



საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის
სახელობის ქართული უნივერსიტეტი

ვაჟა ნებიერიძე

საქართველოში მოზარდი მცენარის *Tribulus terrestris*
ცალკეული ორგანოების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა

სადოქტორო ნაშრომი შესრულებულია საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

დოქტორანტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი :
საქართველოს, მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის
აკადემიკოსი, ფარმაცევტულ მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი
ეთერ ქემერტელიძე

თბილისი

2017

ა ნ ო ტ ა ც ი ა

თანამედროვე მედიცინის ერთ-ერთი პოლიმორფულ ფარმაცოლოგიური ეფექტურობის და თერაპევტული მოქმედების საუკეთესო სამკურნალო მცენარედ აღიარებული საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავის ცალკეული ორგანოების ქიმიური შედგენილობაა შესწავლილი.

Tribulus terrestris L. - კუროსთავი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის დიდი ხნის კვლევის ობიექტია. პირველად აქ დადგინდა მასში სტეროიდული გლიკოზიდების არსებობა, გამოყოფილი და დახასიათებული იქნა Δ5,6 საპოგენინი - დიოსგენინი. გასული საუკუნის 70-იან წლებში კუროსთავისგან შეიქმნა პრეპარატი „ტრიბუსპონინი“ - ათეროსკლეროზის სამკურნალო და პროფილაქტიკური, აგრეთვე ანაბოლიტური საშუალება.

წარმოდგენილ შრომაში შესწავლილია საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* ცალკეული ორგანოების წონითი შეფარდება მთლიან მცენარესთან. დადგენილია, რომ მცენარის ძირითადი ნაწილი ფოთლებია (39.6 %), შემდეგ ნაყოფები (26.3 %), ღეროები (31.5 %) და ბოლოს ფესვები (2.6 %).

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ძირითადი მოქმედი ნივთიერებები ფუროსტანოლური რიგის სტეროიდები ყველაზე მაღალია ფოთლებში (3.9 %), შემდეგ ნაყოფებში (1.35 %), ღეროებში (0.33 %) და ბოლოს ფესვებში (1 %).

Tribulus terrestris ძირითადი საპოგენინებია: დიოსგენინი, ტიგოგენინი, ჰეკოგენინი, გიტოგენინი და მათი წარმოებული ფუროსტანოლური რიგის გლიკოზიდები და ჩვენში მოზარდ მცენარეში მნიშვნელოვანი რაოდენობით ბიოსინთეზირდებიან. მცენარის ცალკეული ორგანოებიდან გამოყოფილია 9 სხვადასხვა სტეროიდული გლიკოზიდი, მათგან ორი ახალი ფუროსტანოლური ნივთიერებაა.

შრომის შემდეგი ეტაპი მცენარეში ფენოლური ნივთიერებების შესწავლას ეძღვნება. ცალკეული ორგანოებიდან გამოყოფილია 13 ფლავონოიდური გლიკოზიდი, მათ შორის 5 ახალი ორგანული ნივთიერებაა. განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს შედარებით იშვიათ მონოსაქარიდ აპიოზას შემცველობა. ოთხი ახალი ფლავონოიდური გლიკოზიდი

იზოლირებული აპიოზებით მონოშაქრულ ნაშთში. ამ ნივთიერებებს ჩვენ აპიოტრიბოზიდები A, B, C, D ვუწოდეთ. ასევე საგულისხმოა ახალი სულფულირებული ფენოლის არსებობა.

Tribulus-ის გვარში პირველადაა აღმოჩენილი ნუკლეოზიდები - ნუკლეინის მჟავების განმეორებადი ერთეულები: ადენოზინი, გუანოზინი, ციტიდინი, ურიდინი და ფუძე ადენინი.

წარმოდგენილ ნაშრომს უთუოდ გარკვეულ მნიშვნელობას ანიჭებს კუროსთავის ფოთლებში მეგასტიგმანების თანაპოვნირება, მეგასტიგმანები მიეკუთვნებიან C₁₃ ნორ-იზოპრენოიდებს, ასევე ციკლოპექსენონების ჯგუფს და ნორ-კაროტინოიდებადაც იწოდებიან. კუროსთავიდან გამოყოფილია β-იონონის ტიპის მეგასტიგმანის გლიკოზიდური ფორმის გლუკოზის შემცველი 1 მეგასტიგმანი, რომელიც ახალ ორგანულ ნივთიერებას წარმოადგენს.

ექსპერიმენტული გამოკვლევით დადგენილია და თეორიულად დასაბუთებულია, რომ საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავი მდიდარია სხვადასხვა ქიმიური კლასის ნივთიერებებით. მცენარის ცალკეული ორგანოებიდან გამოყოფილი და დახასიათებულია 50 ნივთიერება, მათ შორის 9 ახალი ბუნებრივი ნივთიერებაა.

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე შეიძლება რეკომენდაცია მიეცეს პრეპარატ ტრიბუსპონინის წარმოებისათვის მცენარის მთლიანი მასის გამოყენებას.

შრომა შესრულებულია მეცნიერების თანამედროვე დონეზე კლასიკური ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით და პროგრესული სპექტრული ანალიზების გამოყენებით.

წარმოდგენილი შრომის პრაქტიკული ღირებულებიდან ყურადღებას იპყრობს კუროსთავის ნატურალური პრეპარატის „ათეროსპონინის“ მომზადება, რომელშიც შენარჩუნებულია მცენარეში არსებული ნივთიერებები ბუნებრივი სახით და ტრიბუსპონინის ანალოგიური თერაპევტული მოქმედებით ხასიათდება.

საყურადღებოა *Tribulus terrestris* ალელოპათიაში გამოყენების შესაძლებლობა. მოწოდებულია სოფლის მეურნეობის კულტურების ზრდა-განვითარების ეფექტური სტიმულატორის მიღების ახალი ვარიანტი. მისი ზემოქმედებით იზრდება მცენარის

თესლების გაღივების პროცესი, მნიშვნელოვნად მაღლდება მოსავლიანობა, ეკოლოგიურად სუფთა მაღალხარისხოვანი პროდუქტი მიიღება.

კუროსთავის ნაყოფების სპირტწყლიანი ექსტრაქტი ბიოლოგიურ ექსპერიმენტში აშკარად გამოხატულ ტკივილგამაყუჩებელ მოქმედებას ამჟღავნებს. კვლევები მისგან სავარაუდო სამკურნალო პრეპარატის შექმნისთვის გრძელდება.

Annotation

The chemical composition of individual organs of growing in Georgia *Tribulus terrestris* L., that due to its polymorphic pharmacological efficacy and therapeutic action is recognized by modern medicine among best medicinal plants, has been studied.

Tribulus terrestris is the object of long-term research of Institute of Pharmacochemistry of Georgian Academy of Sciences where the existence of steroid glycosides in it was revealed for the first time, and $\Delta^{5,6}$ sapogenin - Diosgenin has been isolated and characterized. In the 70's of the past century "Tribusponin" - a remedy for treatment and prevention of atherosclerosis with high a non-hormonal anabolic action was developed on the basis of *Tribulus terrestris*.

In the present work, the weight ratio of the individual organs of *Tribulus terrestris* growing in Georgia to whole plant was determined. It is established that the basic parts of the plant are leaves (39.6 %), followed by fruits (26.3 %), stems (31.5 %) and roots (2.6 %).

Studies revealed that the content of main active ingredients – furostanol-type steroid glycosides – is highest in leaves (3.9 %), decreasing in fruits (1.35 %), stems (0.33 %) and roots (1 %).

The main sapogenins of *Tribulus terrestris* are: diosgenin, tigogenin, hecogenin, gitogenin, and their derivatives of furostanol glycosides. In plants growing in our country they are biosynthesized in significant amounts. 9 different steroid glycosides were isolated from separate organs of the plant, two of which appeared to be novel furostanolic compounds.

The next phase of the work is dedicated to the study of phenolic substances in the plant. 13 flavonoid glycosides were isolated from separate organs, 5 of which are novel organic compounds. The presence of relatively rare monosaccharide apiofuranoze is of special attention. Four new flavonoid glycosides with apiose as monosugar residue were isolated. We called these substances apiotribizides A, B, C, D. It is also important to note the presence of a novel sulfonated phenol.

For the first time in *Tribulus* family there are detected nucleosides – palindromic units of nucleic acids: adenosine, guanosine, cytidine, uridine and base adenine.

As well, the presence megastigmanes in the leaves of *Tribulus terrestris* L. undoubtedly assigns the present work a special importance. Megastigmanes belong to norisoprenoids C₁₃, also to the group of cyclohexanones and are also called as nor-carotinoides. 1 megastigmane belonging to β -ionic type megastigmane that contain glucose in glycoside form, which also appeared to be novel organic substance.

Experimental and theoretical studies confirmed that *Tribulus terrestris* L., growing in Georgia is rich in various classes of chemicals. 50 substances of different chemical classes, including 9 novel natural compounds were isolated and characterized.

Based on the obtained data, it can be recommended to use the whole mass of the plant for the manufacturing of Tribusponin.

The work is carried out using classical physico-chemical methods and state-of-art spectral analysis.

From the practical implementation point of view the development of similar to Tribusponin therapeutic efficacy natural remedy “Atherosponin” of *Tribulus terrestris* L., in which the plant substances are preserved in their natural form and is characterized, is most attractive and valuable.

As well, the possibility of application of *Tribulus terrestris* L. in allelopathy is noteworthy. New option of adopting effective growth and development stimulator of agricultural crops that accelerates the process of germination of plant seeds, significantly increases productivity, and allows to obtain environmentally friendly, high-quality product is provided. It should be mentioned also that preliminary biological testing of alcohol-water extract of fruits of *Tribulus terrestris* L. revealed expressed analgesic effect, thus allowing to continue studies on development of natural analgesic remedy.

ს ა რ ზ ე ვ ი

83.

ანოტაცია -----	2
შესავალი-----	9

თავი 1. ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1 <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავის საერთო დახასიათება -----	11
1.2 სტეროიდული გლიკოზიდების მოკლე მიმოხილვა-----	15
1.3 <i>Tribulus terrestris</i> ბიოლოგიური აქტივობა და ფარმაკოლოგიური ეფექტურობა ---	32
1.4 მოკლე ცნობები ფლავონოიდების შესახებ -----	35

თავი 2. ექსპერიმენტული ნაწილი

2.1 ობიექტები და კვლევის მეთოდები -----	38
2.2 <i>Tribulus terrestris</i> L. – კუროსთავის ცალკეული ვეგეტატიური ორგანოების წონითი შეფარდების განსაზღვრა და სტეროიდულ გლიკოზიდთა წინასწარი ანალიზი -----	40
2.3 <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები -----	43
2.3.1 კუროსთავის ფოთლების სტეროიდული საპოგენინები -----	43
2.3.2 კუროსთავის ფოთლების სტეროიდული გლიკოზიდების რაოდენობრივი ანალიზი -----	44
2.3.3 კუროსთავის ფოთლების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება -----	44
2.3.4 კუროსთავის ფოთლების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების სტრუქტურის დადგენა -----	46
2.3.5 კუროსთავის ნაყოფების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება -----	57
2.3.6 კუროსთავის ღეროების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და	

ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება -----	58
2.3.7 კუროსთავის ფესვების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება -----	59
2.4 <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავის ფლავონოიდური გლიკოზიდები -----	62
2.4.1 კუროსთავის ფოთლების ფენოლური ნივთიერებების HPLC ანალიზის პირობების შერჩევა და თვისობრივი შედგენილობის განსაზღვრა -----	62
2.4.2 კუროსთავის ფოთლების ფლავონოიდური გლიკოზიდების დაყოფა HPLC გამოყენებით -----	64
2.4.3 კუროსთავის ფოთლების ფლავონოიდური გლიკოზიდების სტრუქტურის დადგენა -----	66
2.4.4 კუროსთავის ნაყოფების ფლავონოიდური გლიკოზიდების დაყოფა ინდივიდუალურ კომპონენტებად -----	87
2.4.5 კუროსთავის ფესვების ფენოლური ნივთიერებების განსაზღვრა -----	89
2.5 <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავის ნუკლეოზიდები -----	94
2.6 <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავიდან გამოყოფილი ზოგიერთი ნივთიერება -----	97
2.7 საქართველოში მოზარდი <i>Tribulus terrestris</i> L. - კუროსთავის პრაქტიკაში გამოყენების საკითხისათვის -----	102
2.7.1 კუროსთავის ნატურალური პრეპარატი -----	102
2.7.2 კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები - როგორც მცენარეთა ზრდა- განვითარების სტიმულატორები-----	105
2.7.3 წინასწარი მონაცემები კუროსთავის ნაყოფების ტკივილგამაყუჩებელი აქტივობის შესახებ -----	111
დასკვნები -----	112
გამოყენებული ლიტერატურა -----	115

შესავალი

მიუხედავად ორგანული სინთეზის უდიდესი წარმატებისა, ბუნებრივ ნივთიერებებს და მათ შორის მცენარეული წარმოშობისას განსაკუთრებული ადგილი უჭირავთ სამკურნალო პრეპარატების შექმნის დარგში. ბოლო ხანებში ანტიბიოტიკების, სულფანილამიდების და რიგი სხვა სინთეზური პრეპარატებისადმი მრავალი დაავადების რეზისტენტობამ (შემგუებლობამ), არასასურველმა თანამოვლენებმა, მსოფლიოში კიდევ უფრო გააძლიერა ინტერესი მცენარეული სამკურნალო საშუალებებისადმი.

საქართველოს მრავალფეროვანი ფლორა, სადაც 4600-მდე სახეობაა აღწერილი, ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა დაუშრეტელი წყაროა, ფარმაცოქიმიური კვლევებისათვის განუსაზღვრელ პერსპექტივას წარმოადგენს და სხვადასხვა მოქმედების მქონე პრეპარატების შექმნის დიდ შესაძლებლობას განაპირობებს.

ერთ-ერთი ასეთი მცენარეთაგანია - *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავი, რომელიც წინამდებარე შრომის საგანი გახლავთ.

Tribulus terrestris - კუროსთავი ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის დიდი ხნის კვლევის ობიექტია და გარკვეული წარმატებებია მოპოვებული, მაგრამ საქართველოში მოზარდი ამ მცენარის შედგენილობის შემდგომი შესწავლა ახალი კომპონენტების და საინტერესო მოქმედების მქონე საშუალებების გამოვლინების საშუალებას იძლევა.

კვლევის მიზანი და ამოცანები:

- ნაშრომის მიზანს შეადგენს საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავის ცალკეული ორგანოების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა, სამკურნალო პრეპარატების წარმოებისათვის მათი გამოყენების შესაძლებლობის დასადგენად.
- მცენარის ცალკეული ორგანოებიდან სხვადასხვა ქიმიური კლასის ნივთიერებათა გამოყოფა, მათი გამდიდრებული ფრაქციების მიღება, ინდივიდუალურ კომპონენტებად დაყოფა, ქიზიკო-ქიმიური თვისებების შესწავლა და სტრუქტურების დადგენა.

- კუროსთავის პრაქტიკაში გამოყენების შესაძლებლობის განსაზღვრა და გამოყენება.
- კვლევის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ჩვენში მოზარდი კუროსთავის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა, სავარაუდოდ ახალი მონაცემების მიღებისათვის.

შრომის მეცნიერული სიახლე:

- კუროსთავის ცალკეული ნაწილებიდან გამოყოფილია დიოსგენინის, ტიგოგენინისა და ჰეკოგენინის წარმოებული 9 სტეროიდული ფუროსტანოლური გლიკოზიდი, მათ შორის **ორი** ახალი ორგანული ნივთიერებაა
- იზოლირებულია 10 ფლავონოიდური გლიკოზიდი - **ოთხი** ახალი, რომელთაც აპიოტრიბოზიდი A, B, C, D ეწოდათ, ასევე გამოყოფილია 2 ცნობილი და **ერთი** ახალი ფენოლური ნივთიერება
- მიღებულია 5 ნუკლეოზიდი. ამ კლასის ნივთიერებები *Tribulus*-ის გვარში პირველადაა აღწერილი
- გამოყოფილია β -იონონის ტიპის მეგასტიგმანის გლიკოზიდური ფორმის გლუკოზის შემცველი 1 მეგასტიგმანი, რომელიც ახალ ორგანულ ნივთიერებას წარმოადგენს.
- ნივთიერებათა თვისებები და სრული ქიმიური სტრუქტურები დადგენილია კლასიკური ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით და თანამედროვე სპექტრული ანალიზის გამოყენებით

სადისერტაციო ნაშრომი ძირითადად თსსუ იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის სტეროიდული ნივთიერებების ლაბორატორიაში შესრულდა, ნაწილი ჩინეთის ქ. ნანჯინგის ნატურალური პრეპარატების სახელმწიფო ლაბორატორიაში და ავსტრიის ქ. ინსბრუკის უნივერსიტეტის ქიმიისა და ბიომედიცინის ცენტრში.

დისერტაციის შედეგები გამოქვეყნებულია 7 სტატიაში, მოხსენებულია 7 კონფერენციასა და სიმპოზიუმზე.

სადისერტაციო შრომა შესრულებულია საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის მიმართულების „ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა ქიმია და სამკურნალო პრეპარატების ექსპერტიზა“ და დოქტორანტის გეგმის მიხედვით.

თავი 1

ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1 *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავის საერთო დახასიათება

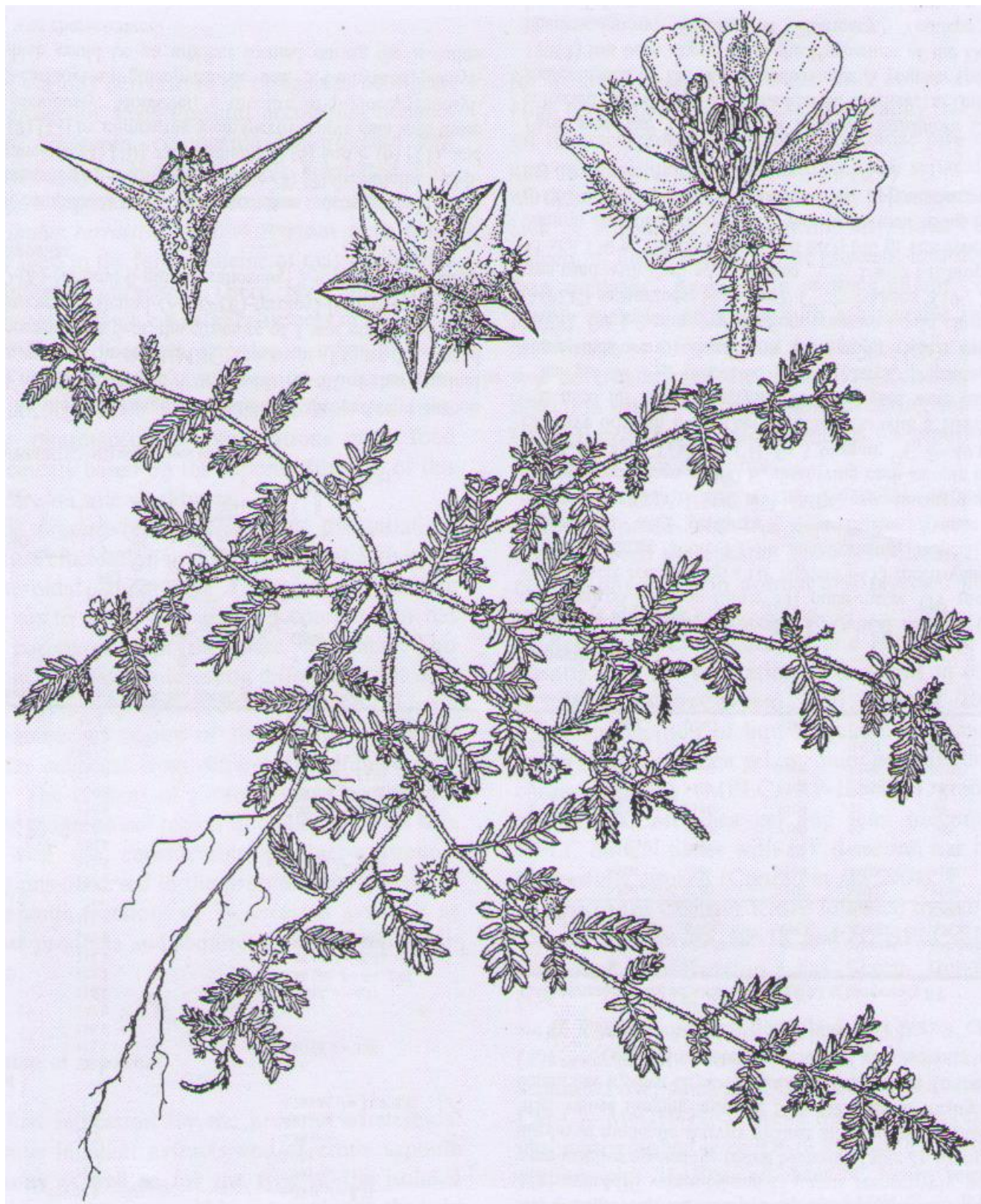
Tribulus terrestris L. (ოჯახი *Zyghopillaceae*) ერთწლოვანი, ბალახოვანი სარეველა, მიწაზე გართხმული მცენარეა, რადიალურად განლაგებული 10-100 სმ სიგრძის ღეროებით, მორიგეობით განწყობილი ფრთიანი 8-10 მმ სიდიდის ფოთლებით, პატარა 4-10 მმ ზომის 5 ფურცლისაგან შემდგარი ლიმონისფერი ყვავილებით. ნაყოფი 0.8-10 მმ მაგარი 2-5 ნაწილიანი ეკლიანი წვეტებით (Флора СССР. 1949; საქართველოს ფლორა, 1983). ფესვი 7-15 სმ სიდიდის, მოთეთრო-მოყვითალო ფერის, პატარა ფესურებით (Samy et al., 2013).

Tribulus - ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს „სამი ბასრი“ (caltrop) ეკლიანი, რაც ზემოთ აწეული, სამად დაყოფილი ნაყოფის ბასრ დაბოლოებაზე მიუთითებს (Akram et al., 2011).

იზრდება ყველა კონტინენტზე ანტარქტიდის გარდა. სუბტროპიკულ ქვეყნებში მრავალწლოვანი მცენარეა, ხოლო ცივ და ზომიერ კლიმატის ზონებში ერთწლოვანი.

Tribulus სანიმუშო მცენარეა, გამოყენების 50 საუკუნოვანი ისტორია აქვს (Sivapalan, 2016). გამოიყენება აზიური ქვეყნების ტრადიციულ მედიცინაში მრავალი დაავადების შემთხვევაში, უმეტესწილად ჰორმონების პროდუქტიულობის გასაუმჯობესებლად მამაკაცებში და ქალებში.

გასული საუკუნის 60-იან წლებში პირველად საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტში თ. კაჩუხაშვილის მიერ *Tribulus terrestris*-ში სტეროიდების არსებობა დადგინდა. მცენარიდან იზოლირებული იქნა სტეროიდული საპოგენინი დიოსგენინი (Качухашвили, 1965). შემდგომში მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში მოზარდი მცენარიდან გამოყვეს საპოგენინები: დიოსგენინი, გიტოგენინი, რუსკოგენინი, ჰეკოგენინი, იამოგენინი და მათი წარმოებული გლიკოზიდები: დიოსცინი, პროტოდოსცინი, ტერესტროზიდები A, B, დეზგლუკოლანატიგონინი, რიგი ფუროსტანოლური გლიკოზიდები, ფიტოსტერინები და სხვა (Качухашвили, 1965; Кемертелидзе и др., 1982).



Tribulus terrestris L. - კუროსთავი

Tribulus terrestris სტეროიდული გლიკოზიდების საფუძველზე ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 70-იან წლებში ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტში შემუშავდა პრეპარატი „ტრიბუსპონინი“ ათეროსკლეროზის მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის (Кемертелидзе и др., 1982). ტრიბუსპონინის ზემოქმედებით სისხლში ქოლესტერინის დონე ქვეითდება, ლეციტინ/ქოლესტერინის კოეფიციენტი იზრდება, ფოსფოლიპიდებისა და ლიპოპროტეიდების მაჩვენებლები კლებულობს; აორტაში, მიოკარდიუმში და ღვიძლში ლიპიდების დალექვა მცირდება, არტერიული სისხლის წნევა რეგულირდება; კორონალური სისხლის მარღვები ფართოვდება. მჟღავნდება ანტიკოაგულიანტური მოქმედება. პრეპარატი აუმჯობესებს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის და საჭმლის მომნელებელი სისტემის მოქმედებას, აძლიერებს ნაწლავების ევაკუატორულ ფუნქციას, ნაღვლის დენას, დიურეზს. ტრიბუსპონინი, როგორც არასპეციფიკური ანაბოლიტური საშუალება აძლიერებს ჩონჩხის ფიზიკურ ჰიპერტროფიკას, ამაღლებს ორგანიზმის ტონუსს და შესაბამისად შრომისუნარიანობას, სპორტსმენტა გამძლეობას, ადამიანის გენერაციულ ფუნქციას - ქალთა უშვილობისა და მამაკაცთა იმპოტენციის დროს (Кемертелидзе и др., 1977)

ტრიბუსპონინი მიეკუთვნება ნივთიერებათა იმ ჯგუფს, რომელიც თავის მოქმედებას ახორციელებს ვეგეტატიური ნერვული სისტემის პარასიმპატიკური ნერვული განყოფილებით (Кемертелидзе и др., 1982; Кемертелидзе и др., 1977).

Tribulus terrestris აღიარებულია გენერაციული ფუნქციის მასტიმულირებელ ბუნებრივ ნედლეულად (Sivapalan, 2016).

ტრიბუსპონინს აწარმოებდა ჩიმკენტის (ყაზახეთი) ქიმიურ-ფარმაცევტული ქარხანა და ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ-საწარმოო ბაზა. პროდუქცია რეალიზდებოდა ყოფილ საბჭოთა კავშირში, შემდეგ რუსეთში, დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა ქვეყნებში, საქართველოში და წარმატებით გამოიყენებოდა მედიცინაში (Кемертелидзе и др., 1977).

ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტთან გაფორმებული შემოქმედებითი ხელშეკრულების საფუძველზე ყოფილ საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე *Tribulus terrestris* გავრცელება შეისწავლა საკავშირო სამკურნალო მცენარეთა ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ

თანამშრომელმა ირინა შრეტერმა (Шретер, 1980). დადგინდა, რომ მცენარე ფართოდ იზრდება თითქმის ყველა რეგიონში. შეგროვილია მასალა საქართველოს 65, სომხეთის 41 და აზერბაიჯანის 103 მასიური გავრცელების ადგილებში. შუა აზიის რესპუბლიკებში გამოვლენილია და დამზადებისთვის რეკომენდებულია 35 სამრეწველო მასივი - 550 ტონა ჰაერმშრალი ნედლეულის მარაგით წელიწადში. პოტენციური რესურსები კი გაცილებით მეტია. ტრიბუსპონინის წარმოებისთვის ჩიმკენტის ქარხანას დარმინის საბჭოთა მეურნეობა ამარაგებდა.

ი. შრეტერის მიერ მოწოდებული მასალის ანალიზით ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტში თ. რუხაძის მიერ (Шретер и др., 1983) დადგენილია სხვადასხვა ზონაში მოზარდი *Tribulus terrestris* ფოთლებში ფუროსტანების მაღალი შემცველობა, რაც 2.45-2.90% ფარგლებშია. ყველაზე მეტ რაოდენობას ყვავილები შეიცავს - 3.05%, ყველაზე ნაკლებია ფესვებში - 1.08%. დამწიფებულ ნაყოფებში 0.48%, 2.5 მმ მქონე დიამეტრის ღეროებში 0,25%.

ი. შრეტერმა შეადგინა სსრკ-ში *Tribulus terrestris* გავრცელების რუქა და ნედლეულის დამზადების ინსტრუქცია (Шретер, 1980).

