელფინიდინის ანთოციანიდინის (აგლიკონის) სტრუქტურული ფორმულები:

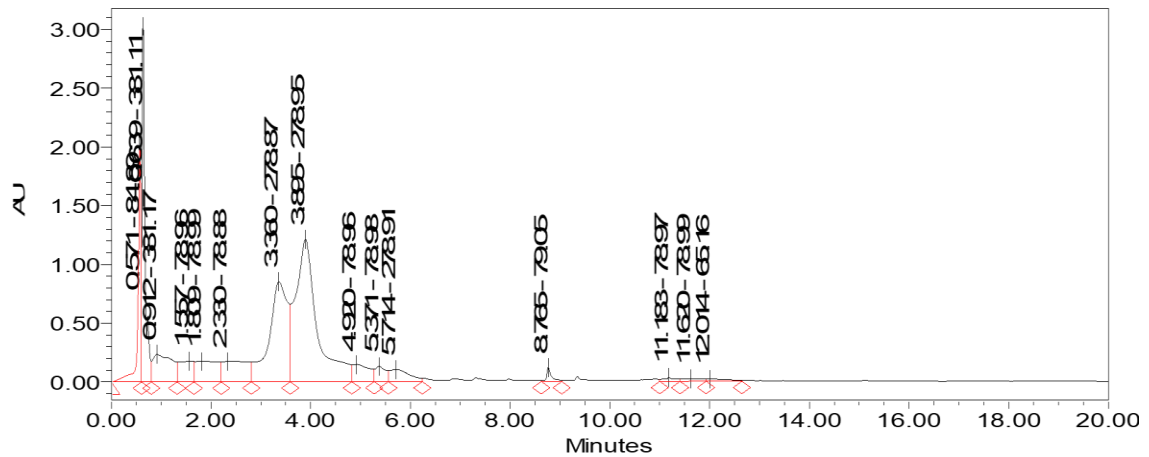


ციანიდინი

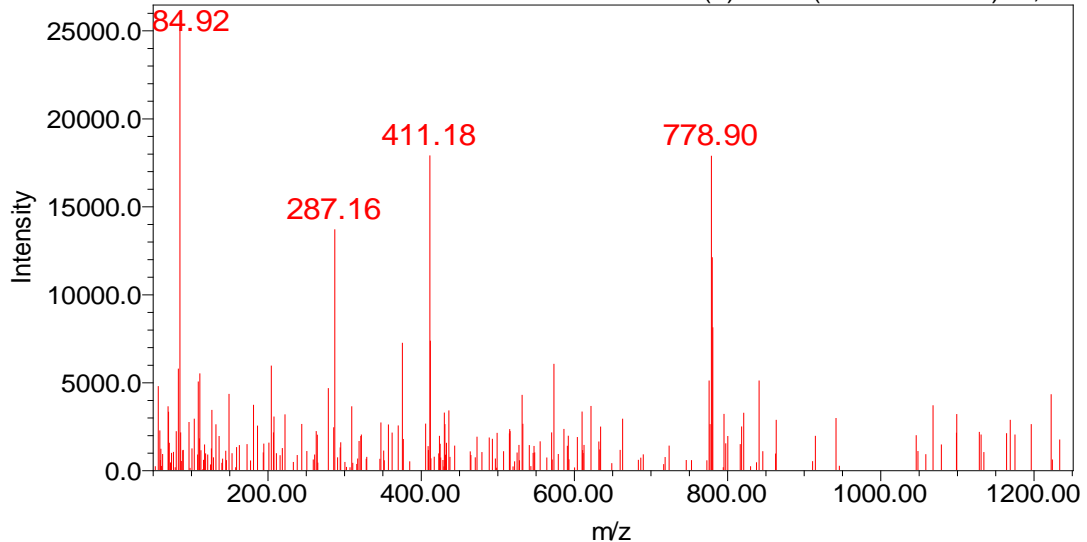


დელფინიდინი

ყველა ბუნებრივ ანთოციანინის ქიმიური სტრუქტურა განსაზღვრავს მათ სპეციფიკურ სპექტრის შთანთქმას ორი მაქსიმუმით 250 ... 300 და 500 ... 550 ნმ.