მცენარე თავის განვითარების პროცესში იმყოფება. სწრაფად იზრდება და წელიწადში 2-3 მოსავლის მიღება შეიძლება (Akram et al., 2011). მის მაღალპროდუქციულობას ნიადაგში მერიკარპიუმის დიდი მარაგი განაპირობებს, რაც 1 ჰექტარზე 2-28 მილიონ ცალს შეადგენს და ყოველწლიური ექსპლოატაციის შემდეგ, მუდმივი განახლების გარანტიას იძლევა.

ი. ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტში ა. შტრომბერგმა და ა. ჯორბენაძემ დაამუშავეს *Tribulus terrestris* კულტივირების საკითხი თბილისის მიდამოებში და აღმოსავლეთ საქართველოში (შირაქში). შეისწავლეს მცენარის ბიოლოგიური თავისებურებანი და ზრდა-განვითარების პირობები.

აღმოჩნდა, რომ სქლად დათესვით მცენარე იცვლის ჰაბიტუსს და სწორ ფეხზემდგომ ფორმაში გადადის, 30-40 სმ სიმაღლეს აღწევს, რაც უკვე მისი მოსავლის მექანიზირებული აღების საშუალებას იძლევა. მნიშვნელოვნად იზრდება მცენარის პროდუქტიულობა პირველი მოსავალი 1 ჰა-ზე 30 ცენტნერს შეადგენს. მეორე კი 15 ცენტნერის ფარგლებშია.

1 ჰა-ზე 45 ტონა ნედლეული მიიღება. ამრიგად დადგენილია *Tribulus terrestris* კულტივირების ეკონომიკური ეფექტურობა (Штромберг и др., 1969).

Tribulus terrestris ქიმიური შედგენილობისა და ფარმაკოლოგიური მოქმედების მხრივ კვლევის შემდგომ ობიექტს წარმოადგენს. ბოლო 15-20 წლის განმავლობაში მრავალ ქვეყანაში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი *Tribulus terrestris* შესწავლისადმი, დაგროვდა უხვი მასალა მათი ქიმიური შედგენილობის, ფარმაკოლოგიური ეფექტურობის, მოქმედების მექანიზმის შესახებ. განსაკუთრებული ყურადღება სტეროიდული ნივთიერებების შესწავლას ეძღვნება.

დისერტაციის მოცულობა არ მოგვცემს ლიტერატურული მონაცემების განხილვის საშუალებას. ჩვენ მხოლოდ ზოგიერთი მათგანის აღნიშვნით დავკმაყოფილდებით ლიტერატურული წყაროების მითითებით.

1.2 სტეროიდული გლიკოზიდების მოკლე მიმოხილვა

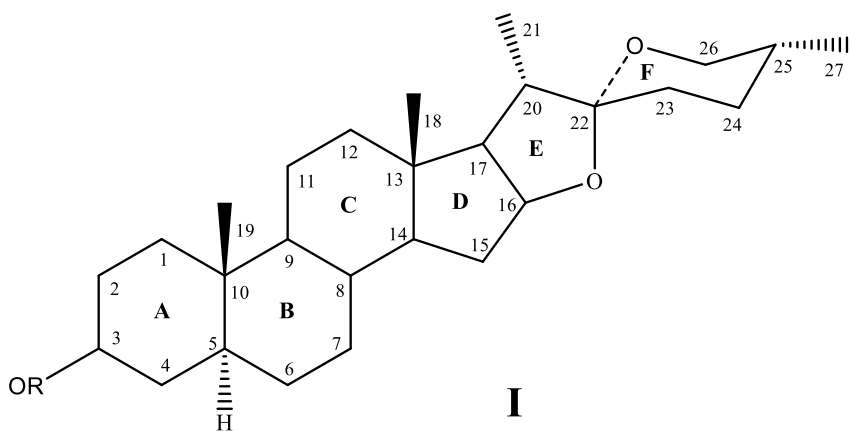
სტეროიდულ ნივთიერებათა დიდი კლასიდან მცენარეულ გლიკოზიდებს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავთ. ისინი ძლიერი დეტერგენტობის უნარით გამოირჩევიან, წყალთან მდგრად ქაფს წარმოქმნიან და „საპონინების“ სახელით არიან ცნობილნი. ჰემოლიზურ აქტივობას ამჟღავნებენ; ქოლესტერინთან და ზოგიერთ სხვა ბუნებრივ ნივთიერებასთან მყარ კომპლექსს წარმოქმნიან. ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ და სამედიცინო პრაქტიკაში გამოიყენებიან.

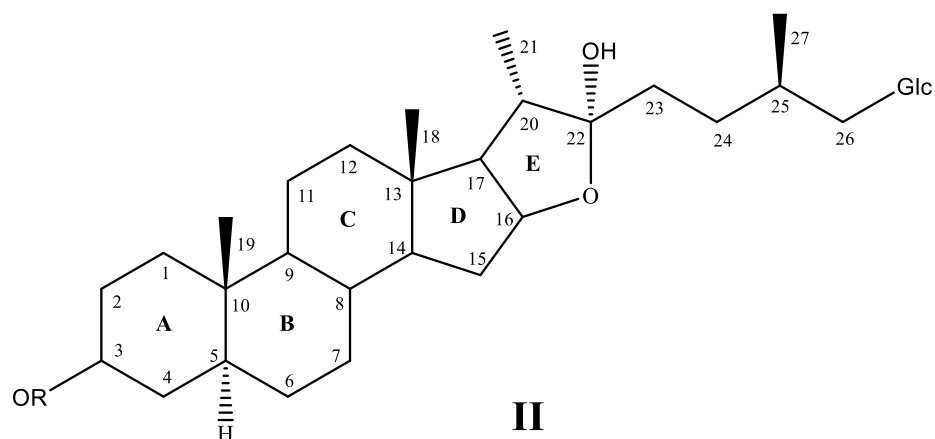
მაგრამ სტეროიდულმა გლიკოზიდებმა განსაკუთრებული მნიშვნელობა მას შემდეგ შეიძინეს რაც დადგინდა, რომ მათი აგლიკონები - საპოგენინები სტეროიდული ჰორმონალური პრეპარატების სინთეზის ერთ-ერთ ყველაზე მოსახერხებელ და ხელმისაწვდომ ნედლეულს წარმოადგენენ. ამ მიმართულებით დაგროვილია უამრავი ლიტერატურული მასალა, მიმოხილვითი სტატიები, მონოგრაფიები (Физер... 1964; Кемертелидзе... 1993; Камерницкий... 1986)

სტეროიდული გლიკოზიდები მონოსაქარიდული ნაწილის და C_{27} ნახშირბადის ატომისგან შემდგვლი აგლიკონისგან შენდებიან ციკლოპენტანოპერჰიდროფენანტრენის ჩონჩხს წარმოადგენენ, სხვადასხვაგვარი გაჯერებით, დაჯგუფებით და გვერდითი ჯაჭვის შეუღლებით.

არსებობს სპიროსტანოლური ტიპის გლიკოზიდები (I) ანუ მონოდესმოზიდები - მოლეკულის სტეროიდულ ნაწილში 6 ბირთვით: A, B, C, D, E, F, გვერდითი ჯაჭვის სპიროკეტალური ჯგუფით და ფუროსტანოლის (II) ბისდესმოზიდები F ბირთვის ჰიდროქსილის ჯგუფით და მასთან მიერთებული გლუკოზის ნაშთით (იშვიათად სხვა მონოზიდით) C_{26} მდგომარეობაში. ფუროსტანოლში C_{22} ყოველთვის R კონფიგურაციისა, C_3 ჰიდროქსილის ჯგუფი ჩვეულებრივ ნახშირბადის ნაშთით, რაც უკვე სტეროიდული გლიკოზიდის წარმოქმნის მაჩვენებელია. ტერმინი „სპიროსტან“ - რგოლურ სისტემაზე მიუთითებს, რომელიც 16, 22, 22, 26 დიეპოქსისპიროსტანს წარმოადგენს, მაშინ როდესაც ფუროსტანოლურ ბირთვში F რგოლი გახსნილია და 16, 22 ეპოქსინის მაჩვენებელია.

ფუროსტანოლურ გლიკოზიდებში პენტაციკლური გენინის გლუკოზის კავშირი მეტად ლაბილურია და ადვილად მოიხლიჩება რბილ პირობებშიც კი ენდოფერმენტების β -გლუკოზიდაზების ზეგავლენით; ბირთვი კვლავ ჩაიკეტება და სპიროსტანი წარმოიქმნება (Физер... 1964; Кемертелидзе... 1993; Камерницкий... 1986)





როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ *Tribulus terrestris* სტეროიდების შემცველი მცენარეა. ცხრილ 1.1-ში მოყვანილია მცენარის ფოთლებიდან და ნაყოფებიდან გამოყოფილი დადგენილი სტრუქტურის სტეროიდული გლიკოზიდები.

ცხრილი 1.1

Tribulus terrestris-ის სტეროიდული გლიკოზიდები

მცენარის ორგანო	ნივთიერების დასახელება	ლიტერატურა
ფოთოლი	(23S,25S)-5α-სპიროსტან-24-ონ-3β,23-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (24S,25S)-5α-სპიროსტან-3β,24-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-β-D-გლიკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-2α,3β,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-22-მეთოქსი-3β-ოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-	(Su et al., 2009)

	(1→2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
	(25R)-ფუროსტ-5(6)-ენ-3β,16,26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი	(Conrad et al., 2004)
	(25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-22-მეთოქსი-5β-ფუროსტან-3β,26-დიოლ 3-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Zhang et al., 2006)

	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-12-ონ-3β,26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Liu et al., 2014)
	(25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2001)
	(25R)-სპიროსტ-5(6)-ენ-3β-ოლ-3-O-[{α-L-რამნოპირანოზილ-(1→3)}-{α-L-რამნოპირანოზილ-(1→4)}]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გლუკოპირანოზიდი	(Samy et al., 2012)
	(25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-ფუროსტ-7-ენ-3β,22α-დიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-ფუროსტ-5(6)-ენ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-	(Wang et al., 2016)

	(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (20S,25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-ფუროსტ-22-ენ-3β,20α-დიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (20S,25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-ფუროსტ-22-ენ-3β,20α-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (20S,25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-ფუროსტ-22-ენ-3β,20α-დიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-ფუროსტ-5,20(22)-დიენ-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-3β,22α-დიჰიდროქსი-5α-ფუროსტან-12-ონ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-3β,22α-დიჰიდროქსი-5α-ფუროსტან-12-ონ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
--	---	--

	(25S)-24-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[β-D-გალაქტოპირანოზიდი 16β-{(25R)-26-[(β-D-გლუკოპირანოზილ)ოქსი]-25-მეთილპენტანოილოქსი}-3β-ჰიდროქსი-5α-პრეგნან-20-ონ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
ნაყოფი	(25R)-ფუროსტ-4-ენ-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-12-ონ-26-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25R)-ფუროსტ-4-ენ-2α,26-დიოლ-3,12-დიონ-26-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25S)-ფუროსტ-4-ენ-2α,26-დიოლ-3,6,12-ტრიოლი-26-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25R)-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-12-ონ-26-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25R)-ფუროსტ-4-ენ-12β,22α,26-ტრიოლ-3-ონ-26-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25R)-ფუროსტ-4-ენ-22α,26-დიოლ-3,12-დიონ-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$6)-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25S)-24-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-სპიროსტან-3β,24β-დიოლ-12-ონ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Kang et al., 2014)
	25(R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-22-მეთოქსილ-3β,26-დიოლ 3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი 25(R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-22-მეთოქსილ-3β,26-დიოლ 3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-	(Yuan et al., 2008)

	(1→3)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
	(25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-2α,3β,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2010)
	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-12-ონ-3β,26-დიოლ 3-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-[β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22,26-ტრიოლ 3-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-[β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გლუკოპირანოზიდი	(Wu et al., 1996)
	(25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი	(Yan et al., 1996)

	(25R)-5α-სპიროსტან-12-ონ-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-12-ონ-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-	(Wang et al., 1997)

	(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5-ენ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5-ენ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-12-ონ-3β,26-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
	(25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-გლუკოპირანოზილ-22-მეთოქსი-3β,5α-ფუროსტან-3,26-დიოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-β-ქსილოპირანოზილ-(1→2)-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2000)

	(25R)-26-O-β-გლუკოპირანოზილ-22α-მეთოქსი-ფუროსტ-5-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-α-რამნოპირანოზილ-(1→2)-β-4-O-სულფო-გლუკოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-გლუკოპირანოზილ-22α-ჰიდროქსი-ფუროსტ-5-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-α-რამნოპირანოზილ-(1→2)-β-4-O-სულფო-გლუკოპირანოზიდი	(Kostova et al., 2002)
	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ(1→3)][β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2007)
	(25R)-5α-სპიროსტან-12-ონ-3β-ოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1→2)- [β-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-12-ონ-3β-ოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1→2)- [β-ქსილოპირანოზილ-(1→3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-გალაქტოპირანოზიდი	(Cai et al., 2001)
	(25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-12-ონ-3β,26-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-	(Xu et al., 2008)

	(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
	(25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)- 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2009)
	(25R)- 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)- 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-22-მეთოქსი-2α,3β,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Su et al., 2009)
	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-22-მეთოქსი-3β,26-დიოლ 3-O[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Wang et al., 2009)
	(25R)-ფუროსტ-5(6)-ენ-3β,16,26-ტრიოლ-3-O-α-რამნოპირანოზილ-(1→2)-[α-რამნოპირანოზილ-(1→4)]-β-გლუკოპირანოზიდი	(Conrad et al., 2004)
	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Xu et al., 2010)

	(25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-22-მეთოქსი-2α,3β,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
--	---	--

პირველი სტეროიდული გლიკოზიდი იყო დიგიტონინი 1875 წელს *Schmiedeberg*-ის მიერ *Digitalis purpurea* L. თესლებიდან გამოყოფილი (*Schmiedeberg*, 1875). შემდეგ ამ ნივთიერებების შესწავლა დუნედ მიმდინარეობდა და მნიშვნელოვნად გაფართოვდა გასული საუკუნის 60-იან წლებიდან. ამჟამად ცნობილია 200-ზე მეტი აგლიკონის წარმოებული რამდენიმე ასეული სპირო- და ფუროსტანოლური გლიკოზიდი. რომელთა რიცხვი მცენარეთა გამოკვლევებთან პარალელულად იზრდება.

ფურო- და სპიროსტანოლური გლიკოზიდები ადვილად გამოირჩევიან ერთმანეთისაგან სპეციფიკური რეაქტივებით. ყველაზე გავრცელებულია მათ შორის *Sannie*-ს რეაქტივი - ვანილინის 5% ხსნარი, ძმარმჟავის ანჰიდრიდისა და კონც. გოგირდმჟავას ნარევი 12:1. *Sannie* -ს მოდიფიცირებული რეაქტივი *Matthews* – 0.5% ვანილინის ხსნარი, შემდეგ გოგირდმჟავით დამუშავება. *Erlich* - ერლიხის რეაქტივი 1,4-პარადიმეთილამინო ბენზალდეჰიდის 1% ხსნარი ეთანოლში და შემდეგ კონც. მარილმჟავა.

სპიროსტანები *Sannie*, *Matthews* - რეაქტივებით ყვითლად იფერებიან, ფუროსტანოლები კი მწვანედ. *Erlich* - რეაქტივით ფუროსტანოლები ვარდისფერს იძლევიან, სპიროსტანოლები კი არ რეაგირებენ.

Δ 5,6 საპოგენინებისთვის სამქლორსტიბიუმის ხსნარია დამახასიათებელი. სპიროსტანისაგან განსხვავებით ფუროსტანები ქოლესტერინის სპირტიან ხსნართან ნალექს არ წარმოქმნიან.

Tribulus-ის გვარი 25-მდე სახეობას აერთიანებს: *Tribulus terrestris* L., *T. cistoides* L., *T. echinops* Kers., *T. excrucians* Wawra., *T. longipetalus* Viv., *T. macropterus* Boiss, *T. zeyhari* Sond, *T. parvispinus* Presl., *T. pentandrus* Forssk, *T. pterocarpus*, *T. alatus*, *T. bimucronatus*, *T. hystix*, *T. pterophorus*, *T. astrocarpus*, *T. platypterus*, *T. lanuginosus*, *T. eichlorianus*, *T. omanense*, *T. parvispinus*. ცხრილ 1.2-ში მოყვანილია ზოგიერთი მათგანის ფოთლებიდან და ნაყოფებიდან გამოყოფილი დადგენილი სტრუქტურის სტეროიდული

გლიკოზიდები. როგორც ირკვევა, მათში ძირითადად დიოსგენინის, ტიგოგენინის, ჰეკოგენინის, გიტოგენინის, ნეოტიგოგენინის და ნეოგიტოგენინის წარმოებული გლიკოზიდები ვლინდება. ასევე აღწერილია ქოლესტანის და პრეგნანის ტიპის ნივთიერებები.

ლიტერატურაში აღწერილია მხოლოდ მოკლე ცნობები ზიგიერთი მათგანის სხვადასხვაგვარი ბიოლოგიური აქტივობის შესახებ.

ცხრილი 1.2

Tribulus-ის გვარის ზოგიერთი სხეობიდან გამოყოფილი სტეროიდული გლიკოზიდები

სახეობა	ნივთიერების დასახელება	ლიტერატურა
<i>Tribulus cistoides</i>	(25S)- 5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)- 5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-12-ონ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)- 5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)- 5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-[β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-გალაქტოპირანოზიდი	(Achenbach et al., 1994)

	(25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-12-ონ-3-O-β-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)]-α-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)- 5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-[β-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)]-[β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)]-β-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-3β,5α-ფუროსტან-22-მეთოქსი-3,26-დიოლ-3-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)]-α-L-რამნოპირანოზილ-1$\rightarrow$2)-β-D-გალაქტოპირანოზილ-26-β-D-გლუკოპირანოზიდი	
<i>Tribulus alatus</i>	(25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (22S,25S)-16-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-5α-ქოლესტან-3β,16β,22,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Temraz et al., 2006)

	(25S)-5α-სპიროსტან-2α,3β-დიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-5α-სპიროსტან-3β-ოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (22S,25S)-16β,22,26-ტრიჰიდროქსიქოლესტ-4-ენ-3-ონ-16-O-β-D-ქსილოპირანოზიდი	
<i>Tribulus longipetalus</i>	(25S)-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-α-L-რამნოპირანოზიდი (25S)-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[α-L-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-გალაქტოპირანოზილ]-(1$\rightarrow$2)-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-O-β-D-ქსილოპირანოზიდი (25S)-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$6)-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ]-(1$\rightarrow$4)-O-α-L-რამნოპირანოზილ-26-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Naveed et al., 2014)
<i>Tribulus pentandrus</i>	(22S,25S)-16β,22,26-ტრიჰიდროქსიქოლესტ-4-ენ-3-ონ-16-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-β-D-ქსილოპირანოზიდი (22S,25S)-16β,22,26-ტრიჰიდროქსიქოლესტ-4-ენ-3-ონ-16-O-[6-O-აცეტილ-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-β-D-ქსილოპირანოზიდი	(Hamed et al., 2014)

	(22S,25S)-11α,16β,22,26-ტეტრაჰიდროქსიქოლესტ-4-ენ-3-ონ-16-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-β-D-ქსილოპირანოზიდი (25S)- 11α,16β-დიჰიდროქსიქოლესტ-4-ენ-3-ონ-16-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)-β-D-გლუკოპირანოზიდი (22S,25S)-16-O-β-D ქსილოპირანოზილ-5-α-ქოლესტან-3β,16β,22,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25S)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი 16β-[(4'S)-5'-(β-D-გლუკოპირანოზილოქსი)-4'-მეთილპენტანოილოქსი]-3β-ჰიდროქსი-5α-პრეგნან-20-ონ-3-O-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	
<i>Tribulus parvispinus</i>	(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-2α,3β,22α,26-ტეტრაოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-β-D-გალაქტოპირანოზილ-(1$\rightarrow$2)-O-[β-D-ქსილოპირანოზილ-(1$\rightarrow$3)]-O-[β-D-გლუკოპირანოზილ-(1$\rightarrow$4)-β-D-გალაქტოპირანოზიდი	(Perrone et al., 2005)

1.3 *Tribulus terrestris* ბიოლოგიური აქტივობა და ფარმაკოლოგიური ეფექტურობა

Tribulus terrestris - კუროსთავის ფარმაკოლოგიური ეფექტურობის შესახებ უხვი ლიტერატურული მონაცემები არსებობს. ნაჩვენებია მისი მოქმედება ორგანიზმის თითქმის ყველა სასიცოცხლო ფუნქციაზე. განსაკუთრებით გამახვილებულია ყურადღება ჰორმონალურ აქტივობაზე და ფერმენტულ სისტემებზე.

ბოლო პერიოდში გაჩნდა მასალა როგორც მცენარის ექსტრაქტებზე, ჯამურ სუბსტანციებზე, ასევე მათგან გამოყოფილი ცალკეული ნივთიერებების ფარმაკოლოგიურ ეფექტურობაზე. თუმცა კუროსთავის მულტიმოქმედების მექანიზმი ჯერ კიდევ არ არის გარკვეული.

ეჭვს გარეშეა, რომ მცენარე უნიკალური ფარმაკოლოგიური თვისებებით ხასიათდება და კვლავ საინტერესო შედეგების მიღებაა მოსალოდნელი.

მცენარის მოქმედების შესახებ კოლოსალური მასალის მიმოხილვა სცილდება ჩვენი კვლევების საგანს, ამიტომ მხოლოდ ზოგიერთი ყველაზე გავრცელებული თვისების ჩამოთვლით დავკმაყოფილდებით (ცხრილი 1.3).

ცხრილი 1.3

Tribulus terrestris L. ფარმაკოლოგიური ეფექტურობა

ქართული დასახელება	ლათინური დასახელება	ლიტერატურა
ათეროსკლეროზის მკურნალობა და პროფილაქტიკა	Treatment for prevention and atherosclerosis	(Kemertelidze et al., 2013)
არასპეციფიკური ანაბოლიტური	Nonspecific anabolic activite	(Kemertelidze et al., 2013)
ტრიგლიცერიდების და საერთო ქოლესტერინის დაქვეითება	Triglyceride and Total Cholesterol Reduction Activity	(Li et al., 2001; Tuncer et al., 2009)
ჰიპოლიპიდემური	Hypolipidemic activity	(Khan et al., 2011; Chu et al., 2003)

ქალთა და მამაკაცთა რეპროდუქციული სისტემის მასტიმულირებელი	Effect on female and male reproductive system	(John, 1999; Adimoelja et al., 1997)
აფროდიზიაკა	Aphrodisiac activity	(Singh et al., 2012; Rajendar et al., 2011; Kavitha, 2012)
ანტიკოაგულიანტი	Anticouagulant activite	(Kemertelidze et al., 2013)
კარდიოვასკულარული	Effects on Cardiovascular System	(Wang et al., 1997)
გულის უკმარისობის სამკურნალო	Activity in cardiac disorders	(Zhang et al., 2010; Phillips et al., 2006; Zhang et al., 2010)
ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე მოქმედი	Central nervous system (CNS) activity	(Deole et al., 2011)
იმუნომოდულატორი	Immunomodulatory activity	(Tilwari et al., 2011)
ანტიოქსიდანტური	Antioxidant Activity	(Pandey et al. 2007)
ჰეპატოპროტექტორული	Hepatoprotective activity	(Kavitha et al., 2011; Pande et al., 2001)
ანთების საწინააღმდეგო	Anti-inflammatory activity	(Oh et al., 2012; Baburao et al., 2009; Raju, 2008; Rathi et al., 2007)
ანტირევმატული	Antirewmatic activiti	(Selvam, 2008)
ანალგეზური	Analgesic activity	(Heidari et al., 2007)
სპაზმური	Spasmolytic Activity	(Ross, 2001)
ანტიბაქტერიული	Antibacterial activity	(Al-Bayati et al., 2008; Mohammed, 2008)
ფუნგიციდური	Antifungal Activity	(Zhang et al., 2006)
კიბოს საწინააღმდეგო	Anticancer activity	(Kumar et al., 2006; Kim et al., 2011)
ციტოტოქსიკური	Cytototoxic activity	(Neychev et al., 2007)
აპოპტოზის გამომწვევი	Apoptosis-inducing effects	(Sun et al., 2004)
რადიოპროტექტორული	Radioprotection action	(Kumar et al., 2009)

კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ფუნქციის გამაძლიერებელი	Activity of gastointentedtinal function, stimulant of small intestine tonus and contraction	(Кемертелидзе и др., 1982)
აბსორბციის გასაუმჯობესებელი	Absorption enhancer	(Ayyanna et al., 2012)
დიურეტიული	Diuretic activity	(Al-Ali et al. 2003; Chhatre et al., 2012)
ანტიდიაბეტური	Antidiabetic activity	(Li et al., 2002; Amin et al., 2006; Lamba et al., 2011)
ჰერპესის საწინააღმდეგო	Antiherpetic activiti	(Akram et al., 2011)
ანტიურემული	Antiurolithic activity	(Anand et al., 1994; Aggarwal et al., 2012; Shirfule et al., 2011; Chaudhuri et al., 2001)
ანტიჰელმინთური	Anthelmintic activity	(Kiran et al., 2011; Deepak et al., 2002)
ინსექტიციდი, რეპელენტი	Insecticidal and repellent activities	(El-Sheikh et al., 2012; Singh et al., 2008; Bedir et al., 2002)
კარიესის საწინააღმდეგო	Anticariogenic activity	(Oh et al., 2011)

1.4. მოკლე ცნობები ფლავონოიდების შესახებ

როგორც უკვე იყო აღნიშნული, *Tribulus terrestris* სტეროიდშემცველი მცენარეა, მაგრამ მასში ბიოსინთეზირდება სხვა ქიმიური კლასის ნივთიერებებიც, მათ შორის ფენოლური შენაერთები.

მცენარეული მეორადი მეტაბოლიტების - ფენოლური ნივთიერებების კლასიდან ფლავონოიდები ფართოდ არიან გავრცელებულნი მცენარეულ სამყაროში. ისინი საინტერესო ფარმაკოლოგიური ეფექტურობით ხასიათდებიან და მრავალმხრივ გამოყენებას პოულობენ სამედიცინო პრაქტიკაში. ფლავონოიდებისადმი ინტერესი თანდათანობით გაძლიერდა და განსაკუთრებით გაიზარდა ბოლო ხანებში. მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობის და თავისუფალ რადიკალებთან დაკავშირებული პროცესების დაავადებებისათვის (Корулькин... 2007).

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ი. ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტში ინტენსიურად შეისწავლებოდა ფლავონოიდების შემცველი მცენარეები და ყურადსადები შედეგებია მიღებული. მათგან შექმნილია ორიგინალური პრეპარატები ანტიურემული, ჰეპატოპროტექტორული, ანტიდიაბეტური, სისხლის მიმოქცევის გასაუმჯობესებელი, ჰერპესული დაავადების საწინააღმდეგო. ფლავონინი, ცარუბოლი, სატურინი, გინკობათი, როდოპესი - მაღალი თერაპევტული მოქმედებით გამოირჩევიან (Кемертелидзе... 2016). კანონზომიერად მიგვაჩნია ფლავონოიდებზე საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* შესწავლაც.

ფლავონოიდები სხვადასხვა, გენეტიკურად ერთმანეთთან დაკავშირებულ ნივთიერებებს აერთიანებენ, ნახშირბადის ჩონჩხის საერთო ფორმულით $C_6-C_3-C_6$ და მათი წარმოებულები განიხილებიან, როგროც 2(3)(4) ფენოლური პროდუქტები, ქრომონის, ფლავონის, იზოფლავონის, ნეოფლავონის ან 1,-1,2,1-3 პროპანის დიფენილ წარმოებულები, ღია ჯაჭვის ნივთიერებების ხალკონებისა და დეჰიდროხალკონების გამოკლებით.

ისევე, როგორც მცენარეთა უმრავლესობაში ფლავონოიდები ბიოსინთეზირდებიან *Tribulus*-ის სახეობებშიც. ლიტერატურაში აღწერილია და ჩვენი წინასწარი კვლევებითაც ირკვევა, რომ მათში ქვერცეტილის, კემპფეროლის და იზორამნეტინის წარმოებული

ფლავონოიდები გროვდებიან (Nebieridze, 2015). ისინი განეკუთვნებიან ფლავონოიდების ყველაზე მრავალრიცხოვან ჯგუფს. ფლავონოიდებთან ერთად შედიან 7 ჩანაცვლებულ სრუქტურებიც, მათ შორის ალკილური და ქლორალკილური ფრაგმენტები C₁-დან C₅-მდე ნორმალური და იზოშენაერთები (Корулькин... 2007).

Tribulus terrestris-გან გამოყოფილი და ლიტერატურაში აღწერილი ფლავონოიდები მოყვანილია ცხრილ 1.4-ში

ცხრილი 1.4

***Tribulus terrestris*-ის ფლავონოიდური გლიკოზიდები**

ნივთიერების დასახელება	ლიტერატურა
კემპფეროლ-3-O-გლუკოზიდი	(Saleh et al., 1982)
კემპფეროლ-3-O-გენციობიოზიდი	
კემპფეროლ-3-O-რუტინოზიდი	
კემპფეროლ-3-O-P-კუმაროილ გლუკოზიდი	
კემპფეროლ-3-O-გენციობიოზიდი-7-O-გლუკოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-გლუკოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-გენციობიოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-რუტინოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-გენციოტრიოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-რამნოგენციობიოზიდი	
ქვერცეტინ-3-O-გენციობიოზიდი-7-O-გლუკოზიდი	
იზორამნეტინ-3-O-გლუკოზიდი	
იზორამნეტინ-3-O-გენციობიოზიდი	
იზორამნეტინ-3-O-რუტინოზიდი	
იზორამნეტინ-3-O-P-კუმაროილ გლუკოზიდი	

იზორამნეტინ-3-O-გენციოტრიოზიდი	
იზორამნეტინ-3,7-დი-O-გლუკოზიდ-7-O-გლუკოზიდი	
იზორამნეტინ-3-O-გენციობიოზიდი-7-O-გლუკოზიდი	

მრავალრიცხოვანი ლიტერატურული მონაცემებით დასტურდება, რომ სხვადასხვა ზონაში მოზარდი კუროსთავი თავისი ქიმიური შედგენილობით და ფარმაკოლოგიური ეფექტურობით განსხვავდება იან ერთმანეთისგან. მცენარის ცალკეულ ორგანოებში ნივთიერებების შედგენილობა ცვალებადობს.

ეს გარემოება საჭიროდ ხდის განისაზღვროს სხვადასხვა ადგილებში მოზარდი მცენარის და ცალკეული ორგანოების გამოყენების უპირატესობა ამა თუ იმ მოქმედების პრეპარატის მისაღებად.

ყოველივე აღნიშნული განაპირობებს საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* და მისი ვეგეტატიური ორგანოების შესწავლის აუცილებლობას, რასაც ეძღვნება წარმოდგენილი ნაშრომის ეს ნაწილი.

მიუხედავად კუროსთავში აღწერილი მრავალრიცხოვანი ნივთიერებებისა და ფარმაკოლოგიური ეფექტურობისა, მოსალოდნელია მასში ახალი კომპონენტების აღმოჩენა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიღება.

თავი 2

ექსპერიმენტული ნაწილი

2.1 ობიექტები და კვლევის მეთოდები

1. საკვლევი ნედლეული. *Tribulus terrestris* L. – კუროთავი შეგროვილ იქნა სამტრედიის, რუსთავისა და თბილისის მიდამოებში 2013 წლის სექტემბერში. ფოთლებს, ნაყოფებს, ღეროებსა და ფესვებს ვასუფთავებდით, ვანცალკევებდით, ვაშრობდით ბუნებრივ პირობებში, ჩრდილში, კარგად განიავებულ ადგილას. აგრეთვე მიკროტალღურ ღუმელში და ვაწვრილმანებდით
2. თხელფენოვანი ქრომატოგრაფირებისათვის (თფქ) ვიყენებდით სილიკაგელის ფირფიტებს (*Silicagel 60 F 254, Merck*). სვეტურ ქრომატოგრაფირებას ვახდენდით (სქ) *Diaion HP-20*-ზე, *Sefadex LH-20*-ზე და სილიკაგელზე (63/190 μm და 40/63 μm Merck)
3. თფქ-სათვის გამოყენებულია შემდეგი სისტემები:
ქლოროფორმი–მეთანოლი–წყალი (26:14:3)
ქლოროფორმი–ეთანოლი (24:1)
4. თფქ-ზე სტეროიდულ ნივთიერებათა გამჟღავნება ხდებოდა:
ა) რეაქტივი *Matthews* - მათეუსის: ვანილინის 0,5% ხსნარი ეთანოლში, შემდგომი გოგირდმჟავას დამუშავებით
ბ) *Sannie-Lapin* - სანე-ლაპინის რეაქტივი-ვანილინის 1% სპირტიანი ხსნარი, ძმარმჟავა ანჰიდრიდის და კონც. გოგირდმჟავას ნარევი (12:1)
გ) *Erlich* - ერლიხის რეაქტივი: 1,4-პარადიმეთილამინობენზალდეჰიდის 1% ხსნარი ეთანოლში და შემდეგ კონც. მარილმჟავა

5. თფქ ფენოლური ნივთიერებებისთვის და კერძოდ ფლავონოიდებისთვის
 - ა) CeSO_4 2%-იანი ხსნარი კონც. გოგირდმჟავასთან
 - ბ) რკინის ქლორიდის 1-5% ხსნარი
6. ლღობის ტემპერატურას ვსაზღვრავდით *Electrothermal 9100* აპარატზე, გაცხელებას ვახდენდით სისწრაფით $4^\circ\text{C}/\text{წთ}$.
7. ოპტიკურ ბრუნვას ვზომავდით *Perkin-Elmer 192* პოლარიმეტრზე.
8. მასს-სპექტრებს ვიღებდით *Amazon SL (Bruker)* მასს-სპექტომეტრზე.
9. ბმრ სპექტრულ ანალიზს ვატარებდით *Avance II 600 MHz CD₃OD*-ში.
10. ფენოლური ნივთიერებათა დაყოფა, თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი სრულდებოდა *Agilent 1100* სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე (HPLC)
11. საანალიზო ნიმუშებს ვაშრობდით ვაკუუმ-პისტოლეტში ფოსფორმჟავას ანჰიდრიდზე, ტოლუოლის დუდილის ტემპერატურაზე 4-8 სთ განმავლობაში
12. თესლებს ლიპოფილური ნივთიერებებისგან ვათავისუფლებდით ფორექსტრაქციით - პეტროლეინის ეთერით ($40-60^\circ\text{C}$) და ქლოროფორმით სოქსლეტის ტიპის აპარატში

2.2. *Tribulus terrestris* L. – კუროსთავის ცალკეული ვეგეტატიური ორგანოების წონითი შეფარდების განსაზღვრა და სტეროიდულ გლიკოზიდთა წინასწარი ანალიზი

სტეროიდული გლიკოზიდები კუროსთავის ცალკეულ ორგანოებში სხვადასხვა რაოდენობით გროვდება და მთლიან მცენარეში მათი შემცველობა ვეგეტატიური ნაწილების წონით შეფარდებაზეა დამოკიდებული. საჭიროება მოითხოვდა ცალკეული ორგანოს წონითი შეფარდების და სტეროიდული ნივთიერებების განსაზღვრას.

დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ თბილისის მიდამოებში შეგროვილ კუროსთავში ცალკეული ორგანოს წონითი შეფარდებითი წილი მთლიანი მცენარის მიმართ ასეთია (%): ფოთოლი 39,6; ნაყოფი 26,3; ღერო 31,5; ფესვი 2,6. შირაქის ველზე მოზარდ მცენარეში ცალკეული ორგანოების წონითი შეფარდება ერთგვარად იცვლება, მაგრამ ფოთლების რაოდენობა 30-40 %-ის ფარგლებში რჩება (Nebieridze, 2014).

კუროსთავის ხანგრძლივი ვეგეტაციის პერიოდში ყლორტების ამონაყარი იზრდება, მცენარე ყვავილობს და ნაყოფიერობს. შესაბამისად ცვალებადობს ცალკეული ნაწილების რაოდენობა, თუმცა მათი წონითი შეფარდების ტენდენცია შენარჩუნებულია.

კვლევის შემდეგ ეტაპზე ჩავატარეთ ცალკეულ ორგანოებში სტეროიდების შემცველობის წინასწარი ანალიზი.

ჰაერმშრალ დაწვრილმანებულ ნედლეულის 100 გ-ს 75 %-იანი ეთანოლით ვწვლილავდით 3 ჯერადად. გაერთიანებული ექსტრაქტიდან სპირტს გადავდენიდით, წყლიან სითხეს ვასუფთავებდით ქლოროფორმით, ვასქელებდით, ვაშრობდით და ვწონიდით. ნაშთი გადაგვქონდა ადსორბენტ Diaion HP 20-ის სვეტზე. სვეტს ვრეცხავდით თანმიმდევრობით წყლით, 35 % და 80 % მეთანოლით. ელუატებს ვასქელებდით, ვაშრობდით და ვწონიდით; სტეროიდული გლიკოზიდებით გამდიდრებული პოლარული ფრაქციის გამოსავალი შეადგენდა (%) ფოთლებიდან 5.5, ნაყოფებიდან 3.2, ღეროებიდან 2.4, ფესვებიდან 4.

ვატარებდით გამოყოფილი ჯამების სტეროიდების ანალიზს სპექტროფოტომეტრული რაოდენობითი მეთოდით.

ანალიზისთვის ვიღებდით კუროსთავის ცალკეული ორგანოების 5 გ ვათავსებდით 100 მლ მოცულობის ბრტყელძირა კოლბაში, ვუმატებდით 50 მლ მეთანოლს, სითხეში ვყურსავდით შემრევ ჩხირს, კოლბას ვწონდით და ვათავსებდით მაგნიტურ სარეველაზე ადულებიდან 1 სთ-ის განმავლობაში. ექსტრაქციის დამთავრების შემდეგ კოლბას ვაციებდით ოთახის ტემპერატურამდე, ვწონდით (მასაში დანაკარგის შემთხვევაში ვავსებდით მეთანოლით) და ვფილტრავდით.

ფილტრატის 10 მლ გადაგვქონდა 50 მლ მოცულობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ვავსებდით ჭდემდე მეთანოლით („ა“ ხსნარი). „ა“ ხსნარის 5 მლ გადაგვქონდა სინჯარაში, ვუმატებდით 5 მლ 1 % პარადიმეთილამინობენზალდეჰიდის ხსნარს („ბ“ ხსნარი). საკონტროლო ცდისთვის „ა“ ხსნარს ვუმატებდით 4-N ქლორწყალბადმჟავას („გ“ ხსნარი). „ბ“ და „გ“ ხსნარებს ვათავსებდით ულტრათერმოსტატში 57-60 °C ტემპერატურაზე 2 სთ. გაციების შემდეგ ოპტიკურ სიმკვრივეს ვსაზღვრავდით სპექტროფოტომეტრით (Nano spec-2) 518 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

ფუროსტანოლური გლიკოზიდების შემცველობა გამოიანგარიშება კობალტის ქლორიდის მრუდზე ფორმულით:

$$x = \frac{940,1 * 50 * m}{m1 * K(100 - w)}$$

სადაც:

- 940,1 - ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გადაანგარიშების კოეფიციენტი კობალტის ქლორიდის კონცენტრაციაზე
- 50 - გამოსაკვლევი ხსნარის საწყისი მოცულობა, მლ
- m - კობალტის ქლორიდის რაოდენობა საკალიბრო მრუდის მიხედვით, გ
- m1 - ნედლეულის მასა, გ
- K - შესწორების კოეფიციენტი მჟავას ტიტრზე
- w - ტენიაობა

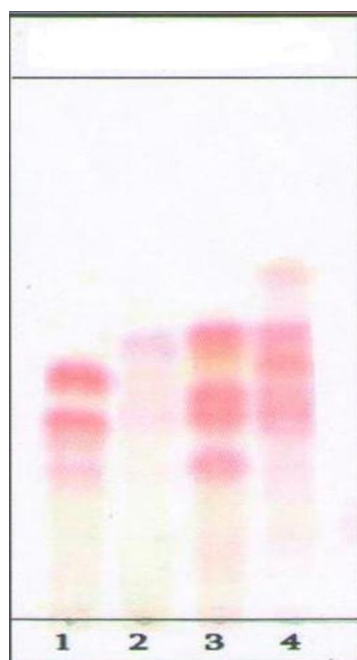
აღმოჩნდა, რომ ფოთლების გასუფთავებულ ჯამში ფუროსტანების რაოდენობა შეადგენს(%) 71, ნაყოფებში 45, ღეროებში 14, ფესვებში 25. ამრიგად, კუროსთავის

ფოთლები 3,9% ფუროსტანოლური რიგის სტეროიდებს შეიცავს, ნაყოფები 1,35%, ღეროები 0,33%, ხოლო ფესვები 1 %.

ცხრილი 2.1

მცენარის ორგანო	მთლიანი მცენარიდან მასური წილი, %	სტეროიდული გლიკოზიდების ჯამის გამოსავალი, %	ფუროსტანოლური გლიკოზიდების შემცველობა ჯამში, %	მცენარის ცალკეულ ორგანოში ფუროსტანოლური გლიკოზიდების შემცველობა, %
ფოთოლი	39,6	5,5	71	3,9
ღერო	31,5	2,4	14	0,33
ნაყოფი	26,3	3,2	45	1,35
ფესვი	2,6	4,0	25	1,0

სურათი 2.1



კუროსტავის ცალკეული ორგანოების

ფუროსტანოლური გლიკოზიდების თვქ

სისტემა: ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3

რეაქტივი: ერლიხი

1. ფესვი
2. ღერო
3. ფოთოლი
4. ნაყოფი

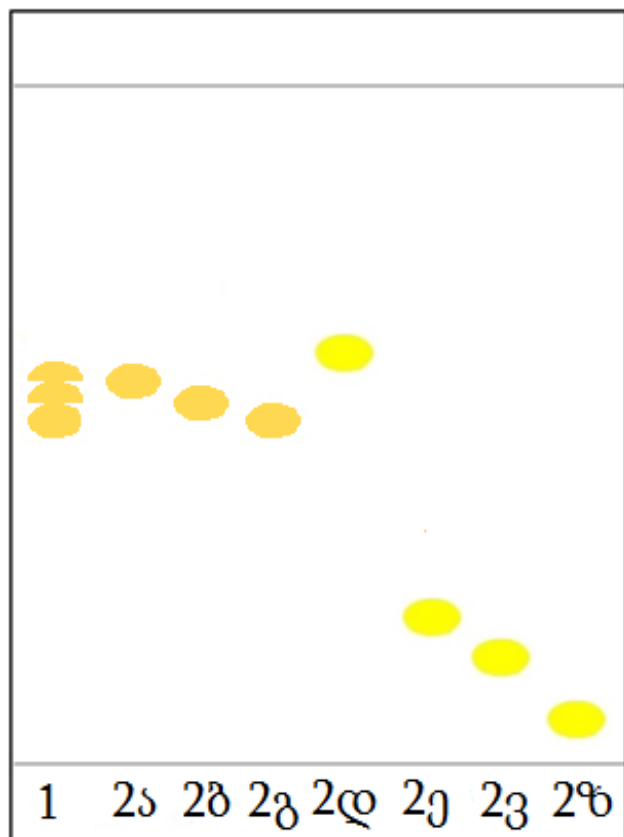
ამგვარად, კუროსტავის მთლიან მასაში ცალკეული ორგანოების წონითი შეფარდებით ძირითადია ფოთლები, შემდეგ ღეროები, ნაყოფები, ფესვები. მოქმედი ნივთიერებების - სტეროიდული გლიკოზიდების მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან ფოთლები, მათ უახლოვდება ნაყოფები და ღეროები. ფესვებში უთუოდ სტეროიდული გლიკოზიდების გარდა უმეტესწილად სხვა ნივთიერებები გროვდება.

2.3 *Tribulus terrestris* - კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები

2.3.1 კუროსთავის ფოთლების სტეროიდული საპოგენინები

კუროსთავის ფოთლების საპოგენინების თვისობრივი შედგენილობის შესწავლის მიზნით ფოთლების 80% მეთანოლიანი ექსტრაქტის მჟავურ ჰიდროლიზს ვატარებდით, რისთვისაც 20 გ ექსტრაქტს ვხსნიდით 60 მლ წყალში, ვუმატებდით 40 მლ კონც. HCl და 50% მეთანოლით გაჯერებულ 50 მლ ბენზოლს. ვადულებდით წყლის აბაზანაზე 3 სთ განმავლობაში. ნარევის გაცივების შემდეგ ბენზოლის ფენას გამოვყოფდით, წყლიანს ორჯერ ვწვლილავდით 15-15 მლ ბენზოლით. გაერთიანებულ ბენზოლიან გამონაწვლილს ვრეცხავდით წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე, განეიტრალებულ ბენზოლის ფენას ვამუშვებდით კალიუმის ტუტის ნაჯერი ხსნარით მეთანოლში, ბენზოლიან ფენას კვლავ ვრეცხავდით წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე, ვაუწყლოებდით უწყლო ნატრიუმის სულფატით და ვასქელებდით. ვღებულობდით სტეროიდული საპოგენინების ჯამს 0.95 გ.

სურათი 2.2



კუროსთავის ფოთლის საპოგენინების
თფქ სქემა

სისტემა: ქლოროფორმი:ეთანოლი 24:1

რეაქტივი: სანიე

1. კუროსთავის ფოთლების ექსტრაქტის
საპოგენინები

2. სტანდარტული ნიმუშები

ა) ტიგოგენინი

ბ) დიოსგენინი

გ) ჰეკოგენინი

დ) სმილაგენინი

ე) გიტოგენინი

ვ) იუკაგენინი

ზ) ქლოროგენინი

დადგინდა, რომ კუროსთავის ფოთლები ძირითადად დიოსგენინის, ტიგოგენინისა და ჰეკოგენინის წარმოებულ გლიკოზიდებს შეიცავენ.

2.3.2 კუროსთავის ფოთლებში სტერიდული გლიკოზიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა

კუროსთავის ფოთლების სტერიდული გლიკოზიდების რაოდენობრივ განსაზღვრას ვაწარმოებდით იგივე მეთოდით რაც თავ 2.2-შია აღწერილი (გვ 49). ოპტიკურ სიმკვრივეს ვღებულობდით 0.74, კობალტის ქლორიდის საკალიბრო მრუდზე მისი მნიშვნელობაა 0.038.

$$x = \frac{940.1 \cdot 50 \cdot 0.039}{5 \cdot 0.98 \cdot 94} = \frac{1786.19}{460.6} = 3.87\%$$

ქლოროფორმით გასუფთავებულ ფოთლების გამშრალ ექსტრაქტში. ფუროსტანოლების შემცველობამ 71,4 % შეადგინა.

ამგვარად, კუროსთავის ფოთლები 3.87 %, ხოლო გასუფთავებული ჯამი კი 71.4 % ფუროსტანოლურ გლიკოზიდებს შეიცავს,

2.3.3 კუროსთავის ფოთლების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება

ექსპერიმენტის პირველ ეტაპზე ფოთლებიდან საპონინების ჯამის გამოყოფას 75% მეთანოლით ვახდენდით. ჰაერმშრალი, დაწვრილმანებული ფოთლების 100 გ ვწვლილავდით 75% მეთანოლით 4 ჯერადად, 3-ჯერ ოთახის ტემპერატურაზე და შემდეგ მდუღარე წყლის აბაზანაზე გამხსნელის დუდილის ტემპერატურამდე 2 სთ-ის განმავლობაში. გაერთიანებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით ბიუხნერის ძაბრში, ვასქელებდით ვაკუუმ-როტაციულ აპარატზე სპირტის სრულ მოცილებამდე, დარჩენილ წყლიან ხსნარს ვწვლილავდით ქლოროფორმით, ქლოროფორმს გადავდენიდით და ნაშთს

ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში ფოსფორმჟავას ანჰიდრიდის თანაობისას. ქლოროფორმით იწვლილება ნაკლებ პოლარული ნივთიერებები. ამდენად, გლიკოზიდური შედგენილობის შესწავლის ობიექტად ქლოროფორმით გასუფთავებულ წყლიან ნაშთს ვიყენებდით.

გამშრალი მასა გადაგვექონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, ელუირებას ვახდენდით წყლით, 35 % და 80 % მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს ვასქელებდით ვაკუუმ-როტაციულ აპარატზე სპირტის სრულ მოცილებამდე, ვაშრობდით ვაკუუმ მაშრობ კარადაში. შედეგად ვღებულობდით პოლარული ნივთიერებებით და სტეროიდული გლიკოზიდებით გამდიდრებულ ჯამებს - 35 % - 3.4 გ და 80 % - 6 გ შესაბამისად.

სტეროიდული გლიკოზიდების 80 % ფრაქციის 3 გ დაყოფას ვაგრძელებდით Sephadex LH-20-ის სვეტზე (5X100 სმ) მეთანოლით. მიღწეული იქნა გლიკოზიდთა ჯამის უხეში დაყოფა, რომლებსაც შემდგომში ვატარებდით სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე (2,5X100 სმ). ელუირებას ვახდენდით სისტემით ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3; შედეგად მიღებული იქნა 9 ინდივიდუალური ფუროსტანოლური გლიკოზიდი: ფუროსტანი 1 (11.2 მგ), ფუროსტანი 2 (10.3 მგ) (Skhirtladze A. et. al. 2017), ფუროსტანი 3 (4.8 მგ), ფუროსტანი 4 (5.6 მგ), ფუროსტანი 5 (21.3 მგ), ფუროსტანი 6 (3.2მგ), ფუროსტანი 7 (2.2 მგ), ფუროსტანი 8 (7.4 მგ) და ფუროსტანი 9 (3.8 მგ). მათ შორის 2 ახალი და 7 ცნობილი ფუროსტანოლური გლიკოზიდი აღმოჩნდა.

ფუროსტანი 3- პროტოტრიბესტინი (De Combarieu et al., 2003)

ფუროსტანი 4 - პროტოდიოსცინი (De Combarieu et al., 2003)

ფუროსტანი 5 - ფსევდოპროტოდიოსცინი (Hirai et al., 1986)

ფუროსტანი 6 - ქლორომალოზიდი E (Wang et al., 2009)

ფუროსტანი 7 - ტერესტრინინ B (Wang et al., 2009)

ფუროსტანი 8 - ტერესტოზიდი A (Wang et al., 2009)

ფუროსტანი 9 - პოლიანთოზიდი D (Jin et al., 2004)

თითოეული ნივთიერების ქიმიური სტრუქტურა დადგინდა ერთ- და ორგანზომილებიანი ბირთვულ მაგნიტურ რეზონანსული (^1H , ^{13}C , HSQC, HMBC, COSY) და მას-სპექტროსკოპიის გამოყენებით.

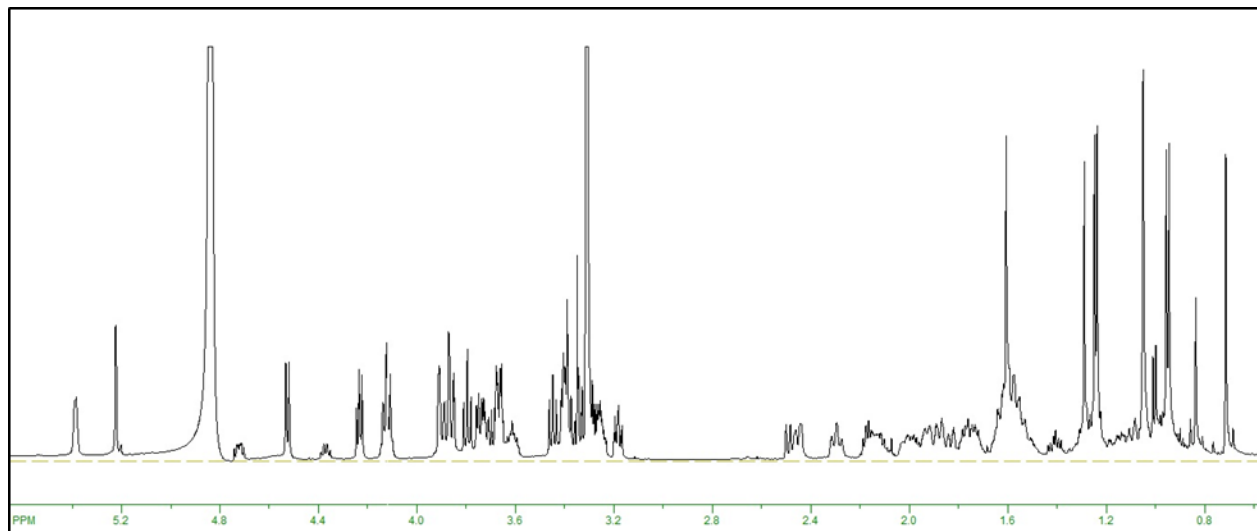
2.3.4 კუროსთავის ფოთლების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების სტრუქტურების დადგენა

ფუროსტანი 1-ის ფორმულა მაღალი რეზოლუციის მას-სპექტრული ექსპერიმენტით (HR-TOF-MS) დადგინდა როგორც $C_{45}H_{73}O_{20}S$ (m/z 965.3491 [$M+H$] $^+$). დადებითი მას-სპექტრი უჩვენებს ნივთიერების ძირითად პიკს m/z 965, რომელიც შეესაბამება [$M+H$] $^+$. მის მას-მას-სპექტრული (MS/MS) ანალიზით აღიბეჭდა ფრაგმენტაციული პიკი m/z 803 [$M+H-162$] $^+$, რომელიც მიუთითებს შაქროვანი ნაშთის მოცილებას, ხოლო m/z 723 [$M+H-162-80$] $^+$, m/z 577 [$M+H-162-80-146$] $^+$, m/z 415 [$M+H-162 \times 2-80-146$] $^+$ შესაბამისად სულფატური ჯგუფის, დეოქსიპექსოზის და პექსოზის მოხლეჩის მაჩვენებელია.