8.843 Peak 1 - QDa 1: MS Scan 1: QDa Positive(+) Scan (50.00-1250.00)Da, Centric



### სურათი 34. ბეჭდის ქრომატოგრამა

ანთოციანები ადვილად იხსნება მჟავებში, სპირტში, წყალში, ეთერებში და სხვა გამხსნელებში. ჰიდროლიზის შედეგად (მჟავებთან

დუღილისას) ანთოციანები იშლება სხვადასხვა ტიპის შაქრებად, რომლებიც მონაწილეობენ გლიკოზიდების და ანტოციანიდების წარმოქმნაში [87] .

### 3. დასკვნა

1. დადგინდა მცენარეების: ალოეს, საბრი (ლათ. Aloe), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძეძვის (Paliurus spina-christi), ბადრიჯანის (Solanum melongena L) და ანწლის (Sambucus) საქართველოში გავრცელების არეალი და შერჩეული მცენარეების რიცხვითი მაჩვენებლები, ტრანსფორმაციული პროცესების შესაძლებლობა მცენარეული მასალების გამოშრობის, შენახვის ან დამუშავების დროს;
2. მოვახდინეთ: მსოფლიო სახელმწიფო ფარმაცოპეებში მოცემული, ანთრაცენწარმოებულების შემცველი მცენარეული ნედლეულის შედარებითი ანალიზი.
3. მოვახდინეთ ალოეს, საბრი (ლათ. Aloe), ხეჭრელასებრნის (Rhamnaceae): ხეჭრელი (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძეძვის (Paliurus spina-christi), ბადრიჯანის (Solanum melongena L) და ანწლის (Sambucus) ანთრაგლიკოზიდების ექსტრაქცირება მაცერაციის, მოდიფიცირებული მაცერაციის, პერკოლიაციის, ბორნტრეგერის მეთოდებით; აგლიკონების მისაღებად გამოვიყენეთ ფერმენტული და მჟავური ჰიდროლიზი.
4. მოვახდინეთ იმერეთის სოფელ მაღალაურიდან და შიდა ქართლის სოფელ სკრადან აღებული ხეჭრელის (Frangula alnus), ხეშავის - ჟოსტერი (Rhamnus cathartica), ძეძვის (Paliurus spina-christi) ქერქის და მერქნის ნიმუშებიდან ინდივიდუალური ნივთიერებების გამოყოფა.
5. ქიმიური შემადგენლობის შესწავლის შედეგად, თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზის მეთოდებით, აგრეთვე ქრომატოგრაფიული მეთოდებით, გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია ინდივიდუალური ნაერთები:
  - ა) ხეჭრელის (Frangula alnus) ქერქში იდენტიფიცირებულია შემდეგი ნივთიერებები: ფრანგულა ემოდინის 6-O- $\alpha$ -L- რამნოპირანოზიდის (ფრანგულინი A)  $C_{21}H_{20}O_9$  კრისტალები: ლღობის ტემპერატურა 227-

230°C, შეფერილობა - ფორთოხლისფერი, (სპირტწყალი); ბ) ფრანგულა ემოდინის 6-O-β-O-აპიოფურანოზიდი (ფრანგულინი B).  $C_{20}H_{18}O_9$ , (სპირტწყალხსნარი). კრისტალები ფორთოხლისფერია M + აგლიკონი 270 (30%), 256 (100%), ლღობის ტემპერატურა 184-187°C; გ) ემოდინი (1,6,8-ტრიჰიდროქსი-3-მეთილანტრაქინონი)  $C_{15}H_{10}O_5$  ნემსისებრი, ფორთოხლისფერი კრისტალებია;

6. იდენტიფიცირებულია ანწლის შემადგენლობაში შემავალი ანტოციანიდები ციანიდინისა და დელფინიდინის, მათი გლიკოზიდების წარმოებულები: ციანიდინი-3-რუტინოზიდი, ციანიდინი-3-მონოგლუკოზიდი, დელფინიდინ-3-რუტინოზიდი, დელფინიდინ-3-მონოგლუკოზიდი;
7. მოვახდინეთ სპირტ-წყალხსნალური ექსტრაქტების კომპონენტური შემადგენლობის შედარებითი შესწავლა;
8. დადგინდა ჩვეულებრივი ძეძვის (ლათ. *Paliurus spina-christi*) მერქნის და ქერქის ქსოვილის ქიმიური შემადგენლობა; მერქნის კომპონენტებიდან ორგანული ნივთიერებების წილი თითქმის 97%-ია, და არაორგანული ნივთიერებების - 3%-მდე. მეტალების მარილები (მცენარის სითხეებში გახსნილი ან ფისებში, პექტინებში) - დაახლოებით 1 %; ტერპენები - გვხვდება კვალის სახით; ალიფატური სპირტები და სტერინები 0.1%; ფენოლური ნაეთები - 25 %.
9. ხეშავიდან გამოყოფილია: გლუკოფრანგულინი A, ფრანგულინი, ფრანგულაემოდინი. ბადრიჯანის ფოთლებში და ნაყოფის კანში ნაპოვნია გლიკოალ-კალოიდების კვალი, რაც შეეხება ნაყოფებს აქ არის სოლანინი ძალიან სუსტი კვალის სახით. ბადრიჯანის ფოთლები შეიცავს 0,07% გლიკოალკალოიდს, აბსოლუტურ მშრალ მასალაზე გადაანგარიშებით (ფოთლებში სინამე 7%-ია).
10. მერქნიდან გამოცალკევებული, ექსტრაქტული ნივთიერებები განისაზღვრება ჯგუფებად, მაექსტრაჰირებელი აგენტის ტიპის მიხედვით:

11. დადასტურდა, რომ ტუტესთან ურთიერთქმედებისას, ფერი ჩნდება მხოლოდ ანთრაცენწარმოებულების დაჟანგულ ფორმებში.
12. ანთრაცენწარმოებულების აღდგენილი ფორმები არ იძლევა მკაფიო რეაქციას NaOH-სთან და მათი გამოვლენისთვის აუცილებელია წინასწარ დაჟანგვის ჩატარება;
13. მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიით ალოე ვერას ნიმუშებში იდენტიფიცირებულია ალიონი და ალოე-ემოდინი; აგავას გამონაწვლილში იდენტიფიცირებულია ალოე-ემოდინი; ანწლის შემადგენლობაში შემავალი ანთოციანიდები ციანიდინი და დელფინიდინი; მცენარე ხეჭრელის გამონაწვლილში ფრანგულინ A, ფრანგულინ B, ემოდინი.
14. თხელფენოვანმა ქრომატოგრაფიამ აჩვენა, რომ ხეჭრელას ქერქის ანთრაგლიკოზიდი არის ფრანგულინი A. ფრანგულინ B და ფრანგულა-ემოდინი, რომლებიც ასევე ნაპოვნია ქერქის სპირტწყალხსნარის ექსტრაქტის ქრომატოგრამაზე.
15. ანთრაცენწარმოებულებს აქვთ განსაზღვრული ლლობის ტემპერატურა. გახურებისას  $210^{\circ}\text{C}$  ანთრაცენწარმოებულები სუბლიმირდება, რაც გამოიყენება მათ გამოსაყოფად მცენარეული ნედლეულიდან.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. European Pharmacopoeia. 4-th Ed. Rockville: United States Pharmacopoeial Convention, Inc., 2002. P. 1224-1225.
2. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19.03.2019 N 10 "Об актуализированном Информационном справочнике понятий, применяемых в рамках Евразийского экономического союза в сфере обращения лекарственных средств" [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/textreg/deptextreg/LS1/Pages/p\\_harm\\_glossary\\_new.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/textreg/deptextreg/LS1/Pages/p_harm_glossary_new.aspx) ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 1-4. М.; 2018.
4. Государственная фармакопея Республики Беларусь. II изд. Т. 2. Минск: Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; 2016.
5. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Астана: Жибек жолы; 2015.
6. European Pharmacopoeia. 9th ed. Strasbourg: EDQM; 2018.
7. British Pharmacopoeia. V. 4. London; 2018.
8. United States Pharmacopeia USP 41-NF 36.
9. Sakulpanich, A. Determination of Anthraquinone Glycoside Content in Cassia fistula Leaf Extracts for Alternative Source of Laxative Drug. A. Sakulpanich, W. Gritsanapan. International Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences. 2009. Vol. 3, No. 1. P. 42-45.
10. Шмыгарева, А.А. Сравнительное фармакогностическое исследование крушины ломкой и крушины слабительной: дис. канд. фарм. наук: 14.04.02. Шмыгарева Анна Анатольевна. М., 2012. 190 с.
11. British Pharmacopoeia Commission Secretariat, part of the Medicines and Healthcare products Regulatory Agency, 2009.
12. Dave, H. A review on anthraquinones isolated from Cassia species and their applications. H. Dave, L. Ledwani. Indian Journal of Natural Products and Resources. 2012. Vol. 3, No. 3. P. 291-319.
13. Пустырский, И.Н. Прохоров И.Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений. М.: Махаон, 2000. С. 138-139; С. 169-172.
14. Правдивцева, О.Е. Исследование динамики накопления флавоноидов и антраценпроизводных в зверобоя траве. Материалы конференции «Фармация и общественное здоровье». Екатеринбург, 2008. С. 262-264.
15. ANTIGENOTOXIC PROPERTIES OF PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL FRUITS AND THEIR ACTIVE COMPOUNDS <https://cyberleninka.org/article/n/105669> ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.
16. Paliurus spina-christi Mill. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2544155> ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.