ფუროსტანი 1-ის 1H -NMR სპექტრში (ცხრილი 2.2, სურათი 2.3) აღინიშნება სტეროიდული ჩონჩხისთვის დამახასიათებელი სამი მეოთხეული მეთილის ჯგუფის $\delta(H)$ 0.71 (3H, *s*, Me(18)), 1.05 (3H, *s*, Me(19)), 1.61 (3H, *s*, Me(21)), ერთი მეორეული მეთილის ჯგუფის $\delta(H)$ 0.95 (3H, *d*, $J = 6.6$ Hz, Me(27)), ორი მეორეული სპირტული ფუნქციის მეთინის $\delta(H)$ 3.60 (1H, *m*, H-C(3)), 4.71 (1H, *m*, H-C(16)), ორი პირველადი სპირტული ფუნქციის მეთილენის $\delta(H)$ 3.71 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$ Hz, H_a -C(26)), 3.36 (1H, *m*, H_b -C(26)), ერთი ოლეფინური $\delta(H)$ 5.38 (1H, *br d*, $J = 4.5$ Hz) და სამი ანომერული პროტონის $\delta(H)$ 5.21 (1H, *d*, $J = 1.5$ Hz, H-C(1''')), 4.52 (1H, *d*, $J = 7.8$ Hz, H-C(1'')), 4.22 (1H, *d*, $J = 7.9$ Hz, H-C(1')) სიგნალები. ^{13}C -NMR სპექტრში ჩანს ოთხი ორმაგი ბმის ნახშირბადის $\delta(C)$ 105.1 (C(20)), 122.6 (C(6)), 142.2 (C(5)), 152.6 (C(22)), ორი მეორეული სპირტული ფუნქციის $\delta(C)$ 79.4 (C(3)), 85.6 (C(16)), ერთი პირველადი სპირტული ფუნქციის $\delta(C)$ 75.8 (C(26)) და 3 ანომერული ნახშირბადის $\delta(C)$ 104.5 (C(1')), 100.2 (C(1'')), 102.0 (C(1''')) სიგნალები. HSQC და HMBC სპექტრების ერთობლიობით (სურათი 2.5 და 2.6) ფუროსტანი 1-ის აგლიკონი აღიწერა როგორც (25*R*)-ფუროსტ-5(6), 20(22)-დიენ-3 β ,26-დიოლი (Hirai et al., 1986). C(25) ნახშირბად ატომთან მეთილის *R* კონფიგურაცია დადგინდა $H_{a,b}$ -C(26) პროტონების სხვაობით ($\Delta_{ab} = 0.35$ ppm). დამტკიცებულია, რომ თუ Δ_{ab} ძირითადად >0.57 -ზე, მაშინ სტეროიდი 25*S* ნივთიერებაა და თუ <0.48 -ზე, მაშინ 25*R*-ია (Kemertelidze et al., 2015). 1H - და ^{13}C -NMR სპექტრების მონაცემები მიუთითებენ, რომ ფუროსტანი 1-ის ნახშირწყლოვანი ნაწილი წარმოდგენილია

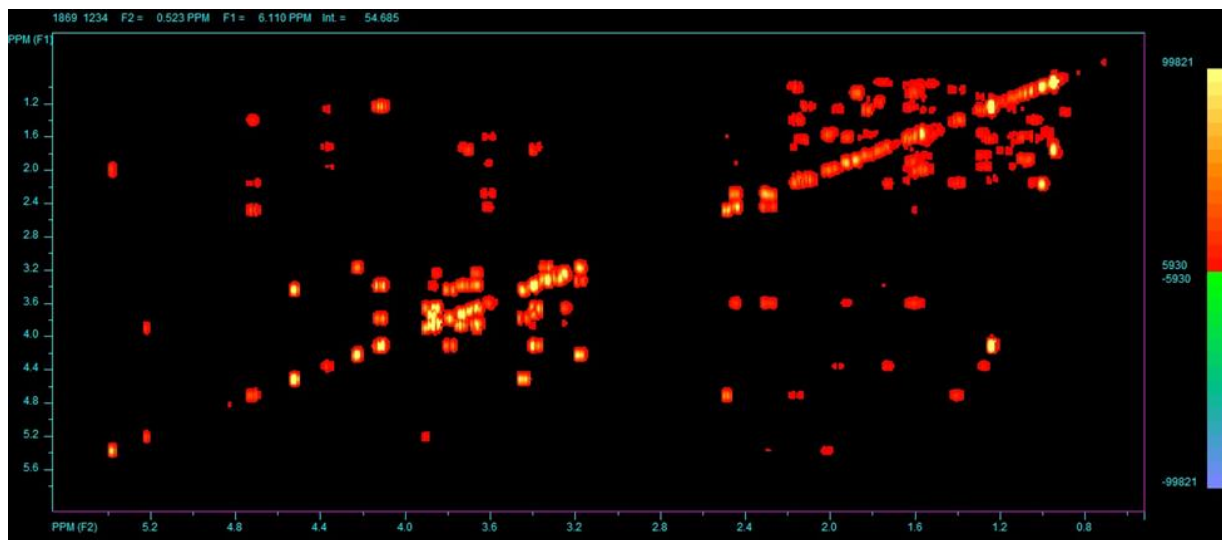
სამი შაქრით. ყველა პროტონის ქიმიური ძვრადობა COSY ექსპერიმენტით განისაზღვრა (სურათი 2.4), ხოლო მათი შესაბამისი ნახშირბად ატომების კი HSQC სპექტრით (სურათი 2.5, ცხრილი 2.3).

სურათი 2.3



ფუროსტანი 1-ის ^1H ბმრ სპექტრი

სურათი 2.4

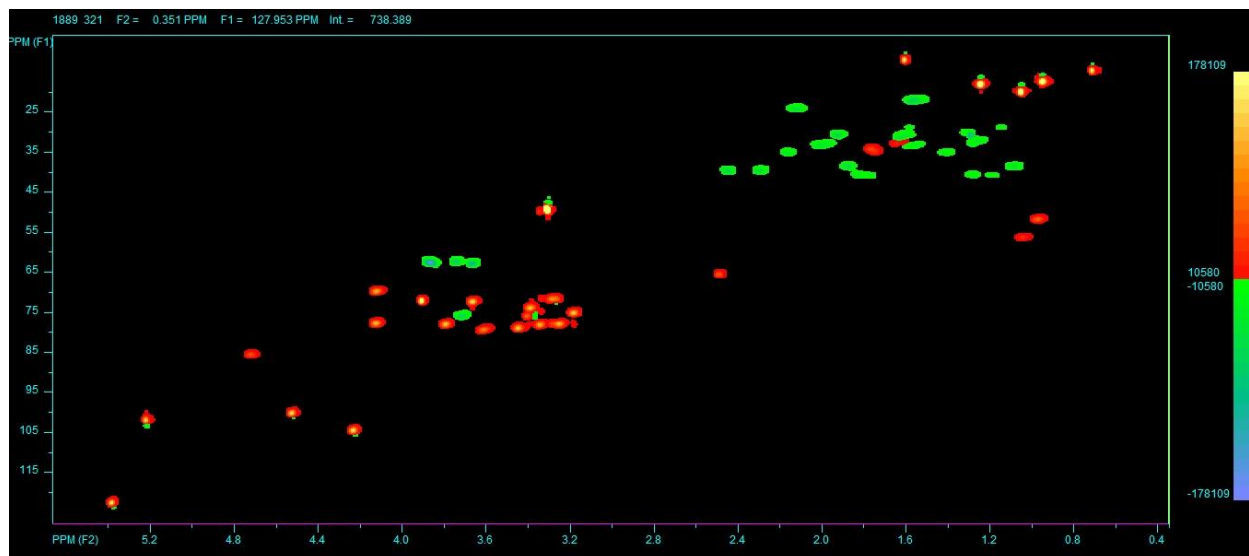


ფუროსტანი 1-ის COSY სპექტრი

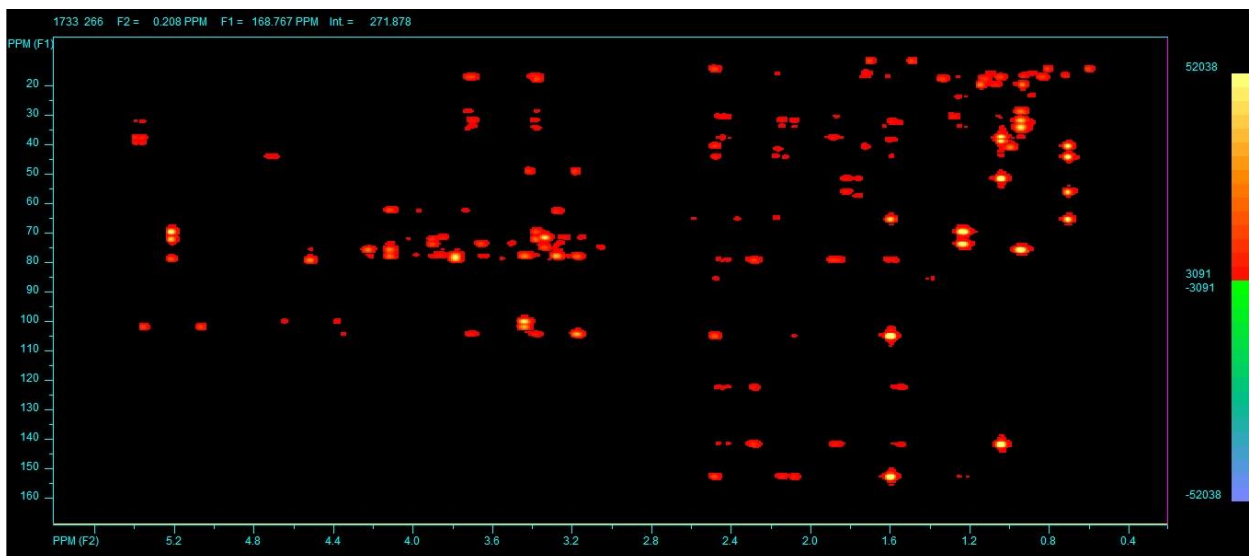
მიღებული მონაცემები ადასტურებენ ორი β -გლუკოპირანოზის $\delta(H)$ 4.52 (H-C(1'')), 4.22 (H-C(1')) და ერთი α -რამნოპირანოზის $\delta(H)$ 5.21 (H-C(1''')) ნაშთების არსებობას. გლუკოზის მოლეკულის მეოთხე ნახშირბად ატომის ქიმიური ძვრადობები სუსტ ველში (H-C(4'')) (δ 4.12) და C(4'') (δ 77.8)) მიუთითებენ მასში სულფატური ჯგუფის არსებობაზე (Hirai et al., 1986). მონოშაქრების ჩანაცვლების თანმიმდევრობა დადგინდა HMBC სპექტრით (სურათი 2.6), რომელიც უჩვენებს კორელაციურ პიკებს ანომერული პროტონების სიგნალებსა და გლიკოზილირებული ნახშირბადების რეზონანსებს შორის: $\delta(H)$ 4.52 (H-C(1'')) $\leftrightarrow\delta(C)$ 79.4 (C(3)), 5.21 (H-C(1''')) $\leftrightarrow$ 79.0 (C(2'')) და 4.22 (H-C(1')) $\leftrightarrow$ 75.8 (C(26)).

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე, ფუროსტანი 1-ის სტრუქტურა დადგინდა, როგორც: *26-O- β -D-გლუკოპირანოზილ (25R), ფუროსტ-5(6), 20(22)-დიენ-3 β ,26-დიოლ 3-O- α -L-რამნოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 2)-O-4-სულფო- β -D-გლუკოპირანოზიდი*.

სურათი 2.5



ფუროსტანი 1-ის HSQC სპექტრი



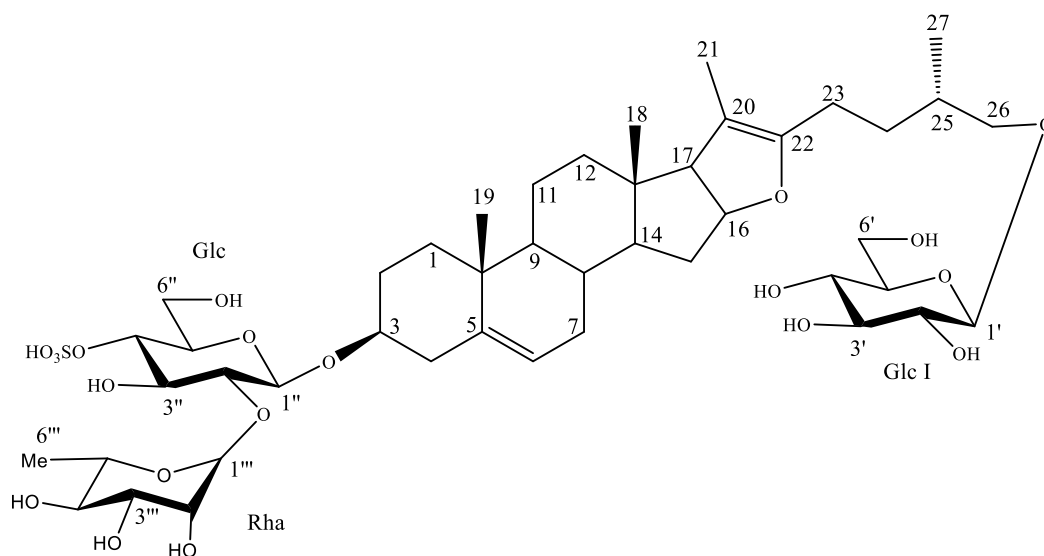
ფუროსტანი 1-ის HMBC სპექტრი

ფუროსტანი 1 აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1	38.4	1.88, m, 1.08, m	15	34.9	2.17, m, 1.41, m
2	30.5	1.92, m, 1.61, m	16	85.6	4.71, m
3	79.4	3.60, m	17	65.7	2.49, d, (10.0)
4	39.4	2.45, dd, (13.0, 2.5), 2.30, t, (13.0)	18	14.7	0.71, s
5	142.2	-	19	20.0	1.05, s
6	122.6	5.38, br d, (4.5)	20	105.1	-
7	33.0	2.02 (2H), m	21	12.0	1.61, s
8	32.8	1.67, m	22	152.6	-
9	51.4	0.98, m	23	23.9	2.13 (2H), m
10	37.5	-	24	31.4	1.64, m, 1.25, m
11	21.7	1.57 (2H), m	25	34.1	1.77 m
12	40.6	1.83 m, 1.28 m	26	75.8	3.71, dd, (10.5, 6.0), 3.36, m
13	44.1	-	27	17.4	0.95, d, (6.6)
14	56.1	1.05, m			

ფუროსტანი 1 მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Rha	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Glc I	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1''	100.2	4.52, d, (7.8)	1'''	102.0	5.21, d, (1.5)	1'	104.5	4.22, d, (7.9)
2''	79.0	3.44	2'''	72.2	3.90	2'	75.2	3.17
3''	78.0	3.79	3'''	72.4	3.66	3'	78.1	3.34
4''	77.8	4.12	4'''	74.0	3.38	4'	71.7	3.27
5''	75.8	3.40	5'''	69.8	4.11	5'	77.9	3.25
6''	62.4	3.87, 3.74	6'''	18.2	1.24	6'	62.9	3.84, 3.66



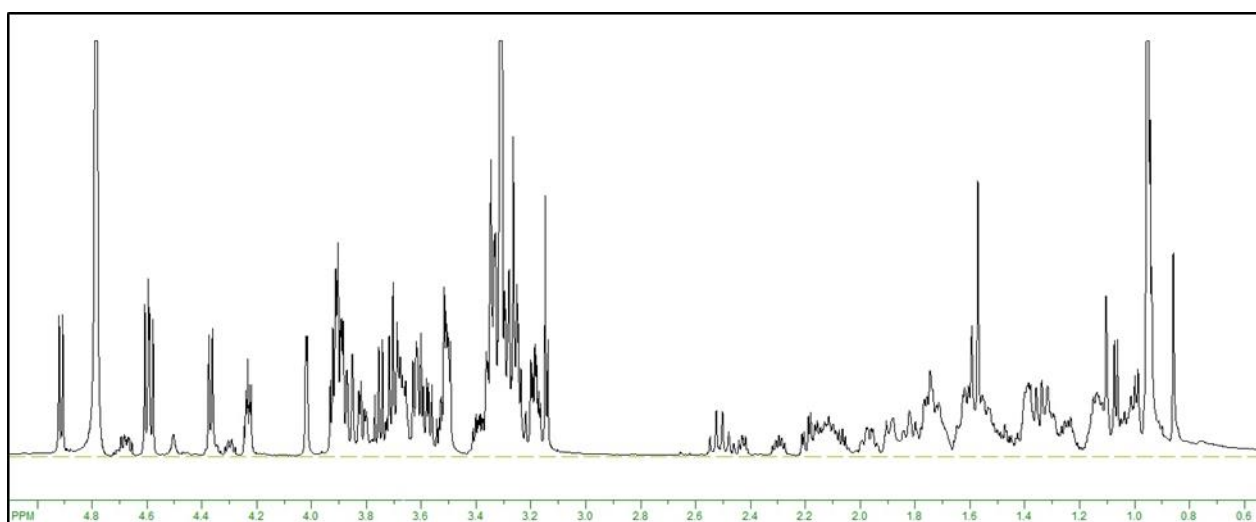
ფუროსტანი 1

ფუროსტანი 2-ის ფორმულა მაღალი რეზოლუციის მას-სპექტრული ექსპერიმენტით (HR-TOF-MS) აღიწერა როგორც $\text{C}_{56}\text{H}_{91}\text{O}_{28}$ (m/z 1211.2540 $[M+H]^+$). დადებითი მას-სპექტრი უჩვენებს ნივთიერების ძირითად პიკს m/z 965, რომელიც შეესაბამება $[M+H]^+$. მის მას-მას-სპექტრული (MS/MS) ანალიზით აღიბეჭდება ფრაგმენტაციული პიკი m/z 1049 $[M+H-162]^+$, რომელიც მიუთითებს მონოსაქარიდის მოცილებას, ხოლო m/z 917 $[M+H-162-132]^+$, m/z 775

$[M+H-162 \times 2-132]^+$, m/z 593 $[M+H-162 \times 3-132]^+$ და m/z 431 $[M+H-162 \times 4-132]^+$ უზენებენ პენტოზის, ერთი, ორი და სამი ჰექსოზის მოხლეჩას, შესაბამისად.

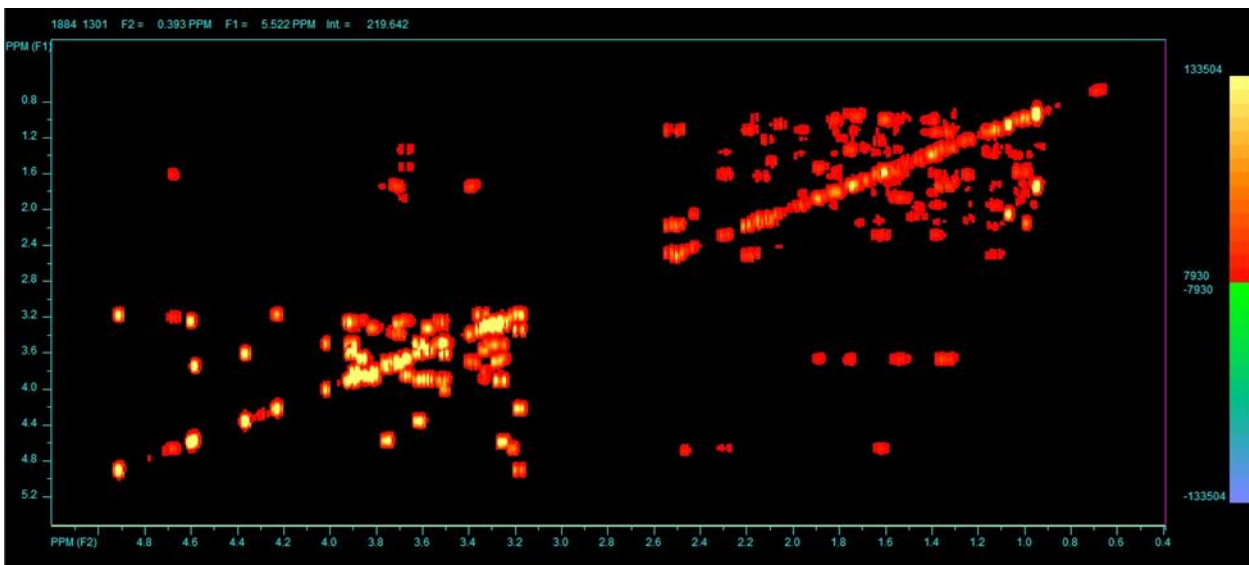
ფუროსტანი 2-ის 1H -ბმრ სპექტრში ჩანს სამი მეოთხეული $\delta(H)$ 0.85 (3H, *s*, Me(19)), 0.94 (3H, *s*, Me(18)), 1.57 (3H, *s*, Me(21)) და ერთი მეორეული მეთილის ჯგუფის $\delta(H)$ 0.95 (3H, *d*, $J = 6.6$ Hz, Me(27)), ორი მეთინის პროტონის $\delta(H)$ 3.66 (1H, *m*, H-C(3)), 4.66 (1H, *m*, H-C(16)), ორი მეთილენის პროტონის $\delta(H)$ 3.70 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$ Hz, H_a-C(26)), 3.38 (1H, *m*, H_b-C(26)) სიგნალები (სურათი 2.7, ცხრილი 2.4). აგლიკონური ნაწილის ^{13}C -ბმრ სპექტრში აღინიშნება კეტო ჯგუფის $\delta(C)$ 215.9 (C(12)), ორმაგი ბმის $\delta(C)$ 103.9 (C(20)), 153.5 (C(22)), ორი მეორეული $\delta(C)$ 78.9 (C(3)), 83.8 (C(16)) და ერთი პირველადი სპირტული ფუნქციის $\delta(C)$ 75.6 (C(26)) სიგნალები, რომელიც მიუთითებენ კეტო ჯგუფის შემცველი სტეროიდის ფუროსტანოლურ ბუნებაზე (ცხრილი 2.4). 25*R* კონფიგურაცია დადგინდა H_{a,b}-C(26) პროტონების სხვაობით ($\Delta_{ab} = 0.32$ ppm). 1H - და ^{13}C -ბმრ სპექტრების ქიმიური ძვრადობები $\delta(H)$ 1.13 (1H, *m*, H-C(5)) და $\delta(C)$ 45.6 (C(5)) უზენებენ, რომ სტეროიდი 5 α -რიგისაა (Skhirtladze et al., 2015). ფუროსტანი 2-ის აგლიკონი იდენტიფიცირებულ იქნა, როგორც (25*R*), 5 α -ფუროსტ-20(22)-ენ-3 β ,26-დიოლ 12-ონი – ფსევდოჰეკოგენინი (Wang et al., 1997)

სურათი 2.7



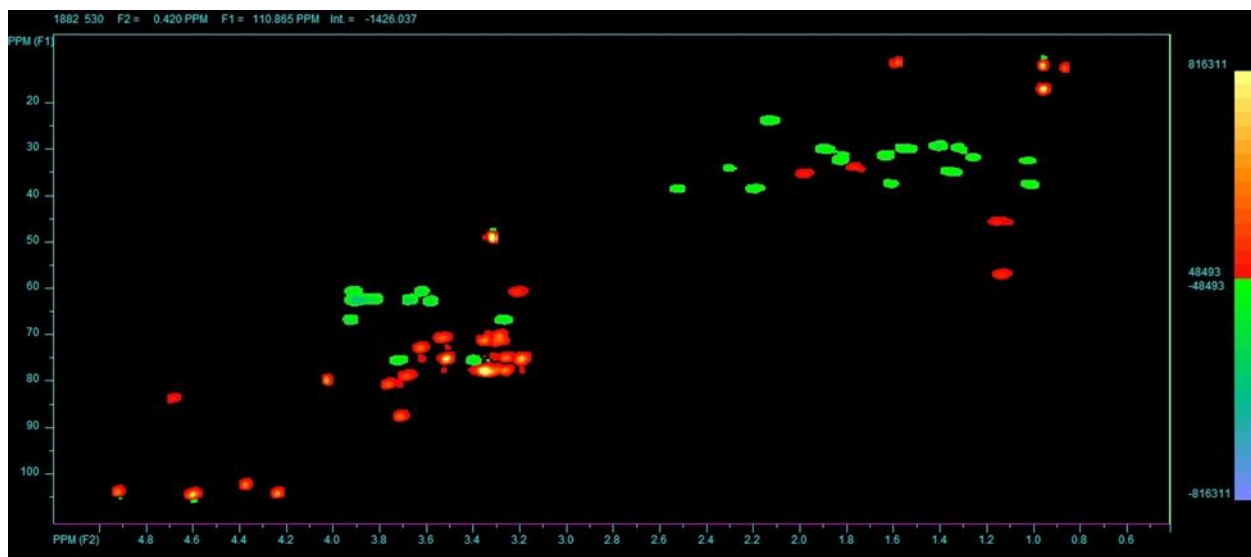
ფუროსტანი 2-ის 1H NMR სპექტრი

სურათი 2.8

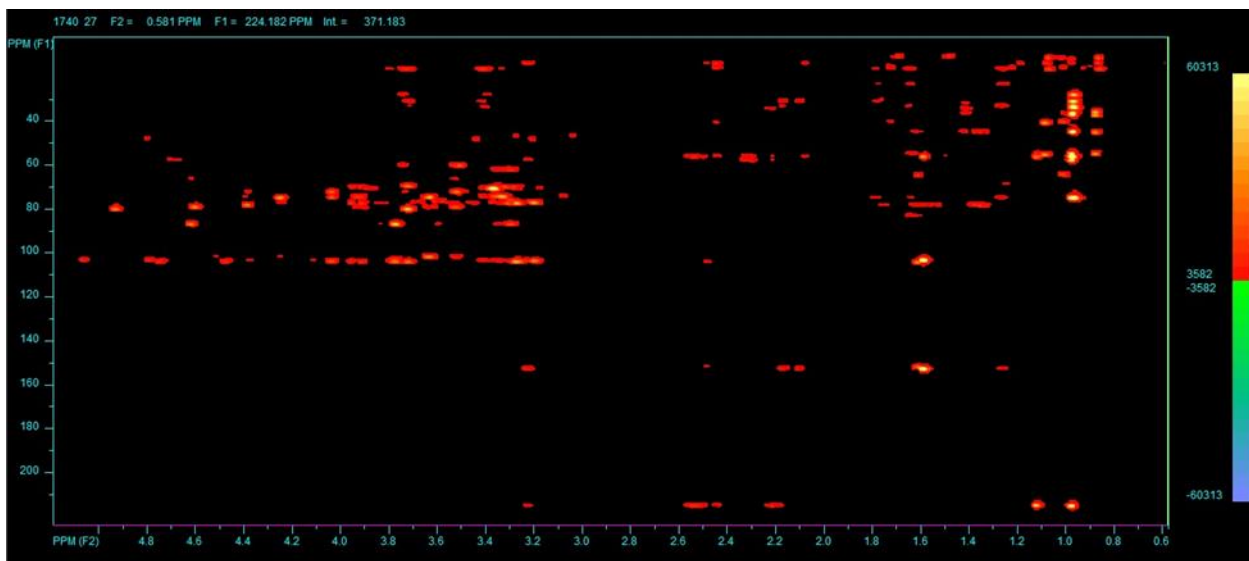


ფუროსტანი 2-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.9



ფუროსტანი 2-ის HSQC სპექტრი



ფუროსტანი 2-ის HMBC სპექტრი

ფუროსტანი 2-ის HSQC სპექტრში აღინიშნება ხუთი გადაკვეთის პიკი $\delta(\text{H})/\delta(\text{C})$ 4.91 (1H, $d, J = 8.0$ Hz)/104.0, 4.60 (1H, $d, J = 7.8$ Hz)/104.7, 4.58 (1H, $d, J = 7.7$ Hz)/104.3, 4.52 (1H, $d, J = 7.7$ Hz)/102.4 და 4.22 (1H, $d, J = 7.9$ Hz)/104.3 (სურათი 2.9), რომლებიც უზენაეს ხუთი მონოსაქარიდის არსებობას. ორგანოზომილებიანი NMR სპექტრების (სურათი 2.8, 2.9, 2.10) ერთობლიობით დადგინდა, რომ შაქროვანი ნაშთი წარმოდგენილია სამი β -D-გლუკოპირანოზით, ერთი β -D-გალაქტოპირანოზით და ერთი β -D-ქსილოპირანოზით (ცხრილი 2.5). მონოშაქრების ჩანაცვლების თანმიმდევრობა დადგინდა HMBC სპექტრით (სურათი 2.10), რომელიც უზენაეს კორელაციურ პიკებს ანომერული პროტონების სიგნალებსა და გლიკოზილირებული ნახშირბადების რეზონანსებს შორის $\delta(\text{H}) \leftrightarrow \delta(\text{C})$ 4.52 (H-C(1'')) $\leftrightarrow$ 78.9 (C(3)), 4.22 (H-C(1')) $\leftrightarrow$ 78.9 (C(26)), 4.58 (H-C(1''')) $\leftrightarrow$ 79.9 (C(4'')), 4.91 (H-C(1'''')) $\leftrightarrow$ 80.8 (C(2''')), 4.60 (H-C(1''''')) $\leftrightarrow$ 87.6 (C(4'''))).

ფუროსტანი 2 დახასიათებულია როგორც: *(25R)*-26-*O*- β -D-გლუკოპირანოზილ-5 α -ფუროსტან-20(22)-ენ-3 β ,26-დიოლ-12-ონ-3-*O*- β -D-ქსილოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 2)-*O*-[β -D-გლუკოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 3)]-*O*- β -D-გლუკოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 4)-*O*- β -D-გალაქტოპირანოზიდი.