17. Brantner A., Maleš Ž., +1 author Antolić A. Antimicrobial activity of *Paliurus spina-christi* Mill. (Christ's thorn). Published 1996 *Medicine Journal of ethnopharmacology*.
18. Kenjeric DANIELA1, Primorac LJILJANA1, Bubalo DRAGAN2, Čačić FRANE3, Corn IVAN1. Palynological and physicochemical haracterisation of Croatian honeys - christ's thorn (*Paliurus spina christi* Mill.) Honey. January 2008 *Journal of Central European Agriculture* 9(4):689-696
19. *Paliurus spina-christi* Miller <https://eol.org/pages/483094> ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.
20. A.A. Shmygareva, V.A. Kurkin, A.N. Sankov. Validated high-performance liquid chromatography method for quantitative determination of anthracenderivatives in decoction, syrup and water-alcohol extract of *Rhamnus cathartica* L. fruits. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical research*. 2016. №8, (4). P.683-685.
21. R. Liu, A. Li, A. Sun. Preparative isolation and purification of hydroxyanthraquinones and cinnamic acid from the Chinese medicinal herb *Rheum officinale* Bill. by high-speed counter-current chromatography. *Journal of Chromatography A*. 2004. Vol. 1052. P. 217–221.
22. Машковский М. Д. Лекарственные средства М. т. 1,2; 2005.
23. Безчаснюк Е.М., Дяченко В.В., Кучер О.В., «Процесс экстрагирования из лекарственного растительного сырья». *Фармаком* 1. 2003.
24. Ebel, S. Differenzierte Bestimmung von Anthrachinonderivaten und Glycosiden. *Planta Medica*. 1977. Vol. 32, No. 1. P. 27-29.
25. Dave, H. A review on anthraquinones isolated from *Cassia* species and their applications. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2012. Vol. 3, No. 3. P. 291-319.
26. В.Н. Тихонов, Г.И. Калинкина, Е.И. Сальникова. Лекарственные растения, сырье и фитопрепараты Учебное пособие. Часть II. Томск, 2004. С. 18-20.
27. Самылина, И.А. Фармакогнозия. Атлас. учебное пособие: в 2-х томах. М.: Издательская группа «ГЕОТАР- Медиа», 2007. Том 2. 384 с.
28. აიტი მედიკოს სტუდენტებისა და დოქტორანტებისათვის <http://edu.medgeo.net> ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.
29. Глоба И. И., Ламоткин С. А. Хроматографические и спектральные методы анализа. учеб. пособие для студентов специальности «Физико-химические методы и приборы контроля качества продукции» и химикотехнологических специальностей. Минск. БГТУ, 2008. – 352 с.
30. Айвазов, Б. А. Введение в хроматографию: учеб. Пособие. М.: Высш. шк., 1983. – 240 с.
31. Вилков, Л. В. Физические методы исследования в химии. труктурные методы и оптическая спектроскопия: учеб. М.: Высш. шк., 1987. – 359 с.
32. Племенков В. В. Введение в химию природных соединений. Казань: 2001.



33. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В, Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений. учебник для студ. Вузов. 2-е изд. М. Академия, 2007.
34. CLSI, Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically, Approved Standard, 9th ed., CLSI document M07-A9. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA, 2012.
35. Тихомирова Л.И., Базарнова Н.Г., Ильичева Т.Н., Мартиросян Ю.Ц. Получение растительного сырья ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) методами биотехнологии. Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 235-245.
36. Paiva P.M.G., Gomes F.S., Napoleão Th. Antimicrobial activity of secondary metabolites and lectins from plants. *Curr Res Technol Educ Top Appl Microbiol Microb Biotechnol*. 2010. P.
37. Takkellapati S., Li M., Gonzalez M. A. An overview of biorefinery-derived platform chemicals from a cellulose and hemicellulose biorefinery. *Clean Technol. Envir.*, 2018, Vol. 20.
38. გელოვანი ნ., სხილაძე რ. მრგვალი ფშუკუნას (*bovista nigrescus* (pers)) ქიმიური შესწავლა. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, ტ.7, (4), 425-428 (2007).
39. გელოვანი ნ., ცინცაძე თ., წიქარიშვილი ხ., გველესიანი ი., ლულუნიშვილი დ. საქართველოში გავრცელებულ ქონდარში (*Satureia Laxiflora* C. Koch) მინერალური კვების ელემენტების პროცენტული შემცველობის განსაზღვრა. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, თბილისი. ტ.11, #4, გვ. 465-468. 2011.
40. Новицкая Ю.Е., Габукова В.В. Биохимический состав сосновой коры. Изучение химического состава коры хвойных и ее использование в целлюлозно-бумажном производстве. Петрозаводск, 1987. С. 5–15.
41. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений: в 2-х т. М., 1986. Т. 1. 393 с.
42. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1991. 321 с.
43. ჩვეულებრივი ძეძვი – სამკურნალო მცენარე <https://agrokavkaz.ge/samkurnalo-mcenareebi/chveulebrivi-dzedzvi-samkurnalo-mtsenare.html> ბოლოს გადამოწმებულია 15.06.2021.
44. მაყაშვილი ა. ბოტანიკური ლექსიკონი. მცენარეთა სახელწოდებანი. - თბილისი. საბჭოთა საქართველო. 1961 (საქმთავარპოლიგრაფგამომც. მე-2 სტ). - 260გვ.
45. Cole D. J. A. et al. Protein metabolism and nutrition. 1976. London: Butterworhs, 515 p.
46. Племенков В. В. Введение в химию природных соединений. - Казань: 2001.
47. Семёнов А. А., Карцев В. Г. Основы химии природных соединений. Т. 2. - М.: ICSPF, 2009.

48. Гоциридзе, А.В. Содержание антрахинонов в коре видов крушины и жостера, произрастающих в Грузии / А.В. Гоциридзе, Э.П. Кемертелидзе // Растительные ресурсы. - 1977. - Т. 13, вып. 1. - С. 64-68.
49. Hiroyuki, F. Chemical evaluation of *Betula* species in Japan / F. Hiroyuki, S. Tetsuya, T. Nobutoshi // Chem. and Pharm. Bull. 1995. - N. 11. - P. 1937-1942.
50. HPLC isolation and identification of flavonoids from white birch *Betula pubescens* leaves -/ V. Ossipov, K. Nurmi, J. toponen et al. // Biochemicalsystematics and ecology. 1995. - Vol. 23, N. 3. - P. 213- 222.
51. Keinanen, M. Comparison of methods for the extraction of flavonoids from birch leaves (*Betula pendula* Roth.) carried out using high-performance liquid chromatography / M. Keinanen // J. Agric-Food-Chem. Nov. 1993. Vol. 41, N. 11.- P. 1986-1990.
52. Keinanen, M. High-performance liquid-chromatographic determination of flavonoids in *Betula pendula* and *Betula pubescens* leaves / M. Keinanen, R. Julkunen-Tiitto // J-Chromatogr, A.- 1998,- Vol. 793, N. 2. P. 370-377.
53. Kolodziej, H. Procyanidins from medicinal birch: bonding patterns and sequence of units in triflavanoids of mixed stereochemistry / H. Kolodziej // Phytochemistry.- 1989. Vol. 28, N. 12. - P. 3487-3492.
54. Lawrence, B.M. Progress in essential oils / B.M. Lawrence // Perfum. and Flavor.- Vol. 14, N. 5. P. 57-65.
55. Mabry, T.J. The Systematic Identification of Flavonoids / T.J. Mabry, K.R. Markham, M.B.Thomas. Springer Verlag: Berlin - Heidelberg - New York. - 1970. -354 p.
56. Morphological and molecular variation in natural-populations of *Betula* / D.E. Howland, R.P. Oliver, A.J. Davy //New Phytologist, 1995. Vol. 26, N.1.-P. 117-124.
57. Nakano, K. Flavonol and phenylpropanoid glycosides from *Lihum cordatum* / K.Nakano, K.Nishizawa, I.Takemoto et al. // Phytochemistry. 1989. - Vol.28, N.1.-P, 301-303.
58. On terpen: the constitution of betulenols from oil from the buds of white birch (*Betula alba* L.) / M. Holub, V. Herout, M. Horak et al. // Collect. Czech. Chem. Commns.- 1959. Vol. 24, N. 11. - P. 3730-3738.
59. Phytochemical evaluation of essential oils, medicine plants and their preparations / E. Lemberkonics, A. Kery, G. Marcral et al. // Acta Pharmaceutica Hungarica.- 1998. Vol. 68, N. 3. - P. 141- 149.
60. Rice-Evans, C. Stxucture-antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids / C. Rice-Evans, N.J. Miller, G. Paganga // Free Radical Biol. Med.-1996. Vol. 20, N. 7. - P. 933-956.
61. Santamour, F.S. The distribution of Rhododendrin in birch {*Betula*} species / F.S. Santamour, H.F. Vettel // Biochem. Syst. and Ecol. 1978. - Vol. 6, N.2.-P. 107-108.