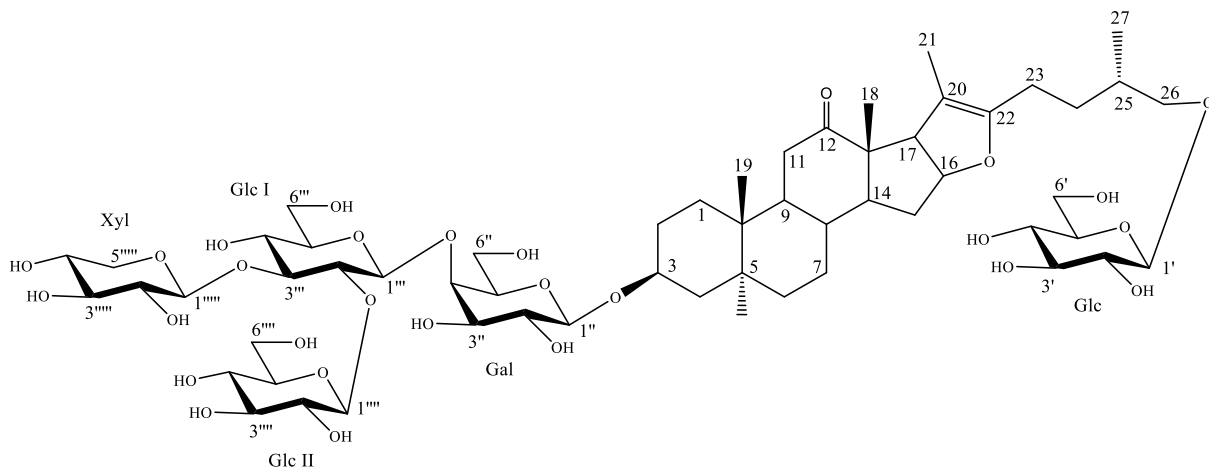
ფუროსტანი 2 აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1	37.6	1.59, m, 1.00, m	15	34.3	2.29, m, 1.61, m
2	30.1	1.88, m, 1.54, m	16	83.8	4.66, m
3	78.9	3.66, m	17	56.8	3.20, d, (10.0)
4	35.1	1.75, m, 1.33, m	18	14.4	0.94, s
5	45.6	1.13, m	19	12.5	0.85, s
6	29.4	1.39 (2H), m	20	103.9	-
7	32.0	1.80, m, 1.24, m	21	11.4	1.57, s
8	35.4	1.96, m	22	153.5	-
9	57.0	1.12, m	23	23.9	2.11 (2H), m
10	37.3	-	24	31.6	1.61 (2H), m
11	38.7	2.50, m, 2.17, m	25	33.9	1.75, m
12	215.9	-	26	75.6	3.70, dd, (10.5, 6.0), 3.38, m
13	58.4	-	27	17.2	0.95, d, (6.6)
14	55.6	1.37, m			

ფუროსტანი 1 მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

Gal	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Glc I	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Glc II	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1''	102.4	4.52, d, (7.7)	1'''	104.3	4.58, d, (7.7)	1''''	104.0	4.91, d, (8.0)
2''	72.8	3.60	2'''	80.8	3.74	2''''	75.3	3.18
3''	75.3	3.50	3'''	87.6	3.69	3''''	77.8	3.33
4''	79.9	4.01	4'''	70.4	3.26	4''''	71.3	3.31
5''	75.2	3.49	5'''	77.6	3.28	5''''	77.7	3.27
6''	60.8	3.89, 3.60	6'''	62.9	3.88, 3.56	6''''	62.4	3.87, 3.81

Xyl	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1''''	104.7	4.60, d, (7.8)	1'	104.3	4.22, d, (7.9)
2''''	75.0	3.24	2'	75.2	3.17
3''''	77.8	3.32	3'	78.1	3.34
4''''	70.7	3.51	4'	71.7	3.27
5''''	67.0	3.90, 3.25	5'	77.9	3.25
			6'	62.9	3.84, 3.66



ფურსტანი 2

ქვემოთ მოგვყავს *Tribulus terrestris*-ის ფოთლებიდან ჩვენს მიერ გამოყოფილი და დახასიათებული ცნობილი გლიკოზიდების სპექტრული ანალიზის მონაცემები:

პროტოტრიბესტინი: ESI-MS m/z 983 $[M+H]^+$ ($C_{45}O_{21}H_{74}S$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 0.84 (3H, *s*, Me(18)), 1.05 (3H, *s*, Me(19)), 1.00 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.60 (1H, *m*, H-C(3)), 5.38 (1H, *br d*, $J = 4.5$, H-C(6)), 4.37 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.44 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.52 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Glc), 5.21 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.22 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (De Combarieu et al., 2003).

პროტოდიოსცინი: ESI-MS m/z 1049 $[M+H]^+$ ($C_{51}O_{22}H_{84}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 0.84 (3H, *s*, Me(18)), 1.05 (3H, *s*, Me(19)), 1.00 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.60 (1H, *m*, H-C(3)), 5.38 (1H, *br d*, $J = 4.5$, H-C(6)), 4.37 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.44 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.49 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Glc), 5.20 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.84 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (De Combarieu et al., 2003).

ფსევდოპროტოდიოსცინი: ESI-MS m/z 1031 $[M+H]^+$ ($C_{51}O_{21}H_{82}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 0.73 (3H, *s*, Me(18)), 1.04 (3H, *s*, Me(19)), 1.61 (3H, *s*, Me(21)), 0.94 (3H, *d*, $J = 6.6$, Me(27)), 3.59 (1H, *m*, H-C(3)), 5.39 (1H, *br d*, $J = 4.5$, H-C(6)), 4.73 (1H, *m*, H-C(16)), 3.75 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.43 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.49 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Glc), 5.20 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.84 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (Hirai et al., 1986).

ქლორომალოზიდი E: ESI-MS m/z 1345 $[M+H]^+$ ($C_{61}O_{32}H_{100}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 1.11 (3H, *s*, Me(18)), 0.97 (3H, *s*, Me(19)), 1.08 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.68 (1H, *m*, H-C(3)), 4.50 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.39 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.43 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Gal), 5.18 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.46 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc), 4.60 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl), 4.82 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (Wang et al., 2009).

ტერესტრინი B: ESI-MS m/z 1331 $[M+H]^+$ ($C_{61}O_{31}H_{102}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 0.81 (3H, *s*, Me(18)), 0.86 (3H, *s*, Me(19)), 1.00 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.67 (1H, *m*, H-C(3)), 4.39 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.39 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.43 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Gal), 5.18 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.46 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc), 4.60 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl), 4.82 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (Wang et al., 2009).

ტერესტოზიდი A: ESI-MS m/z 1313 $[M+H]^+$ ($C_{61}O_{30}H_{100}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 0.71 (3H, *s*, Me(18)), 0.87 (3H, *s*, Me(19)), 1.61 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.67 (1H, *m*, H-C(3)), 4.73 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.39 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.43 (1H, *d*, $J = 7.8$, H-C(1) Gal), 5.18 (1H, *d*, $J = 1.5$, H-C(1) Rha), 4.46 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc), 4.60 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl), 4.82 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc I) (Wang et al., 2009).

პოლიანთოზიდი D: ESI-MS m/z 1229 $[M+H]^+$ ($C_{56}O_{29}H_{92}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz): 1.11 (3H, *s*, Me(18)), 0.97 (3H, *s*, Me(19)), 1.08 (3H, *d*, $J = 7.0$, Me(21)), 0.95 (3H, *d*, $J = 6.7$, Me(27)), 3.68 (1H, *m*, H-C(3)), 4.50 (1H, *m*, H-C(16)), 3.73 (1H, *dd*, $J = 10.5, 6.0$, Ha-C(26)), 3.39 (1H, *m*, Hb-C(26)), 4.37 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Gal), 4.58 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Glc), 4.60 (1H, *d*, $J = 7.7$, H-C(1) Xyl), 4.91 (1H, *d*, $J = 8.0$, H-C(1) Glc I), 4.23 (1H, *d*, $J = 7.9$, H-C(1) Glc II) (Jin et al., 2004).

2.3.5 კუროსთავის ნაყოფების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება

კუროსთავის ჰაერმშრალი დაწვრილმანებული ნაყოფების 100 გ ვათავსებდით სოქსლეტის ტიპის აპარატში და ვწლილავდით ჯერ პეტროლეინის ეთერით 16 სთ–ის განმავლობაში შემდეგ ქლოროფორმით. ცხიმოვანი და ლიპოფილური ნივთიერებებისგან განთავისუფლებულ ნედლეულს ვაშრობდით ჰაერზე, ვათავსებდით მრგვალძირა კოლბაში, ვუმატებდით 75 %-იან ეთანოლს და ექსტრაქციას ვაწარმოებდით წყლის აბაზანაზე გაცხელებით 3ჯერ. გაერთიანებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით, ვასქელებდით ვაკუუმ–როტაციულ აპარატზე სპირტის სრულ მოცილებამდე და ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. ვღებულობდით 5 გ ლიპიდებს და გლიკოზიდების გამდიდრებულ ჯამს 7 გ.

კუროსთავის ნაყოფების სტეროიდული გლიკოზიდების რაოდენობითი ანალიზი ჩავატარეთ ისე, როგორც ეს აღწერილია ფოთლების შემთხვევაში (გვ 49). ნაყოფის ექსტრაქტში აღმოჩნდა 1.35 % სტეროიდების ჯამი, ხოლო ქლოროფორმით გასუფთავებულ ჯამში 45.5 %.

სტეროიდების ჯამი გადაგვკონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, რომელსაც ვამუშავებდით წყლით, 35 % და 80 % მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს ვასქელებდით ვაკუუმ–როტაციულ აპარატზე სპირტის სრულ მოცილებამდე, ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. შედეგად ვღებულობდით 35 % ელუანტს 1.3გ ოდენობით, ხოლო 80 % - 3.1 გ.

ინდივიდუალური კომპონენტების მისაღებად, სტეროიდული გლიკოზიდების 80% მეთანოლიანი ელუატის 3 გ ჯამის ქრომატოგრაფირებას ვაწარმოებდით Sefadex LH-20-ის (5X100 სმ) და სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე (2,5X100 სმ). ელუირებას ვახდენდით სისტემით ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3. შედეგად მიღებული იქნა 5 ფუროსტანოლური გლიკოზიდი. ისინი შეესაბამებიან ფოთლებიდან იზოლირებულ გლიკოზიდებს და დახასიათებულნი არიან, როგორც:

1. 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6)-ენ,3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი, პროტოდოსცინი (4.2 მგ) (De Combarieu et al., 2003);
2. 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6)-ენ, 3β, 26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი, ფსევდოპროტოდოსცინი (17.4 მგ) (Hirai et al., 1986);
3. 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6)-ენ,3β,22α,26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-4-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი, პროტოტრიბესტინი (3.6 მგ) (De Combarieu et al., 2003);
4. 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან- 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი, ტერესტრინინ B (2.1 მგ) (Wang et al., 2009);
5. 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β, 26-დიოლ, 21(22)-ენ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი, ტერესტროზიდი A (6.2 მგ) (Wang et al., 2009);

2.3.6 კუროსთავის ღეროების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება

ჰაერმშრალ, დაწვრილმანებულ ღეროების 100 გ ვწვლილავდით 75% მეთანოლით 3-ჯერ, მიღებულ ექსტრაქტებს ვასქელებდით სპირტის სრულ მოცილებამდე, შემდეგ ვასუფთავებდით ქლოროფორმით, გამხსნელს გადავდენიდი და ნაშთს ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. ვღებულობდით 3 გ ჯამს.

ღეროების სტეროიდული გლიკოზიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა იგივე მეთოდით ჩავატარეთ, როგორც ფოთლებში (გვ 49). ექსტრაქტში აღმოჩნდა 0.33% სტეროიდების ჯამი, ხოლო ქლოროფორმით გასუფთავებულ ჯამში 13.8%.

ღეროების ქლოროფორმით გასუფთავებულ ჯამი გადაგვქონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, რომელსაც ვამუშავებდით წყლით, 35% და 80% მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს ვასქელებდით, ვაშრობდით ვაკუუმ მაშრობ კარადაში. ვღებულობდით 35% 0.55 გ , ხოლო 80% - 1.62 გ.

ღეროების 80 % ელუანტის ფრაქციონირებას ვახდენდით Sephadex LH-20 და სილიკაგელის სვეტებზე. შედეგად გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია 3 ფუროსტანოლური გლიკოზიდი:

- 1) 25(R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6)-ენ, 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი, პროტოდიოსცინი (5.1 მგ) (De Combarieu et al., 2003);
- 2) 25(R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6)-ენ, 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-4-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი, პროტოტრიბესტინი (3.2 მგ) (De Combarieu et al., 2003);
- 3) 25(R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6),20(22)-დიენ, 3β, 26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-4-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი (6.7 მგ).

ღეროებიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებული გლიკოზიდები შეესაბამება ფოთლებიდან მიღებულ ნივთიერებებს.

2.3.7 კუროსთავის ფესვების ფუროსტანოლური გლიკოზიდების გამოყოფა და ინდივიდუალური კომპონენტების მიღება

ჰაერმშრალი, დაწვრილმანებული ფესვების 500 გ ვწვლილავდით 75% მეთანოლით 3 ჯერადად, 2-ჯერ ოთახის ტემპერატურაზე და შემდეგ მდუღარე წყლის აბაზანაზე გამხსნელის დუდილის ტემპერატურამდე. გაერთიანებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით,

ვასკელუბდით სპირტის სრულ მოცილებამდე, შემდეგ ვასუფთავებდით ქლოროფორმით, გამხსნელს გადავდენიდი და ნაშთს ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. შედეგად ვღებულობდით 20 გ გამდიდრებულ ჯამს.

ფუროსტანოლების რაოდენობრივ ანალიზს ვატარებდით ისე როგორც ფოთლების შემთხვევაში (გვ. 49) ფესვების ექსტრაქტში სტეროიდული გლიკოზიდები 1.0% აღმოჩნდა, ხოლო გასუფთვებულ ჯამში 25%.

ინდივიდუალური კომპონენტების მისაღებად, ვაწარმოებდით მიღებული ჯამის ფრაქციონირებას სვეტური (Diaion HP-20, Sephadex LH-20 და სილიკაგელი) ქრომატოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით.

მიღებული გამშრალი მასა გადაგვქონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, ელუირებას ვახდენდით წყლით, 35% და 80% მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს ვასკელუბდით და ვაშრობდით ვაკუუმ მაშრობ კარადაში. შედეგად ვღებულობდით 35% ელუანტს 2.3. გ ხოლო 80% - 8.6 გ.

ფესვების 80% ელუატის 3 გ ვყოფდით Sephadex LH-20-ის სვეტზე (5X100 სმ). მეთანოლით. მიღებულ გამდიდრებულ სტეროიდულ ჯამებს ვატარებდით სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე (2,5X100 სმ). ელუირებას ვახდენდით სისტემით ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3; შედეგად მიღებული იქნა 5 ძირითადი ფუროსტანოლური გლიკოზიდი:

- 1) 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტ-20(22)-ენ, 12-ონ, 3β, 26-დიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (2.3 მგ) (Skhirtladze et. al. 2017);
- 2) 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან- 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი, ტერესტრინინ B (2.2 მგ) (Wang et al., 2009);
- 3) 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ, 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-

გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-

გალაქტოპირანოზიდი, ქლორომალოზიდი E (2.1 მგ) (Wang et al., 2009);

4) 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-3β, 26-დიოლ, 21(22)-ენ-3-O-β-

D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-

გლუკოპირანოზილ-(1→4)-[O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-

გალაქტოპირანოზიდი, ტერესტროზიდი A (2.4 მგ) (Wang et al., 2009);

5) 25 (R) – 26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-5α-ფუროსტან-12-ონ, 3β, 22α, 26-ტრიოლ-3-O-

β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→3)-[O-β-D-ქსილოპირანოზილ-(1→2)]-O-β-D-

გლუკოპირანოზილ-(1→4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი, პოლიანთოზიდი D (2.6 მგ)

(Jin et al., 2004).

ხუთივე ფუროსტანოლური გლიკოზიდი ფოთლებიდანაც არის გამოყოფილი და დახასიათებული.

ცალკეული ორგანოების წონითი შეფარდება და თითოეულ მათგანში სტეროიდული გლიკოზიდების შემცველობა განვსაზღვრეთ თბილისის მიდამოებში შეგროვილ მცენარეულ ნედლეულში, ხოლო ექსტრაქტების მიღება და ინდივიდუალური ნივთიერებების გამოყოფა ჩავატარეთ სამტრედიის რაიონში შეგროვილ ნედლეულიდან. ამიტომ, მიღებული შედეგების განსხვავება შეიძლება აიხსნას სხვადასხვა კლიმატური და ნიადაგობრივი პირობების ზემოქმედებით.

2.4 *Tribulus terrestris* - კუროსთავის ფლავონოიდური გლიკოზიდები

როგორც აღინიშნა, *Tribulus terrestris* სტეროიდშემცველი მცენარეა, შეიცავს აგრეთვე სხვადასხვა ქიმიური კლასის ნივთიერებებს, მათ შორის ფენოლური ბუნების. ლიტერატურული მონაცემებით და ჩვენი წინასწარი გამოკვლევებით საქართველოში მოზარდ კუროსთავში ფლავონოიდების არსებობაა დადასტურებული. ვაგრძელებდით რა კვლევებს ამ მიმართულებით ახალი მონაცემები მივიღეთ.

განსაკუთრებით საყურადღებოა, რომ კუროსთავის ფლავონოიდებში შედარებით იშვიათი მონოსაქარიდის აპიოზას შემცველი ფლავონოიდური გლიკოზიდები აღმოჩნდა, რომელთაც ჩვენ აპიოტრიბოზიდები ვუწოდეთ.

2.4.1 კუროსთავის ფოთლების ფენოლური ნივთიერებების HPLC ანალიზის პირობების შერჩევა და თვისობრივი შედგენილობის განსაზღვრა

კუროსთავის ფოთლების ჰაერმშრალი, დაწვრილმანებული ფოთლების 100 გ ვწვლილავდით 75% მეთანოლით 4 ჯერადად, 3-ჯერ ოთახის ტემპერატურაზე და შემდეგ მდუღარე წყლის აბაზანაზე გამხსნელის დუდილის ტემპერატურამდე 2 სთ-ის განმავლობაში. გაერთიანებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით, ვასქელებდით სპირტის სრულ მოცილებამდე, დარჩენილ წყლიან სითხეს ვწვლილავდით ქლოროფორმით, გამხსნელს გადავდენდით და ნაშთს ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. გამშრალი მასა გადაგვქონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, ელუირებას ვახდენდით წყლით, 35% და 80% მეთანოლით. მიღებული ფრაქციებიდან სპირტს გამოვხდიდით, ვაშრობდით ვაკუუმ-მაშრობ კარადაში. მიღებულ 35% ჯამის შესწავლას ვახდენდით HPLC ანალიზის გამოყენებით.

ქრომატოგრაფიული ანალიზი განხორციელდა Agilent 1100 სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე, რომელიც აღჭურვილია ტუმბოთი, მექანიკური ინჟექტორით, დეგაზატორით და ფოტოდიოდულ ადმრიცხველი დეტექტორით.

მობილურ ფაზად ვიყენებდით სისტემას: აცეტონიტრილი-წყალი გრადიენტულ პირობებში. სვეტის ეფექტურობის გაზრდისათვის, მობილურ ფაზაში წყალსა და აცეტონიტრილს ვამჟავებდით 0,05% ტრიფტორმმარმჟავით (TFA). მობილური ფაზის გამხსნელებს Milliphor 0,45 მკმ ზომის ფილტრში ვფილტრავდით და დეგაზაციისთვის ულტრაბგერით აბაზანაში ვათავსებდით, დეტექტირებას ვახდენდით 365, 254 და 210 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

ცხრილი 2.6

კუროსთავის ფოთლების ექსტრაქტის Diaion HP-20 გატარებული 35% ჯამის HPLC დაყოფის გრადიენტული პირობები

T	A%	B%	T	A%	B%	T	A%	B%
I			II			III		
0	90	10	0	90	10	0	80	20
5	80	20	20	60	40	20	60	40
25	55	45	35	40	60	40	40	60
40	40	60	50	20	80	60	20	80
60	20	80						

სადაც:

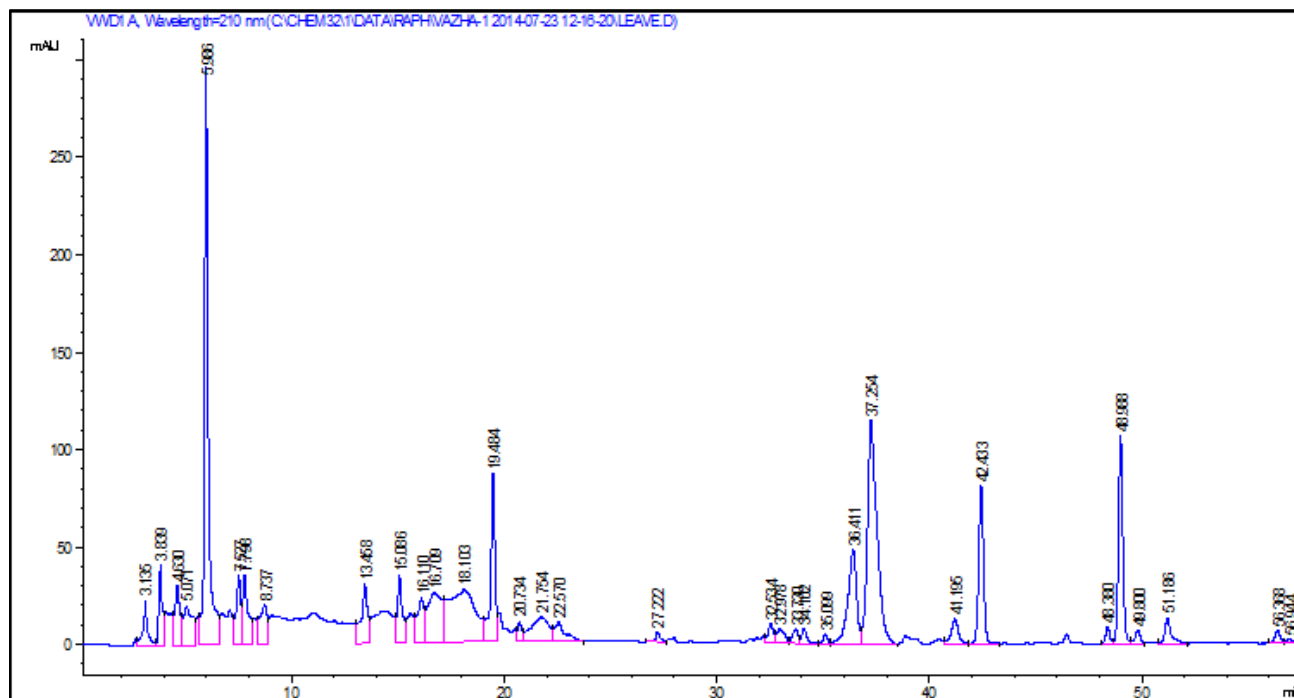
T - ანალიზის ხანგრძლივობა (წთ)

A - წყალი + 0,05% TFA

B - აცეტონიტრილი + 0,05% TFA

მობილური ფაზის სხვადასხვა თანაფარდობებიდან დაყოფისათვის ყველაზე ეფექტური III გრადიენტული სისტემა აღმოჩნდა:

0 წთ	20 წთ	40 წთ	60 წთ
20% B	40% B	60% B	80% B



კუროსთავის ფოთლების ექსტრაქტის Diaion HP-20 გატარებული 35% ფრაქციის თვისობრივი HPLC ქრომატოგრამა (210 nm)

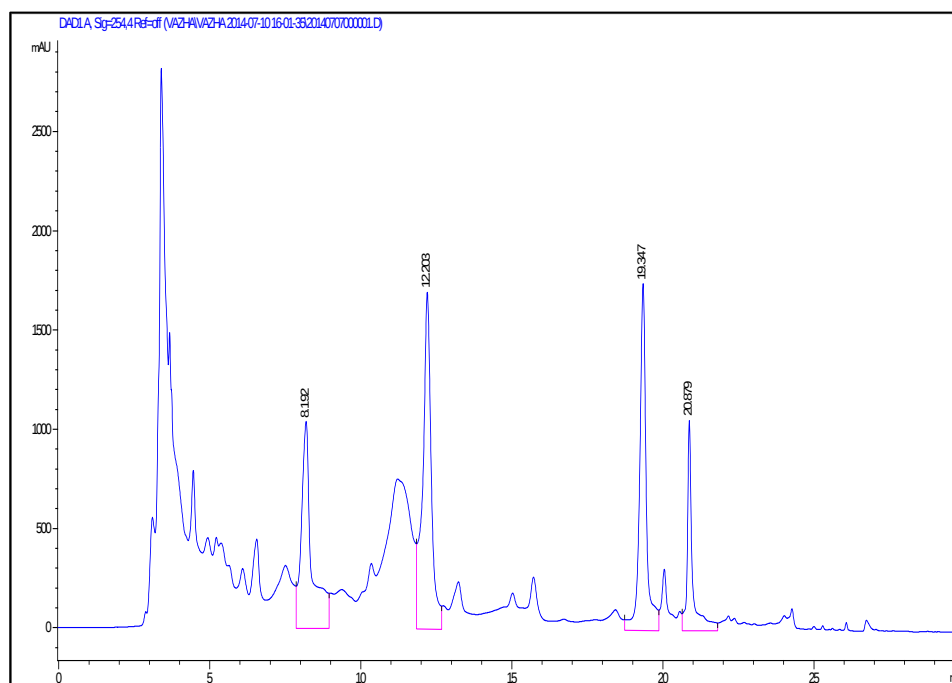
როგორც ქრომატოგრამიდან ჩანს, კუროსთავის ფოთლების 35 %-იან ფრაქციაში აღინიშნება 6 დომინანტი და 28 მინორული ფენოლური ბუნების ნივთიერების არსებობა. ფრაქციაში ჭარბობენ შედარებით არაპოლარული ნივთიერებები.

2.4.2 კუროსთავის ფოთლების ფლავონოიდური გლიკოზიდების დაყოფა HPLC გამოყენებით

კუროსთავის ფოთლების 35% ფრაქციის დაყოფა განხორციელდა Agilent 1100 სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე. გამდიდრებული ფრაქციის ქრომატოგრაფიულ დაყოფას ვაწარმოებდით შებრუნებული ფაზის სვეტზე C^{18} (4,6X250 მმ). მობილური ფაზის დინების სიჩქარე 1.00 მლ/წთ შეადგენდა. ფლავონოიდური შენაერთების ჯამიდან 20 მგ/მლ კონცენტრაციის ხსნარს ვამზადებდით. ხსნარის სვეტში შეყვანა ხდებოდა 20 მკლ რაოდენობით, დაყოფა მიმდინარეობდა 60 წთ-ის განმავლობაში 80-150 Bar წნევის პირობებში. დეტექტირებას ვახდენდით 365, 254 და 210 ნმ ტალღის

სიგრძეზე. გამხსნელებს 72 გვ-ზე აღწერილი მეთოდის მიხედვით ვამუშავებდით. გრადიენტული სისტემა წინასწარ იქნა შერჩეული.

სურათი 2.12



კუროსთავის ფოთლების 35 % ფრაქციის HPLC ქრომატოგრამა

HPLC დაყოფით მიღებულია 3 ინდივიდუალური კომპონენტი, რომელთა შეკავების დროებია 12.20, 19.34 და 20.87 წთ.

კუროსთავის ფოთლების Diaion HP-20 გატარებული 35% ფრაქციის 3 გ გამდიდრებული ჯამის დაყოფას ვაგრძელებდით Sephadex LH-20-ის სვეტზე (5X100 სმ). შემდგომში სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე (2,5X100 სმ). ელუირებას ვახდენდით სისტემით ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3; 10-10 მლ ფრაქციებს ვაგროვებდით.

HPLC და სვეტური ქრომატოგრაფული დაყოფით მიღებულია 10 ფლავონოიდური გლიკოზიდი, საიდანაც 4 აპიოზის შემცველი ახალი ორგანული ნივთიერებაა და აპიოტრიბოზიდი A, B, C, D ეწოდათ:

- 1) ქვერცეტინ 3-O- α -L-რამნოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-გლუკოპირანოზილ 7-O- β -D-გლუკოპირანოზიდი (6.0 მგ) (Nebieridze, 2015);

- 2) ქვერცეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[β-D-აპიოფურანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი *A* (7.2 მგ);
- 3) ქვერცეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი *B* (7.9 მგ);
- 4) იზორამნეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[β-D-აპიოფურანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი *C* (6.8 მგ);
- 5) იზორამნეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი *D* (8.2 მგ);
- 6) ქვერცეტინ 3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი (21.3 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 7) ქვერცეტინ 3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი (11.6 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 8) კემფეროლ-3-O-(6"-O-პარა-კუმაროილ-გლუკოზიდი) (8.1 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 9) იზორამნეტინ-3-O-რუტინოზიდი (7.0 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 10) კემფეროლ-3-O-რუტინოზიდი (10.9 მგ) (Saleh et al., 1982).

2.4.3 კუროსთავის ფოთლის ფლავონოიდური გლიკოზიდების

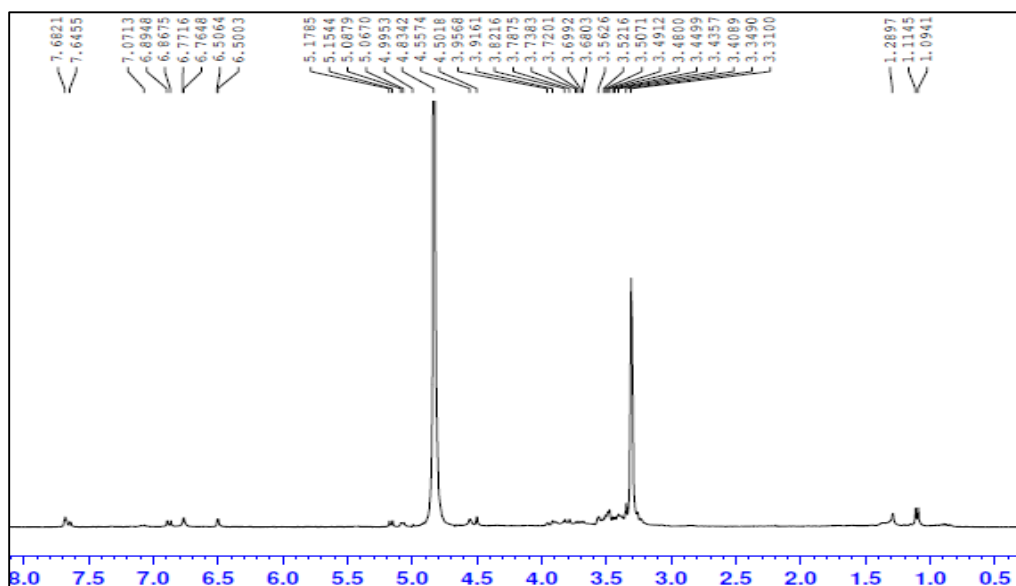
სტრუქტურის დადგენა

ფლავონოიდი 1-ის მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიით (HR-ESI-MS) აღმოჩნდა $C_{33}H_{40}O_{21}$ (m/z 795.1248 $[M+Na]^+$), რაც მიუთითებს ქვერცეტინის წარმოებული ტრიგლიკოზიდის არსებობაზე. 1H NMR სპექტრში ჩანს სამი შაქრის ანომერული სიგნალი $\delta(H)$ 5.17 (1H, d , $J = 7.8$ Hz, H-C(1'')), 5.08 (1H, d , $J = 7.8$ Hz, H-C(1''')) და 4.50 (1H, d , $J = 1.8$ Hz, H-C(1''')) (ცხრილი 2.7, სურათი 2.13). ქვერცეტინის C(3)-O და C(7)-O მდგომარეობებში ჩანაცვლებები დადგინდა HMBC კორელაციებით ანომერულ პროტონებსა და გლიკოზირებულ ნახშირბადებს შორის: $\delta(H)$ 5.17 H-C(1'') $\leftrightarrow$ $\delta(C)$ 135.1 C(3) და $\delta(H)$ 5.08 H-

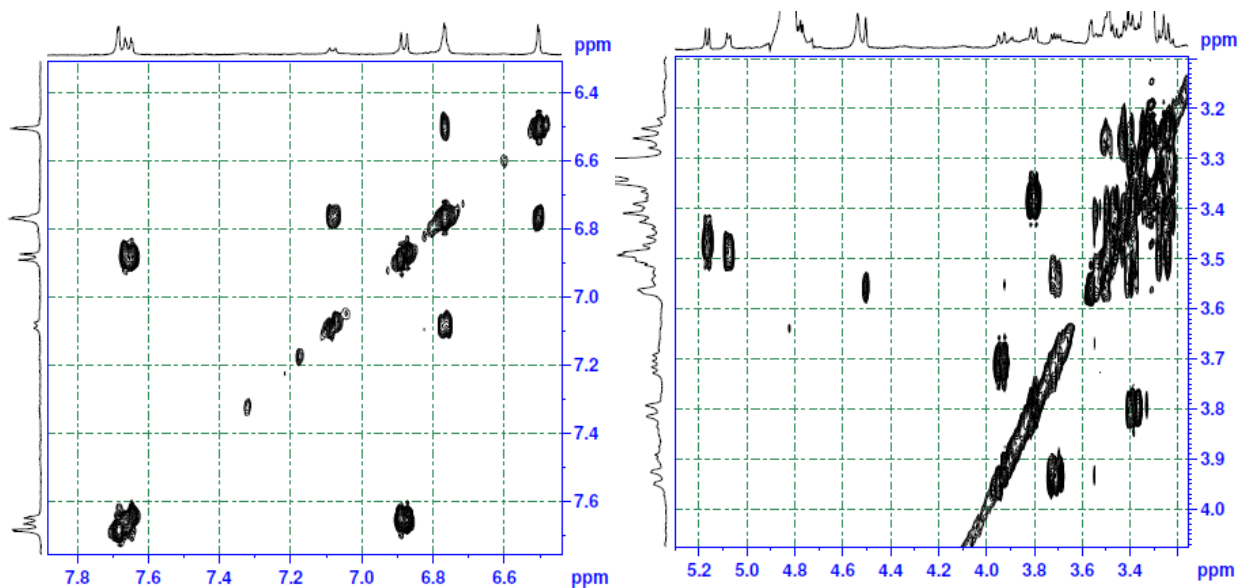
$C(1''') \leftrightarrow \delta(C)$ 162.8 $C(7)$ (ცხრილი 2.8). აღნიშნული, აგრეთვე, მტკიცდება 1H NMR სპექტრითაც, სადაც ქვერცეტიანის $H-C(6)$ და $H-C(8)$ პროტონების ქიმიური ძვრადობები აღიბეჭდება სუსტ ველში $\delta(H)$ 6.50 (1H, d , $J = 2.0$) და 6.77 (1H, d , $J = 2.0$), შესაბამისად. ^{13}C NMR სპექტრში $C(6'')$ ნახშირბად ატომის წანაცვლება სუსტ ველში ($\Delta\delta(C)=6.5$) მასში ჩანაცვლების მაჩვენებელია, რაც მტკიცდება HMBC კორელაციით ტერმინალური რამნოზის ანომერულ პროტონსა $\delta(H)$ 4.50 ($H-C(1''')$) და გლუკოზის მეექვსე ნახშირბად ატომს შორის $\delta(C)$ 68.7 ($C(6'')$), ასევე, გლუკოზის პროტონებსა $\delta(H)$ 3.81-3.37 ($H_{a,b}-C(6'')$) და რამნოზის ანომერულ ნახშირბადს შორის $\delta(C)$ 102.6 ($C(1''')$). გლუკოზისა და რამნოზის β - და α -კონფიგურაციები, შესაბამისად, დადგინდა 1H ბმრ სპექტრში შეწყვილების კონსტანტებით (7.8 და 1.8 Hz).

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე ფლავონოიდი 1 დახასიათდა, როგორც *ქვერცეტი 3-O- α -L-რამნოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-გლუკოპირანოზილ-7-O- β -D-გლუკოპირანოზიდი*.

სურათი 2.13



ფლავონოიდი 1-ის 1H NMR სპექტრი



ფლავონოიდი 1-ის COSY სპექტრის ფრაგმენტები

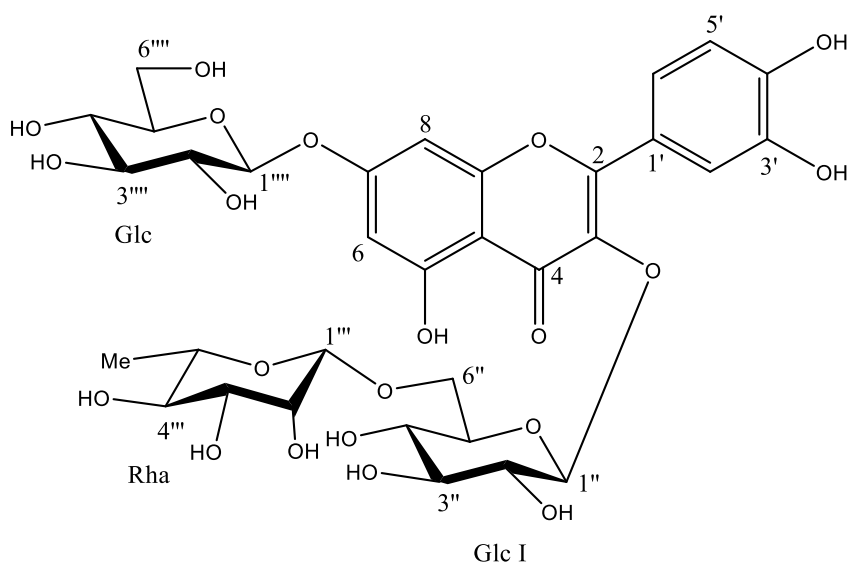
ფლავონოიდი 1-ის აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
2	158.2		1'	126.0	
3	135.1		2'	117.4	7.68, d, (2.0)
4	179.4		3'	146.0	
5	161.0		4'	149.9	
6	99.2	6.50, d, (2.0)	5'	116.2	6.89, d, (8.2)
7	162.8		6'	123.4	7.64, dd, (8.2, 2.0)
8	95.1	6.77, d, (2.0)			
9	157.4				
10	105.9				

ფლავონოიდი 1-ის მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz)

მონაცემები

Glc I	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Rha	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1"	104.7	5.17, d, (7.8)	1'''	102.6	4.50, d, (1.5)	1''''	102.3	5.08, d, (7.9)
2"	75.9	3.30, dd, (9.0, 7.8)	2'''	72.5	3.62, dd, (3.4, 1.5)	2''''	74.6	3.58, dd, (9.0, 7.9)
3"	77.4	3.45, dd, (9.0, 9.0)	3'''	72.4	3.52, dd, (9.4, 3.4)	3''''	77.4	3.53, dd, (9.0, 9.0)
4"	71.6	3.41, dd, (9.0, 9.0)	4'''	74.0	3.26, t, (9.4)	4''''	71.1	3.44, dd, (9.0, 9.0)
5"	78.3	3.30, m	5'''	69.9	3.47, dd, (9.0, 6.2)	5''''	78.3	3.48, m
6"	68.7	3.81, dd, (11.8, 2.0) 3.37, dd, (11.8, 4.5)	6'''	18.0	1.11, d, (6.2)	6''''	62.3	3.88, dd, (11.8, 2.0) 3.68, dd, (11.8, 4.5)



ფლავონოიდი 1

ფლავონოიდი 2 ყვითელი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიით (HR-ESI-TOF-MS) დადგინდა, როგორც $\text{C}_{31}\text{H}_{36}\text{O}_{20}$ (m/z 729.231 $[\text{M}+\text{H}]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტებს m/z 465 $[\text{M}-264+\text{H}]^+$ და m/z 303 $[\text{M}-264-162+\text{H}]^+$, რომლებიც მიუთითებენ ორი პენტოზის და ერთი ჰექსოზის მოხლეჩას.

ფლავონოიდი 2-ის აგლიკონი დადასტურდა როგორც ქვერცეტინი, ^{13}C NMR და DEPT ანალიზების თანახმად, სადაც აღინიშნება 15 ნახშირბადის სიგნალი, მათ შორის, ერთი კარბონილის $\delta(\text{C})$ 178.3 C(4), არომატული ბირთვის შვიდი ჟანგბადშემცველი, ორი

მეოთხეული და ხუთი არაჟანგბადმემცველი ნახშირბადის. ^1H NMR სპექტრი უჩვენებს *AX*-ტიპის ორ არომატულ $\delta(\text{H})$ 6.20 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, H-C(6)), 6.40 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, H-C(8)), *ABX*-ტიპის სამ არომატულ $\delta(\text{H})$ 6.86 (1H, *d*, $J = 8.3$ Hz, H-C(5')), 7.60 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, H-C(2')) და 7.62 (1H, *dd*, $J = 8.3, 2.0$ Hz, H-C(6')) სიგნალს (ცხრილი 2.9, სურათი 2.15) (Sohretoglu et al., 2009). ^{13}C NMR სპექტრში აღინიშნება სამი ანომერული ნახშირბადის სიგნალი $\delta(\text{C})$ 110.4, 110.0 და 100.3, ხოლო მათი შესაბამისი პროტონ სიგნალები კი HSQC სპექტრში $\delta(\text{H})$ 4.78 (1H, *d*, $J = 2.3$ Hz), 5.46 (1H, *br s*) და 5.56 (1H, *d*, $J = 7.8$ Hz) (სურათი 2.17). ერთ-ერთი მონოსაქარიდი, ანომერული ნახშირბადის და პროტონის სიგნალებით $\delta(\text{C})$ 100.3 და $\delta(\text{H})$ 5.56, ასევე, ყველა ქიმიური ძვრადობის და შეწყვილების კონსტანტების მნიშვნელობების მიხედვით, β -D-გლუკოპირანოზაა. მეორე და მესამე შაქროვანი ნაშთი აპიოზებია (ცხრილი 2.10), რომლებშიც ^1H -, ^{13}C NMR და DEPT სპექტრული ანალიზების თანახმად C(3''') და C(3''') ნახშირბადები მეოთხეულია, ხოლო C(4'''), C(4'''), C(5''') და C(5''') მეთილენისაა და β -D-აპიოფურანოზის არსებობას ადასტურებს (Yang et al., 2005; Yuan et al., 2015). ანომერული პროტონი, რომლის სიგნალია $\delta(\text{H})$ 5.56 უჩვენებს მკვეთრ 3J -HMBC კორელაციას ქვერცეტიტის C(3) ნახშირბად ატომთან (სურათი 2.18). აპიოზების ანომერული პროტონების 3J -HMBC კორელაციები გლუკოზის C(2'') და C(6'') ნახშირბად ატომებთან აპიოზა-(1 $\rightarrow$ 2)-[აპიოზა-(1 $\rightarrow$ 6)]-გლუკოზა ჩანაცვლების მაჩვენებელია, რაც ასევე, დასტურდება C(2'') და C(6'') ატომების ქიმიური წანაცვლებით სუსტ ველში შესაბამისად $\delta(\text{C})$ 78.3 და 67.9.

ამგვარად, ფლავონოიდი **2** დახასიათებულია, როგორც: *ქვერცეტი-3-O- β -D-აპიოფურანოზილ-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-აპიოფურანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)]- β -D-გლუკოპირანოზიდი, აპიოტრიბოზიდი A*.

ცხრილი 2.9

ფლავონოიდი 2-ის აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

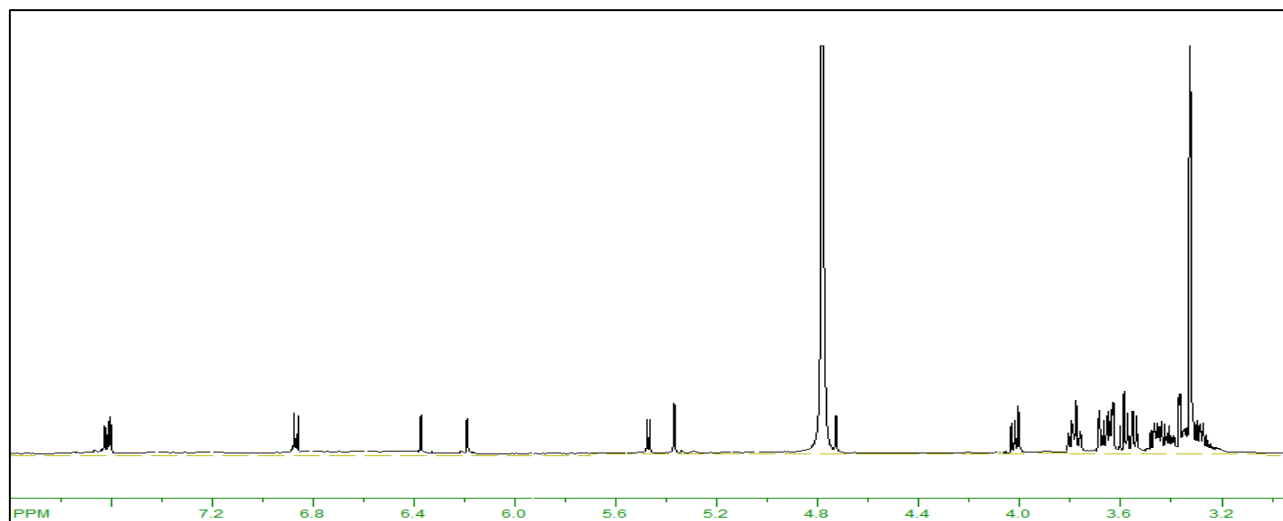
C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
2	158.4		1'	123.1	
3	134.2		2'	117.0	7.60, d, (2.0)
4	178.3		3'	149.3	
5	162.8		4'	145.4	
6	99.4	6.20, d, (2.0)	5'	115.7	6.86, d, (8.3)
7	165.1		6'	123.2	7.62, dd, (8.3, 2.0)
8	94.3	6.40, d, (2.0)			
9	158.0				
10	105.5				

ცხრილი 2.10

ფლავონოიდი 2-ის მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

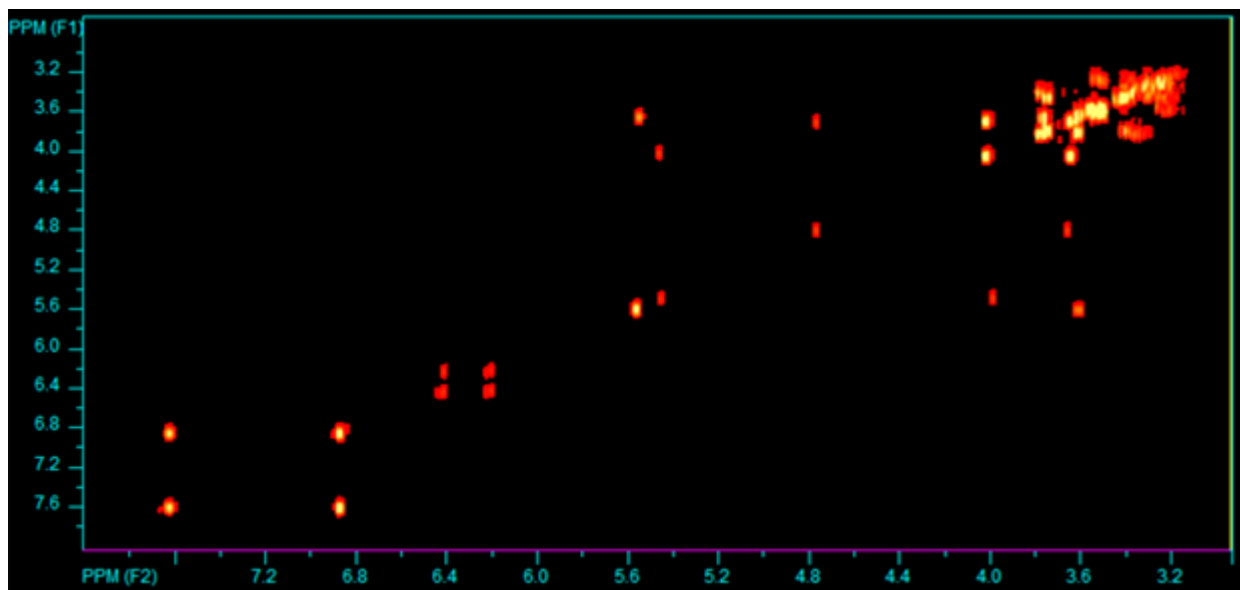
Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Api	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Api	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1"	100.3	5.56, d, (7.8)	1'''	110.0	5.46, br s	1'''	110.4	4.78, d, (2.3)
2"	78.3	3.64, dd, (8.8, 7.8)	2'''	77.7	4.02, br s	2'''	77.7	3.69, d, (2.3)
3"	78.4	3.57, dd, (9.0, 8.8)	3'''	80.6	-	3'''	80.0	-
4"	71.4	3.26, dd, (9.0, 8.8)	4'''	75.4	4.05, d, (9.5)	4'''	74.5	3.59, d, (9.5)
5"	76.9	3.32, ddd, (8.8, 5.0, 1.4)			3.68, d, (9.5)			3.55, d, (9.5)
6"	67.9	3.77, dd, (11.0, 1.4)	5'''	66.4	3.79, d, (11.0)	5'''	65.4	3.35, (2H) br s
		3.43, dd, (11.0, 5.0)			3.64, d, (11.0)			

სურათი 2.15



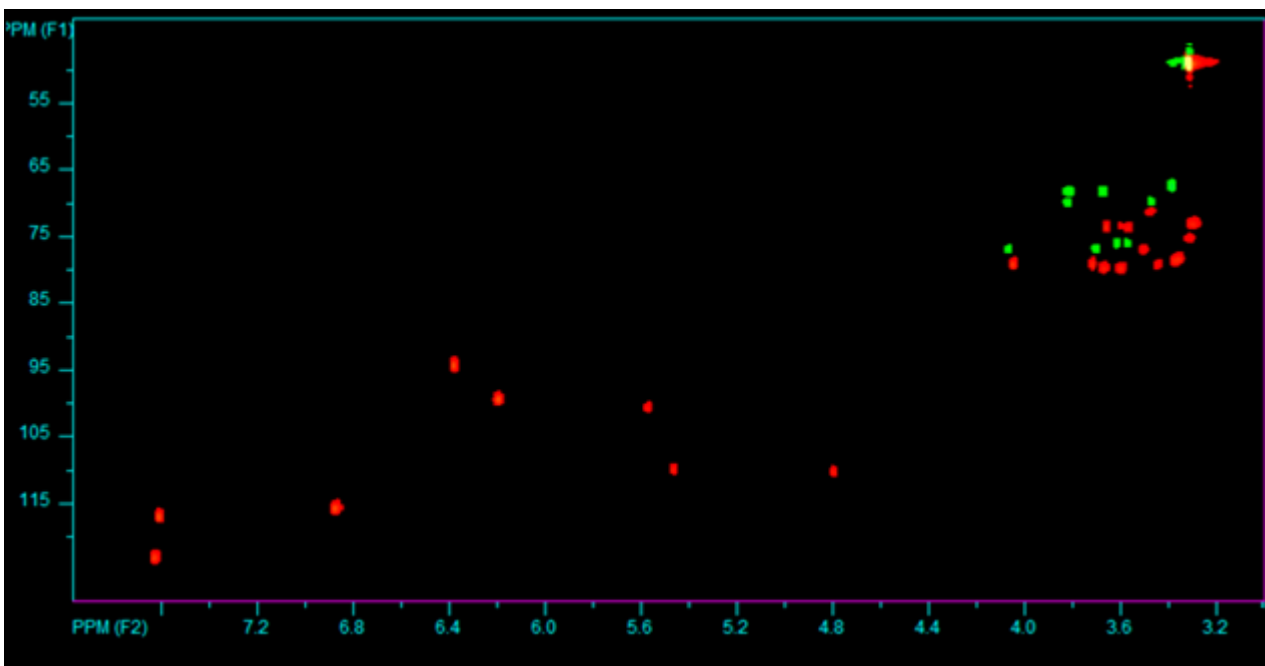
ფლავონოიდი 2-ის ^1H NMR სპექტრი

სურათი 2.16



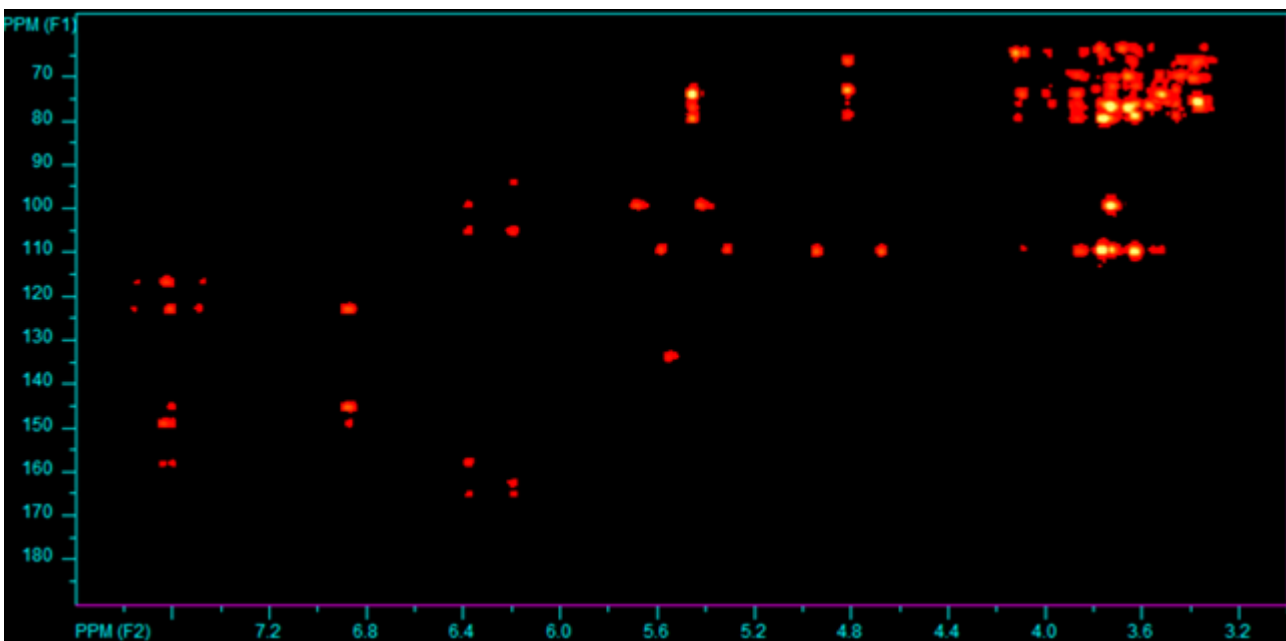
ფლავონოიდი 2-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.17

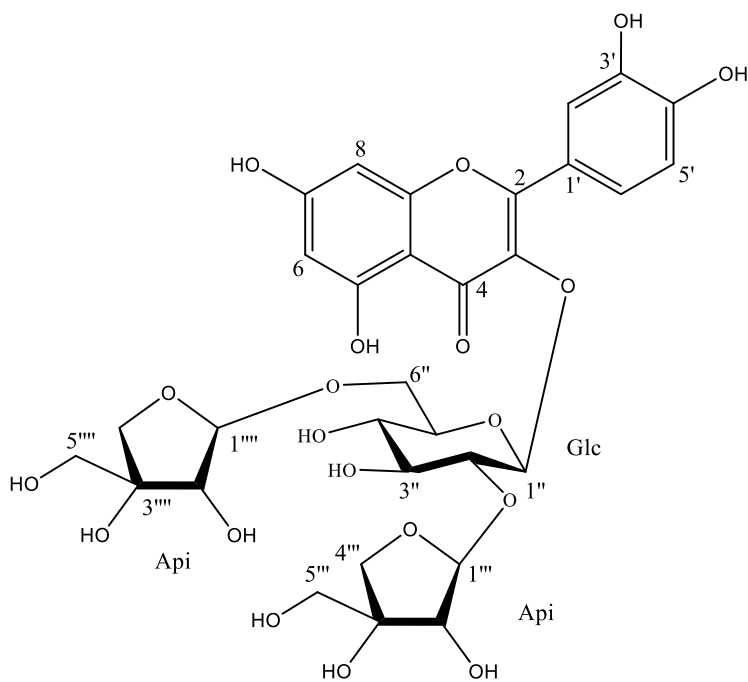


ფლავონოიდი 2-ის HSQC სპექტრი

სურათი 2.18



ფლავონოიდი 2-ის HMBC სპექტრი



ფლავონიდი 2, აპიოტრიბოზიდი A

ფლავონიდი 3 ყვითელი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიით (HR-ESI-TOF-MS) დადგინდა, როგორც $C_{32}H_{38}O_{20}$ (m/z 743.176 $[M+H]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტებს m/z 611 $[M-132+H]^+$, m/z 465 $[M-132-146+H]^+$, m/z 303 $[M-132-146-162+H]^+$, რომლებიც მიუთითებენ, შესაბამისად, პენტოზის, დეოქსიჰექსოზის და ჰექსოზის მოხლეჩას.