64. გოდერძიშვილი ი. ქიმიისა და ქიმიური მრეწველობის როლი საქართველოს ეკონომიკის განვითარებაში. გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. სამეცნიერო შრომების კრებული №3 2007 წ. (348გვ) გამომც.გორი. 2006.ISSN11512-1577. 02.00.00-ქიმიის მეცნიერებანი. გვ. 29-32.
65. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი.; მცენარეული ანტრაცენწარმოებულების აღმოჩენა და გამოცალკევება მცენარეული ნედლეულიდან. მეთერთმეტე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „განათლება და მეცნიერება XXI საუკუნეში: რეალობა, გამოწვევები, პერსპექტივები,, გორი. გორის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტი, 16 .11.2018 გორი გვ. 26-29.
66. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი; წიქარიშვილი ხ.; თარგამაძე ლ.; მეტრეველი ი.; ანტრაცენწარმოებულების გამოცალკევება მცენარე ალოეს (ხისებრი ალოე (aloe arborescens)-ასწლოვანა) ფოთლებიდან. ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის პროფესორ ვიქტორ დიმიტრის-ძე ერისთავის დაბადებიდან 80 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო საიუნილუო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. 11-12 ნოემბერი, 2019 წელი. გვ. 264-269.
67. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი; წიქარიშვილი ხ.; თარგამაძე ლ.; მეტრეველი ი.; წერეთელი მ.ცომაია ი.
68. გლიკოალკალოიდის განსაზღვრა ბადრიჯანის ფოთლებში.ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის პროფესორ ვიქტორ დიმიტრის-ძე ერისთავის დაბადებიდან 80 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო საიუნილუო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. 11-12 ნოემბერი, 2019 წელი. გვ.269-273.
69. Goderdzishvili I.R., Gelovani N.J., Gvelesiani I. O., Tsikarishvili kh.j., Metreveli I.Z. Extraction of anthraglycosides from plants common in Georgia: Rhamnus cathartica and Paliurus spina-christi . CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF BIOPOLYMERS, Book Volume I, Publishing House “UNIVERSAL” Tbilisi 2020. P 107-113
70. გოდერძიშვილი ი.; ჩვეულებრივი ძეძვის (ლათ. Paliurus spina-christi) მერქნის და ქერქის ქსოვილის ქიმიური შემადგენლობის კვლევა. საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი. კერამიკა და მოწინავე ტექნოლოგიები. Vol.23.1(45). 2021. გვ. 22-27
71. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი.; წიქარიშვილი ხ.; თარგამაძე ლ.; მეტრეველი ი.; წერეთელი მ.; ცომაია ი. გლიკოალკალოიდის განსაზღვრა ბადრიჯანის ფოთლებში. ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის პროფესორ ვიქტორ დიმიტრის-ძე ერისთავის დაბადებიდან 80 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო საიუნილუო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. 11-12 ნოემბერი, 2019წელი. გვ.158-159
72. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი.; წიქარიშვილი ხ.; თარგამაძე ლ.; მეტრეველი ი.; ანტრაცენწარმოებულების გამოცალკევება მცენარე ალოეს (ხისებრი ალოე (aloe arborescens)-ასწლოვანა) ფოთლებიდან.

- ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის პროფესორ ვიქტორ დიმიტრის-ძე ერისთავის დაბადებიდან 80 წლისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო საიუნილერო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“. 11-12 ნოემბერი, 2019წელი. გვ.156-158
73. Goderdzishvili I., Gelovani N., Gvelesiani I., Targamadze L.. Analysis of plant raw materials containing anthocyanins by Bortreger. Ivane Javakhishvili Tbilisi State University International Online Conference “Compounds and Materials with Specific Properties” July 10-11, 2020 Tbilisi, Georgia
  74. გოდერძიშვილი ი.; ანტრაცენწარმოებულების დაგროვების დინამიკა ალოეში. 87-სტუდენტური კონფერენცია
  75. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი თბილისი, 2019, მაისი
  76. გელოვანი ნ.; გოდერძიშვილი ი.; მცენარეული ანტრაცენწარმოებულების აღმოჩენა და გამოცალკევება მცენარეული ნედლეულიდან. მეთერთმეტე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „განათლება და მეცნიერება XXI საუკუნეში: რეალობა, გამოწვევები, პერსპექტივები, გორი. გორის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტი, 16 .11.2018 გორი
  77. Schopke, Th. Triterpenoid saponins. Part. VI / Th. Schopke, K. Hiller //Pharmazie. 1990. - Bd. 45, H. 5. - S. 313-342.
  78. Singia, A.K. Quantitative spectrofluorometry determination of flavonoids and their glycosides / A.K. Singia, KamlaPathak // Indian J. Pharm. Sci. 1991. -Vol. 53, N. 1. -P.27-30.
  79. Simons, J.M. Metabolic activation of natural phenols into selective oxidative burst agonists by activated human neutrophils / J.M.Simons, B.A.'t Hart, T.R. Ip Vai Ching // Free Radic. Biol. Med. 1990. -N. 8. - P. 251-258.
  80. Skulachev, V.P. A Possible Role of Reactive Oxygen Species in Antiviral Defense / V.P. Skulachev // Biochemistry, 1998. Vol. 63, N. 12. - P. 14381440.
  81. Sorata, Y. Protective effect of quercetin and rutin on photosensitizedlysis of human erythrocytes in the presence of hematoporphyrin / Y. Sorata, U. Takahama, M. Kimura // Biochem. Biophys. Acta. 1982. - Vol. 799. - P. 313-317.
  82. Tegelberg, R. Red: far-red light ratio and UV-B radiation: their effects on leaf phenolics and growth of silver birch seedlings / R. Tegelberg, R.J. Julkunen-Tiitto, P.J. Aphalo // Plant, Cell & Environment. 2004. - Vol. 27,1. N. 8. P. 1005-1013.
  83. The Flavonoids / Ed. by J.B. Harborne, T.J. Mabry, H. Mabry. London: Chapman and Hall, 1975. - 1204 p.
  84. The Flavonoids: Advances and Research / Ed. by J.B. Harborne, T.J. Mabry. London: Chapman and Hall, 1982. - 744 p.

85. The standart addition methodology for evaluation of results in chromatographic analysis / M.G. Bagur, D. Gazguer, M. Sanchervinas etc // *Analysis*. 1997. - Vol.24, N. 9-10. - P. 374-380.
86. The flavonoids as the bioantioxidants / A.V. Kurkin, A.A. Lebedev, G.G. Zapesochnaya et al. // *Polyphenols communications: XXII International Conference on Polyphenols, Marrakech, 9-12 sep. 2002.- Marrakech - Morocco. 2002,-P. 285-286.*
87. Triterpenoids from *Betula ainoides* / C. Kamperdick, T.T. Thuy, T.Vansung &etc // *Planta Medica*. 1995. - Vol. 61, N. 5. - P. 453-456.