ფლავონიდი 3-ის აგლიკონიც ქვერცეტინია. NMR სპექტრები უჩვენებენ სამი ანომერული ნახშირბადის რეზონანსულ სიგნალებს $\delta(C)$ 110.0, 101.8, 100.5 და მათ შესაბამის პროტონებს $\delta(H)$ 5.48 (1H, *br s*), 4.48 (1H, *d*, $J = 1.5$ Hz) და 5.40 (1H, *d*, $J = 7.8$ Hz) (ცხრილი 2.12, სურათი 2.19). ორგანოზომილებიანი ბმრ სპექტროსკოპიით (COSY, HSQC და HMBC) (სურათი 2.20, 2.21, 2.22) აღმოჩნდა, რომ ნივთიერება შეიცავს β -D-აპიოზის, α -L-რამნოზის და β -D-გლუკოზის ნაშთებს. HMBC სპექტრი უჩვენებს კორელაციებს გლუკოზის ანომერულ პროტონს $\delta(H)$ 5.40 (1H, *d*, $J = 7.8$ Hz, H-C(1'')) და აგლიკონის ნახშირბადს შორის $\delta(C)$ 134.2 (C(3)); აპიოზის ანომერულ პროტონსა $\delta(H)$ 5.48 (1H, *br s*, H-C(1''')) და გლუკოზის

ნახშირბადს შორის $\delta(C)$ 78.5 (C(3''))); რამნოზის ანომერულ პროტონსა $\delta(H)$ 4.48 (1H, *d*, *J* = 1.5 Hz, H-C(1''')) და გლუკოზის ნახშირბადს შორის $\delta(C)$ 68.1 (C(6'')) (სურათი 2.22).

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე ფლავონოიდი **3** დახასიათებულია როგორც: *ქვერცეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი B*.

ცხრილი 2.11

ფლავონოიდი 3-ის აგლიკონის 1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD₃OD, δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

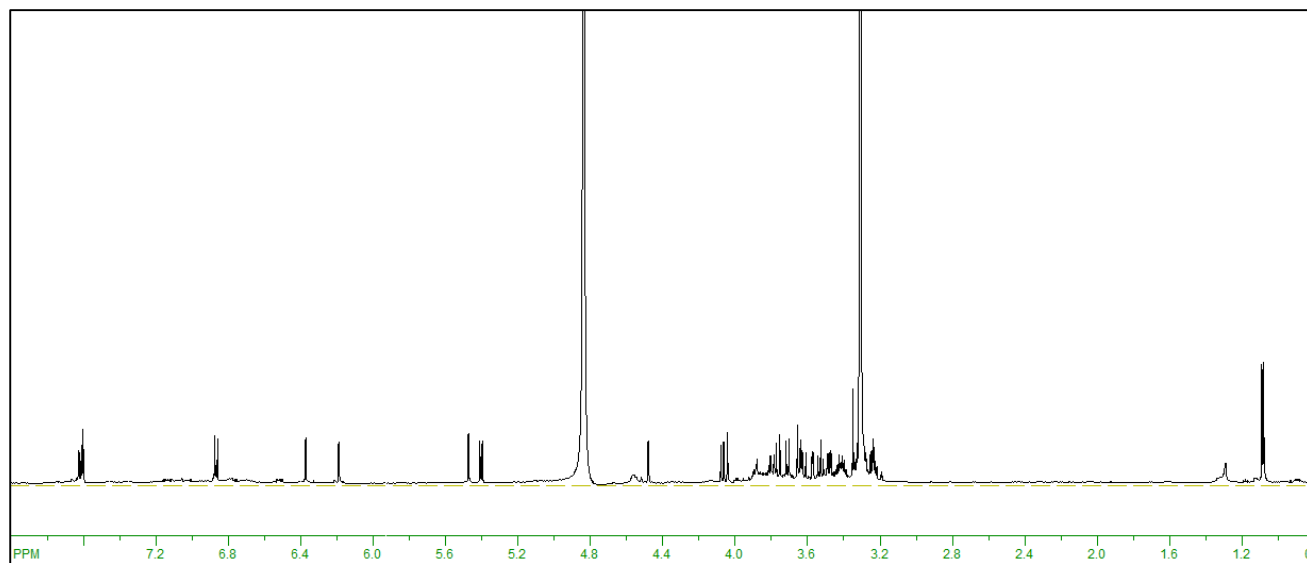
C	$\delta(C)$	$\delta(H)$	C	$\delta(C)$	$\delta(H)$
2	158.4		1'	123.1	
3	134.2		2'	117.0	7.60, d, (2.0)
4	178.3		3'	149.3	
5	162.8		4'	145.4	
6	99.4	6.20, d, (2.0)	5'	115.7	6.86, d, (8.3)
7	165.1		6'	123.2	7.62, dd, (8.3, 2.0)
8	94.3	6.40, d, (2.0)			
9	158.0				
10	105.5				

ცხრილი 2.12

ფლავონოიდი 3-ის მონოსაქარიდული ნაშთის 1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD₃OD, δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

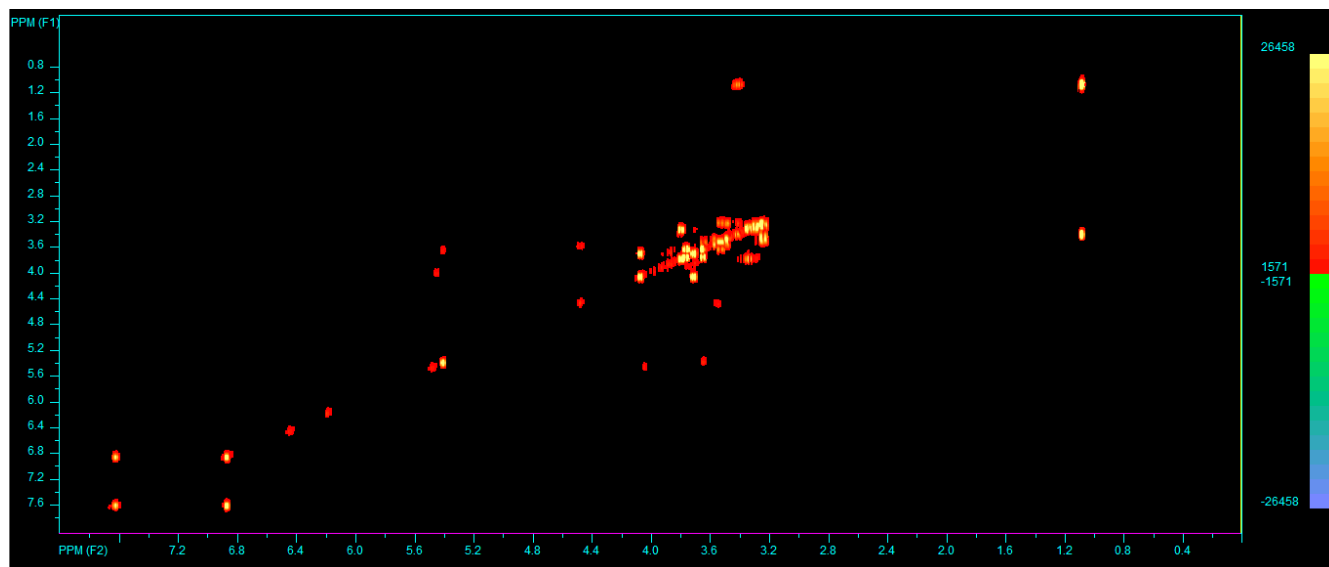
Glc	$\delta(C)$	$\delta(H)$	Api	$\delta(C)$	$\delta(H)$	Rha	$\delta(C)$	$\delta(H)$
1"	100.5	5.40, d, (7.8)	1'''	110.0	5.48, br s	1'''	101.8	4.48, d, (1.5)
2"	78.5	3.64, dd, (8.8, 7.8)	2'''	77.8	4.04, br s	2'''	71.8	3.57, dd, (3.4, 1.5)
3"	78.4	3.53, dd, (9.0, 8.8)	3'''	80.6	-	3'''	71.9	3.48, dd, (9.3, 3.4)
4"	71.6	3.24, dd, (9.0, 8.8)	4'''	75.4	4.07, d, (9.5)	4'''	73.6	3.24, t, (9.3)
5"	76.8	3.29, ddd, (8.8, 5.0, 1.5)			3.71, d, (9.5)	5'''	69.5	3.41, dd, (9.0, 6.2)
6"	68.1	3.79, dd, (11.0, 1.5)	5'''	66.1	3.76, d, (11.4)	6'''	17.7	1.09, d, (6.2)
		3.34, dd, (11.0, 5.0)			3.64, d, (11.4)			

სურათი 2.19



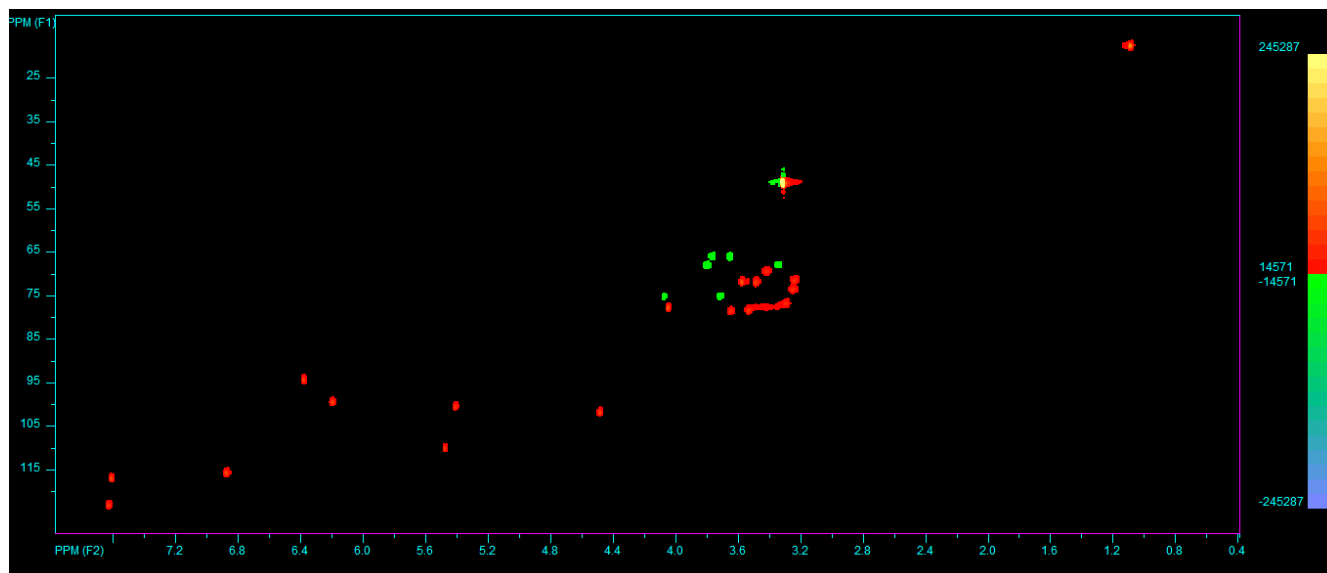
ფლავონოიდი 3-ის ^1H NMR სპექტრი

სურათი 2.20



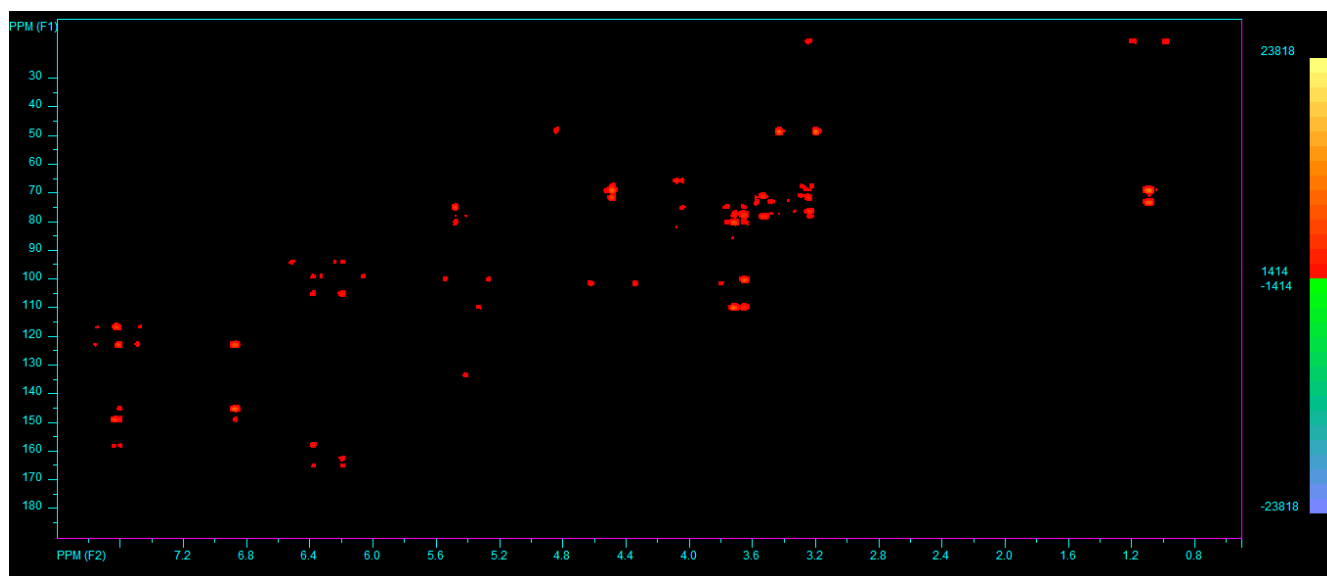
ფლავონოიდი 3-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.21

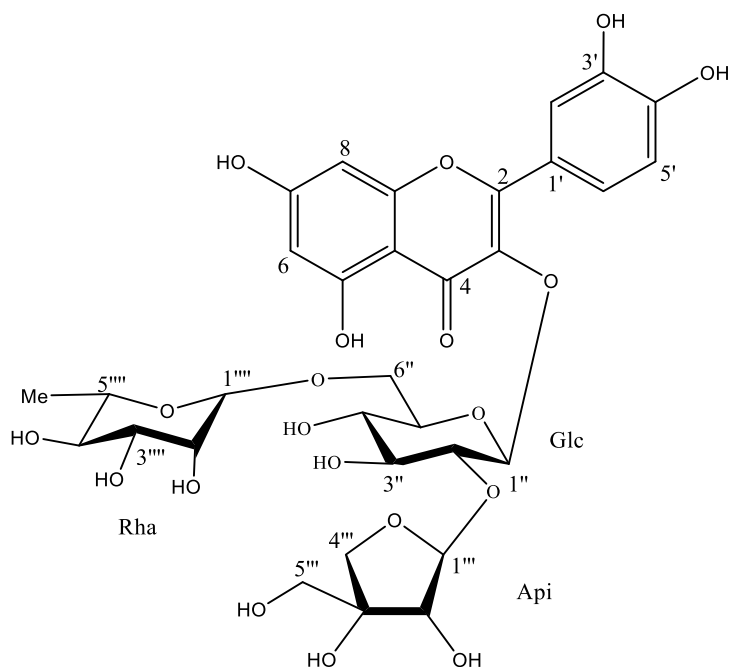


ფლაგონოიდი 3-ის HSQC სპექტრი

სურათი 2.22



ფლაგონოიდი 3-ის HMBC სპექტრი



ფლავონოიდი 3, აპიოტრიბოზიდი B

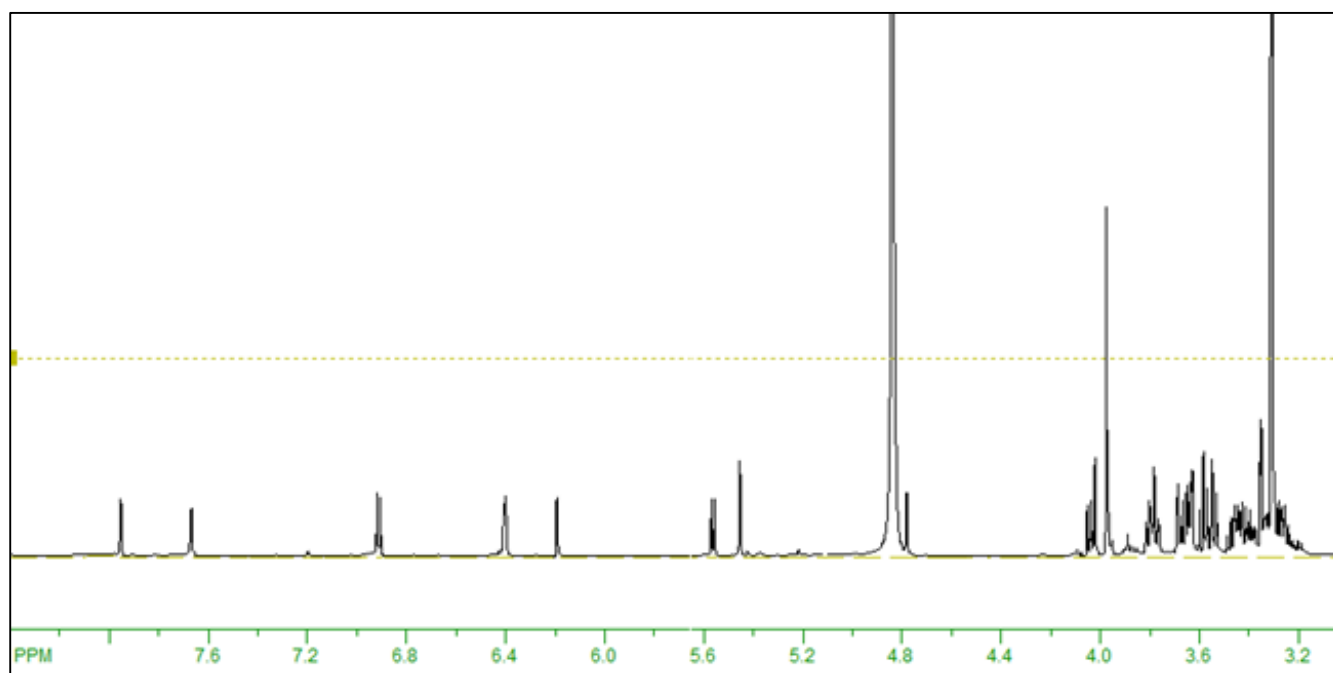
ფლავონოიდი 4 ყვითელი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიით (HR-ESI-TOF-MS) არის $C_{32}H_{38}O_{20}$ (m/z 743.189 $[M+H]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტებს m/z 479 $[M-264+H]^+$ და m/z 317 $[M-264-162+H]^+$, რომლებიც, შესაბამისად, მიუთითებენ ორი პენტოზის და ერთი ჰექსოზის მოხლეკას.

ნივთიერების 1H - და ^{13}C NMR სპექტრებზე აღინიშნება არომატული, შაქროვანი ნაშთის ნახშირბადების, პროტონების და ერთი მეთოქსი ჯგუფის სიგნალები (ცხრილი 2.12, 2.13). ფლავონოლის A ბირთვში წარმოდგენილია ორი *მეტა*-შეწყვილებული რეზონანსები $\delta(H)$ 6.21 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, $\delta(C)$ 99.6) და $\delta(H)$ 6.41 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, $\delta(C)$ 94.4), რომლებიც მიეკუთვნებიან H-C(6) და H-C(8) პროტონებს, შესაბამისად (სურათი 2.23). COSY და 1H NMR სპექტრებში ჩანს *ABX* სისტემის სამი პროტონი $\delta(H)$ 7.96 (1H, *d*, $J = 2.0$ Hz, H-C(2')), 7.61 (1H, *dd*, $J = 8.3, 2.0$ Hz, H-C(6')) და 6.91 (1H, *d*, $J = 8.3$ Hz, H-C(5')), ტიპიური 3',4'-ორჩანაცვლებული ფლავონოიდური B ბირთვისა (სურათი 2.24). მეთოქსი ჯგუფის მდებარეობა C(3') მდგომარეობაში დადასტურდა HMBC კორელაციებით H-C(2'), H-C(5'), MeO-C(3') პროტონებსა და C(3') ნახშირბად ატომს შორის ($\delta(C)$ 147.9) (სურათი 2.26). ფლავონოიდი 4-ის აგლიკონის ყველა ქიმიური ძვრადობა გაიშიფრა ^{13}C NMR, HSQC და

HMBC სპექტრების ერთობლიობით (სურათი 2.25, 2.26), რითაც დასტურდება, რომ იგი იზორამნეტინია (3,5,7,4'-ტეტრაჰიდროქსი-3-მეთოქსი ფლავონი) (ცხრილი 2.12) (Yean et al., 2014). ^1H NMR სპექტრი უჩვენებს სამი შაქრის ანომერულ პროტონ სიგნალს $\delta(\text{H})$ 5.56 (1H, *d*, $J = 7.8$ Hz), 5.46 (1H, *br s*) და 4.78 (1H, *d*, $J = 2.3$ Hz). ერთ- და ორგანზომილებიანი NMR სპექტრების ერთობლიობით შაქრები იდენტიფიცირებულ იქნენ როგორც β -D-აპიოფურანოზა და β -D-გლუკოპირანოზა (ცხრილი 2.13). ფლავონოიდი 4-ის HMBC სპექტრში კორელაცია გლუკოზის ანომერულ პროტონსა H-C(1'') და იზორამნეტინის C(3) ნახშირბადს შორის $\delta(\text{C})$ 134.2 შაქროვანი ჯაჭვის O-გლიკოზილირებაზე მიუთითებს. ტრისაქარიდში ჩანაცვლების თანმიმდევრობა HMBC კორელაციური სპექტრით დადგინდა, რომელიც ფლავონოიდი 2-ის იდენტურია.

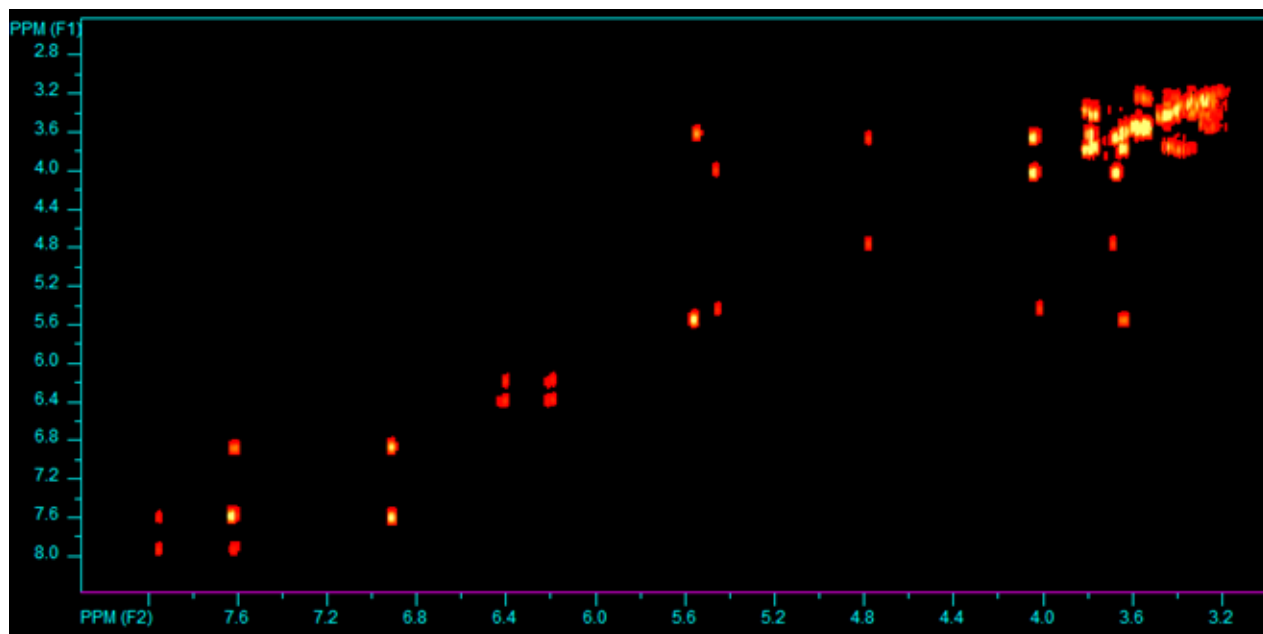
მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე, ფლავონოიდი 4 დახასიათებულია როგორც: *იზორამნეტინ-3-O- β -D-აპიოფურანოზილ-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-აპიოფურანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)]- β -D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი C*.

სურათი 2.23



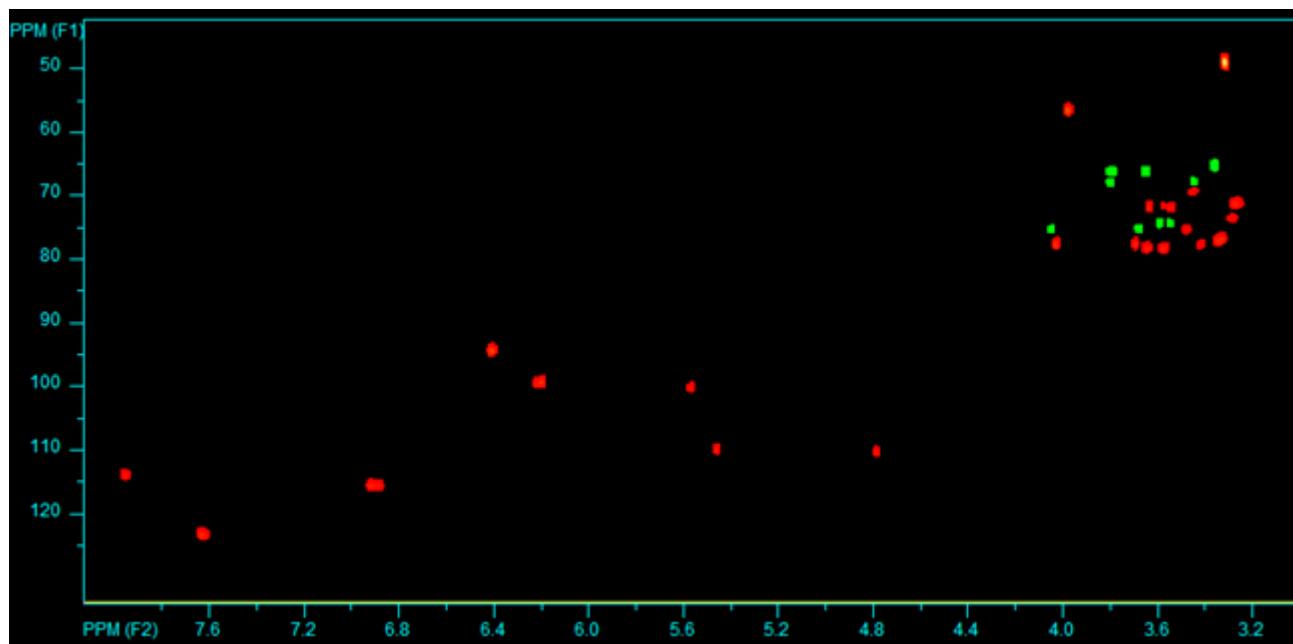
ფლავონოიდი 4-ის ^1H NMR სპექტრი

სურათი 2.24

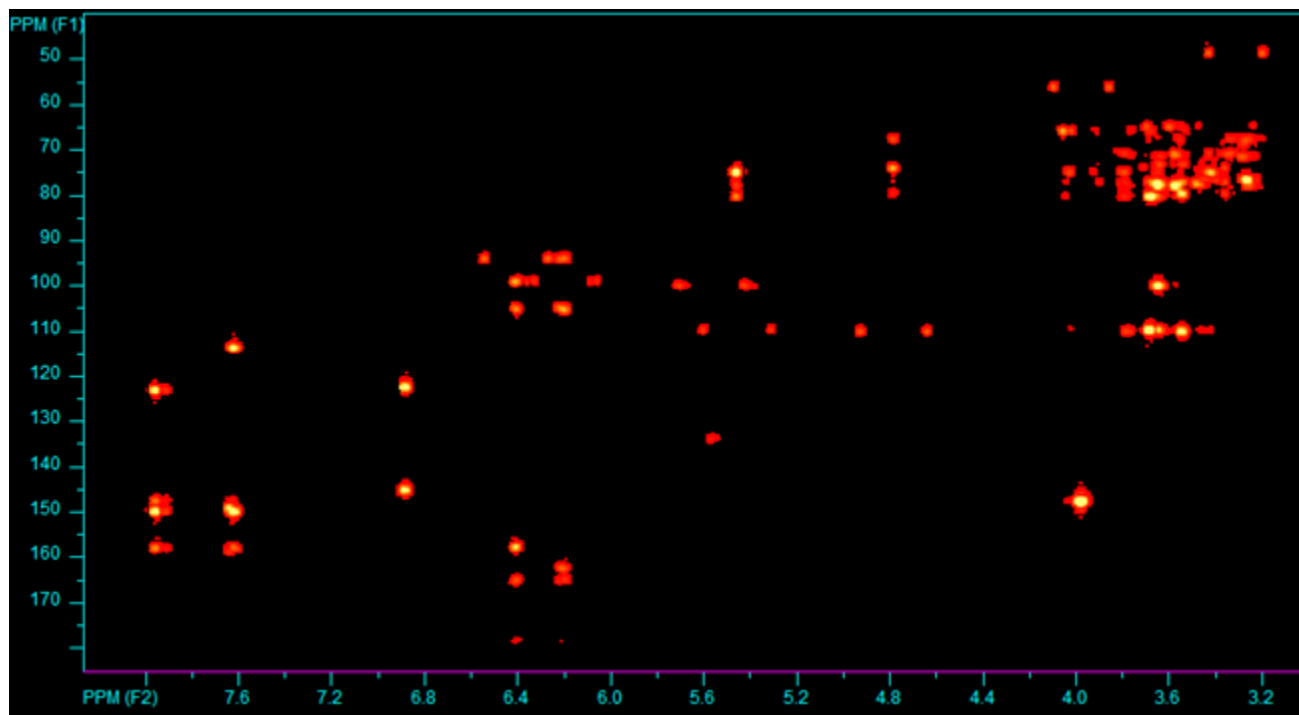


ფლავონოიდი 4-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.25



ფლავონოიდი 4-ის HSQC სპექტრი



ფლავონოიდი 4-ის HMBC სპექტრი

ცხრილი 2.12

ფლავონოიდი 4-ის აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

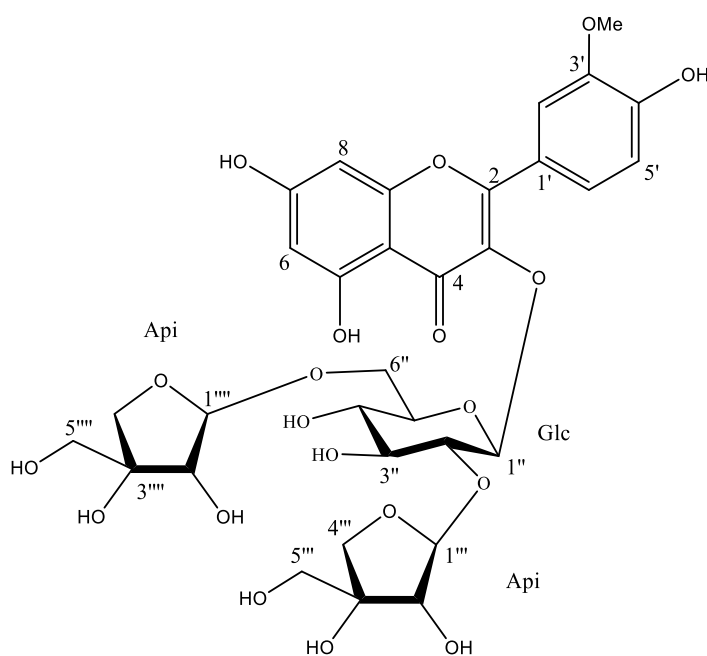
C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
2	158.1		1'	122.8	
3	134.2		2'	114.1	7.96, d, (2.0)
4	178.5		3'	147.9	
5	162.6		4'	150.1	
6	99.6	6.21, d, (2.0)	5'	115.7	6.91, d, (8.3)
7	165.3		6'	123.4	7.61, dd, (8.3, 2.0)
8	94.4	6.41, d, (2.0)	OMe	56.7	3.98, s
9	157.9				
10	105.3				

ცხრილი 2.13

ფლავონოიდი 4-ის მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD ,

δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Api	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Api	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1"	100.3	5.56, d, (7.8)	1'''	110.0	5.46, br s	1''''	110.4	4.78, d, (2.3)
2"	78.3	3.64, dd, (8.8, 7.8)	2'''	77.7	4.02, br s	2''''	77.7	3.69, d, (2.3)
3"	78.4	3.57, dd, (9.0, 8.8)	3'''	80.6	-	3''''	80.0	-
4"	71.4	3.26, dd, (9.0, 8.8)	4'''	75.4	4.05, d, (9.5)	4''''	74.5	3.59, d, (9.5)
5"	76.9	3.32, ddd, (8.8, 5.0, 1.4)			3.68, d, (9.5)			3.55, d, (9.5)
6"	67.9	3.77, dd, (11.0, 1.4)	5'''	66.4	3.79, d, (11.0)	5''''	65.4	3.35, (2H) br s
		3.43, dd, (11.0, 5.0)			3.64, d, (11.0)			



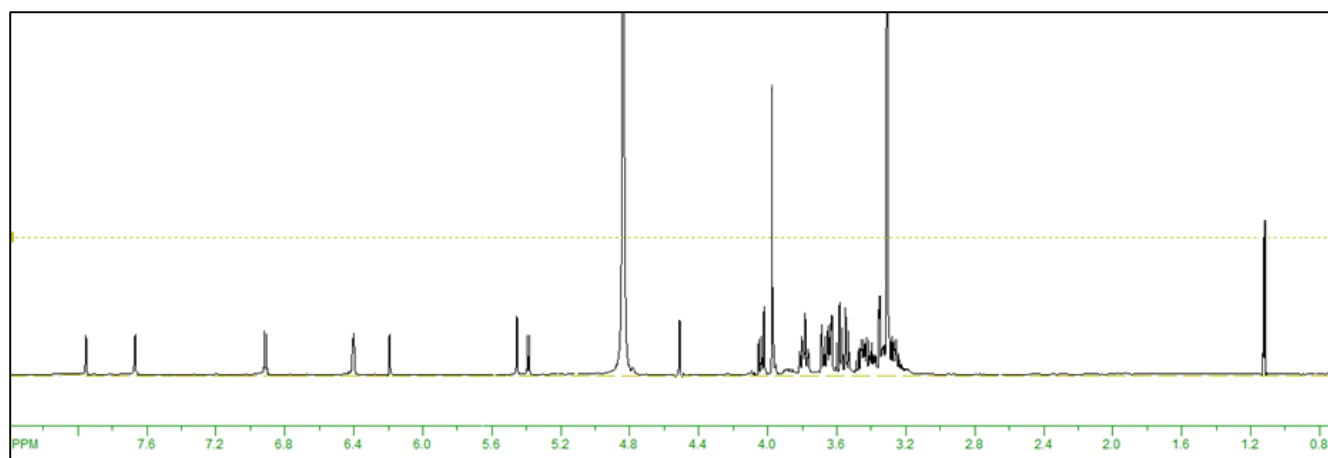
ფლავონოიდი 4, აპიოტრიბოზიდი C

ფლავონოიდი 5 ყვითელი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიის შედეგებით (HR-ESI-TOF-MS) არის $\text{C}_{33}\text{H}_{40}\text{O}_{20}$ (m/z 757.241 $[\text{M}+\text{H}]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტებს m/z 625 $[\text{M}-132+\text{H}]^+$, m/z 479 $[\text{M}-132-146+\text{H}]^+$, m/z 317 $[\text{M}-132-146-162+\text{H}]^+$, რომლებიც მიუთითებენ, შესაბამისად, პენტოზის, დეოქსიპენტოზის და ჰექსოზის მოხლეჩას.

ფლავონოიდი 5-ის აგლიკონი 4-ის მსაგავსად იზორამნეტინია, ხოლო შაქროვანი ნაშთი კი ფლავონოიდი 3-ის იდენტურია (ცხრილი 2.14 და 2.15).

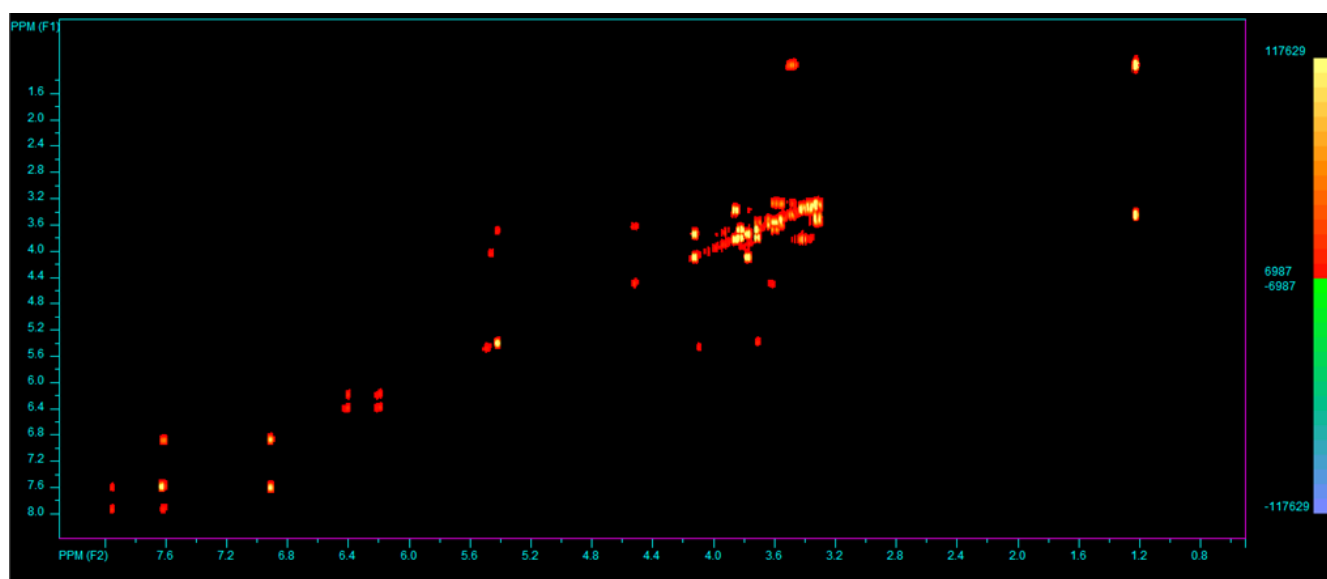
მაშასადამე, ფლავონოიდი 5 დახასიათებულია როგორც: *იზორამნეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპიოტრიბოზიდი D*.

სურათი 2.27



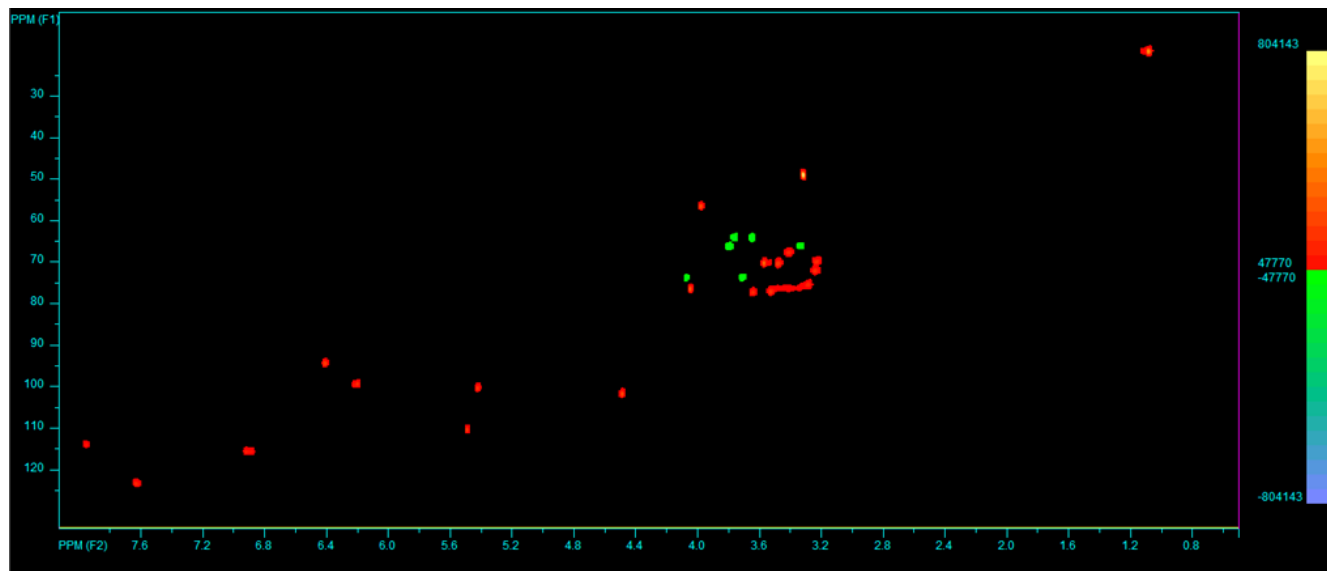
ფლავონოიდი 5-ის ^1H NMR სპექტრი

სურათი 2.28



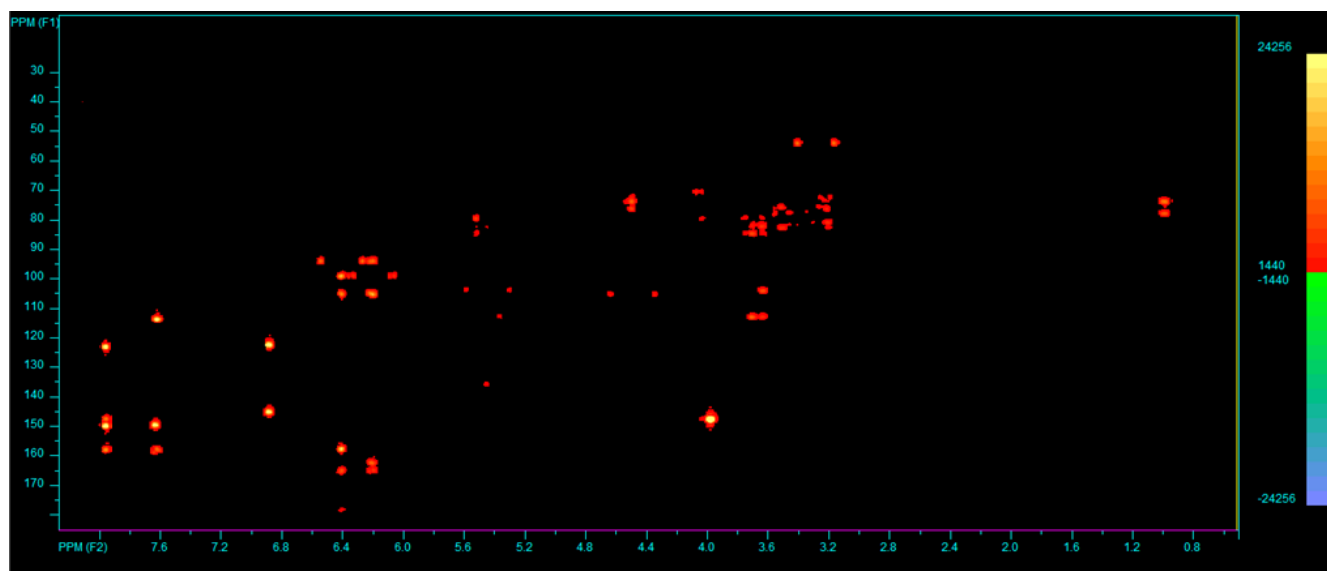
ფლავონოიდი 5-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.29



ფლავონოიდი 5-ის HSQC სპექტრი

სურათი 2.30



ფლავონოიდი 5-ის HMBC სპექტრი

ცხრილი 2.14

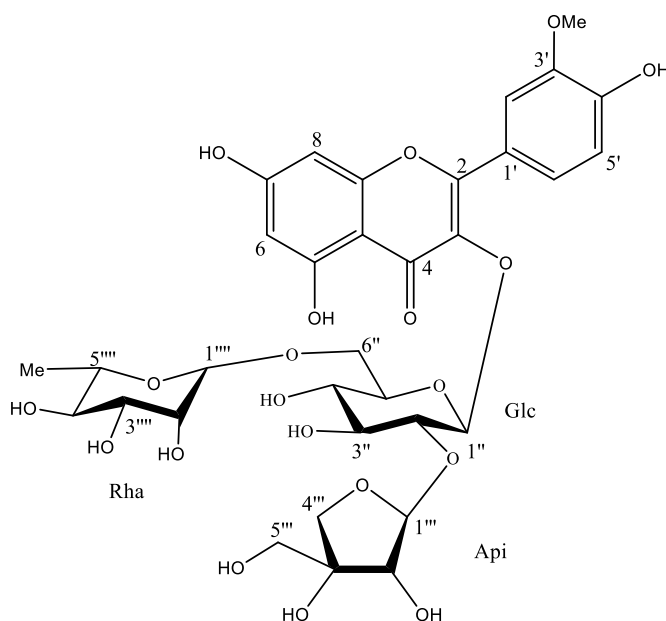
ფლავონოიდი 5-ის აგლიკონის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
2	158.1		1'	122.8	
3	134.2		2'	114.1	7.96, d, (2.0)
4	178.5		3'	147.9	
5	162.6		4'	150.1	
6	99.6	6.21, d, (2.0)	5'	115.7	6.91, d, (8.3)
7	165.3		6'	123.4	7.61, dd, (8.3, 2.0)
8	94.4	6.41, d, (2.0)	OMe	56.7	3.98, s
9	157.9				
10	105.3				

ცხრილი 2.15

ფლავონოიდი 5-ის მონოსაქარიდული ნაშთის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

Glc	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Api	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	Rha	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1"	100.5	5.40, d, (7.8)	1'''	110.0	5.48, br s	1''''	101.8	4.48, d, (1.5)
2"	78.5	3.64, dd, (8.8, 7.8)	2'''	77.8	4.04, br s	2''''	71.8	3.57, dd, (3.4, 1.5)
3"	78.4	3.53, dd, (9.0, 8.8)	3'''	80.6	-	3''''	71.9	3.48, dd, (9.3, 3.4)
4"	71.6	3.24, dd, (9.0, 8.8)	4'''	75.4	4.07, d, (9.5)	4''''	73.6	3.24, t, (9.3)
5"	76.8	3.29, ddd, (8.8, 5.0, 1.5)			3.71, d, (9.5)	5''''	69.5	3.41, dd, (9.0, 6.2)
6"	68.1	3.79, dd, (11.0, 1.5)	5'''	66.1	3.76, d, (11.4)	6''''	17.7	1.09, d, (6.2)
		3.34, dd, (11.0, 5.0)			3.64, d, (11.4)			



ფლავონოიდი 5, აპიოტრიბოზიდი D

კუროსთავის ფოთლებიდან აპიოტრიბოზიდების გარდა გამოყოფილია 5 ცნობილი ფლავონოიდი, რომელთა იდენტიფიკაცია ჩატარდა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლით და სპექტრული ანალიზების გამოყენებით.

ნივთიერება 1: **ქვერცეტინ 3-O- α -L-რამნოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-გლუკოპირანოზიდი**: ESI-MS m/z 611 $[M+H]^+$ ($C_{27}O_{16}H_{30}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 6.21 (1H, d, J = 2.0, H-C(6)), 6.40 (1H, d, J = 2.0, H-C(8)), 7.67 (1H, d, J = 2.0, H-C(2')), 6.88 (1H, d, J = 8.3, H-C(5')), 7.63 (1H, dd, J = 8.3, 2.0 H-C(6')), 5.23 (1H, d, J = 7.8, H-C(1) Glc), 4.52 (1H, d, J = 1.5, H-C(1) Rha) (Saleh et al., 1982).

ნივთიერება 2: **ქვერცეტინ 3-O- α -L-რამნოპირანოზილ-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-გალაქტოპირანოზიდი**: ESI-MS m/z 611 $[M+H]^+$ ($C_{27}O_{16}H_{30}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 6.21 (1H, d, J = 2.0, H-C(6)), 6.40 (1H, d, J = 2.0, H-C(8)), 7.67 (1H, d, J = 2.0, H-C(2')), 6.88 (1H, d, J = 8.3, H-C(5')), 7.63 (1H, dd, J = 8.3, 2.0 H-C(6')), 5.14 (1H, d, J = 7.9, H-C(1) Gal), 4.52 (1H, d, J = 1.5, H-C(1) Rha) (Saleh et al., 1982).

ნივთიერება 3: **კემფეროლ-3-O-(6''-O-პარა-კუმარილ-გლუკოზიდი)**: ESI-MS m/z 595 $[M+H]^+$ ($C_{30}O_{13}H_{26}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 6.13 (1H, d, J = 2.0, H-C(6)), 6.31 (1H, d, J = 2.0, H-C(8)), 7.99 (2H, d, J = 8.0, H-C(2', 6')), 6.82 (2H, d, J = 8.0, H-C(3', 5')), 5.24 (1H, d,

$J = 7.8$, H-C(1) Glc), 7.30 (2H, d, $J = 8.0$, H-C(2'', 6'')), 6.79 (2H, d, $J = 8.0$, H-C(3'', 5'')), 7.40 (1H, d, $J = 16.0$, H-C(7'')), 6.08 (1H, d, $J = 16.0$, H-C(8'')), (Saleh et al., 1982).

ნივთიერება 4: **იზორამნეტინ-3-O-რუტინოზიდი**: ESI-MS m/z 625 $[M+H]^+$ ($C_{28}O_{16}H_{32}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 6.20 (1H, d, $J = 2.0$, H-C(6)), 6.41 (1H, d, $J = 2.0$, H-C(8)), 7.94 (1H, d, $J = 2.0$, H-C(2'')), 6.91 (1H, d, $J = 8.3$, H-C(5'')), 7.62 (1H, dd, $J = 8.3$, 2.0 H-C(6'')), 5.23 (1H, d, $J = 7.8$, H-C(1) Glc), 4.51 (1H, d, $J = 1.5$, H-C(1) Rha) (Saleh et al., 1982).

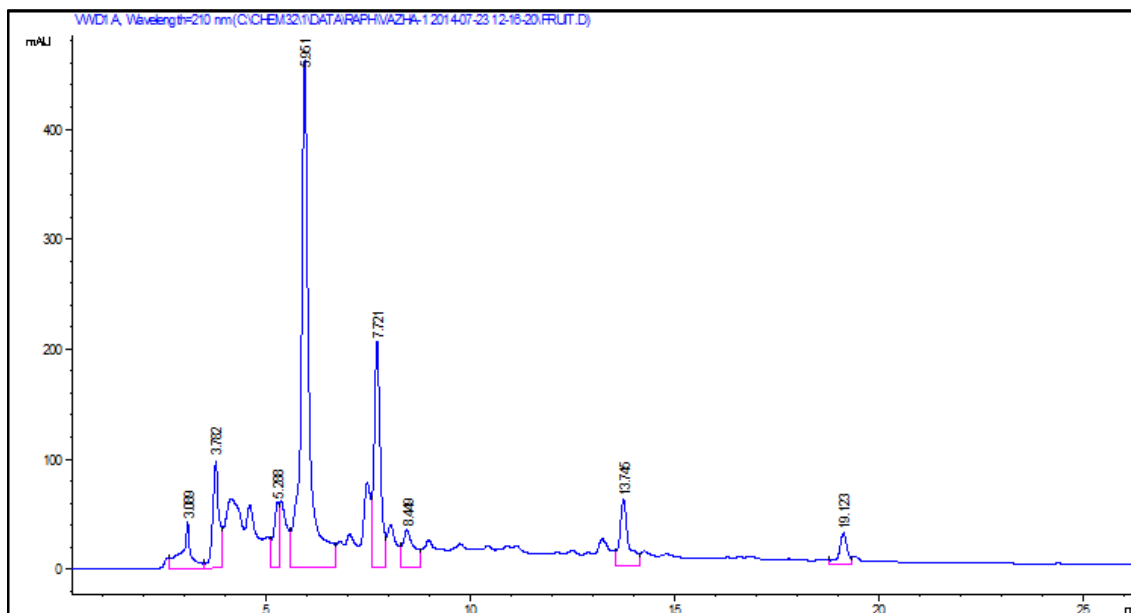
ნივთიერება 5: **კემფეროლ-3-O-რუტინოზიდი**: ESI-MS m/z 595 $[M+H]^+$ ($C_{27}O_{15}H_{30}$). 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 6.21 (1H, d, $J = 2.0$, H-C(6)), 6.40 (1H, d, $J = 2.0$, H-C(8)), 7.99 (2H, d, $J = 8.0$, H-C(2', 6')), 6.82 (2H, d, $J = 8.0$, H-C(3', 5')), 5.23 (1H, d, $J = 7.8$, H-C(1) Glc), 4.52 (1H, d, $J = 1.5$, H-C(1) Rha) (Saleh et al., 1982).

2.4.4. კუროსთავის ნაყოფების ფლავონოიდური გლიკოზიდების დაყოფა ინდივიდუალურ კომპონენტებად

კუროსთავის ჰაერმშრალი დაწვრილმანებული ნაყოფების 100 გ ვწვლილავდით სოქსლეტის ტიპის აპარატში პეტროლეინის ეთერით, შემდეგ ქლოროფორმით. ცხიმოვანი და ლიპოფილური ნივთიერებებისგან განთავისუფლებულ ნედლეულს ვაშრობდით ჰაერზე და ვაგრძელებდით ექსტრაქციას 75% ეთანოლით წყლის აბაზანაზე. ექსტრაქტებს ვფილტრავდით, ვასქელებდით და ვაშრობდით.

გამშრალი მასა გადაგვქონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, ელუირებას ვაწარმოებდით თანმიმდევრობით წყლით, 35% და 80% მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს (35% და 80%) ვასქელებდით და ვაშრობდით. შედეგად ვღებულობდით 35 % ელუატს 1.3 გ ოდენობით, ხოლო 80 % - 3.1 გ.

ქრომატოგრაფიული ანალიზი ჩავატრეთ Agilent 1100 სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე იგივე მეთოდით რომელიც 71 გვ.-ზე არის აღწერილი.



კუროსთავის ნაყოფების Diaion HP-20-ზე დაყოფილი 35 % ფრაქციის თვისობრივი HPLC
ქრომატოგრამა (210 nm)

როგორც ქრომატოგრამიდან ჩანს, ნაყოფების 35 % ფრაქცია განსხვავდება ფოთლების ანალოგიური ფრაქციისაგან, თუმცა აღინიშნება მსგავსი ნივთიერებები შედარებით პოლარულ არეში. ჯამში სულ წარმოდგენილია 2 დომინანტი და 10 მინორული ფენოლური ბუნების ნივთიერება.

ინდივიდუალური კომპონენტების მისაღებად 35% მეთანოლიანი ელუატის 3 გ ჯამის დაყოფას ვაგრძელებდით Sephadex LH-20-ის (5X100 სმ) აბსოლუტური მეთანოლით და სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე (2,5X100 სმ). ელუირებას ვახდენდით სისტემით ქლოროფორმი-მეთანოლი-წყალი 26:14:3. შედეგად მიღებული იქნა 6 ინდივიდუალური ფენოლური ნივთიერება:

- 1) *p*-ჰიდროქსიბენზოეს მჟავა (1.2 მგ) (Roi et al., 2006);
- 2) ქვერცეტინ 3-O- α -L-რამნოპირანოზიდ-(1 $\rightarrow$ 6)-O- β -D-გლუკოპირანოზიდი (8.6 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 3) იზორამნეტინ-3-O-რუტინოზიდი (7.3 მგ) (Saleh et al., 1982);
- 4) კემფეროლ-3-O-რუტინოზიდი (10.2 მგ) (Saleh et al., 1982);

5) ქვერცეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი B (2.7 მგ);

6) იზორამნეტინ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[β-D-აპიოფურანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი, აპოტრიბოზიდი C (5.7 მგ).

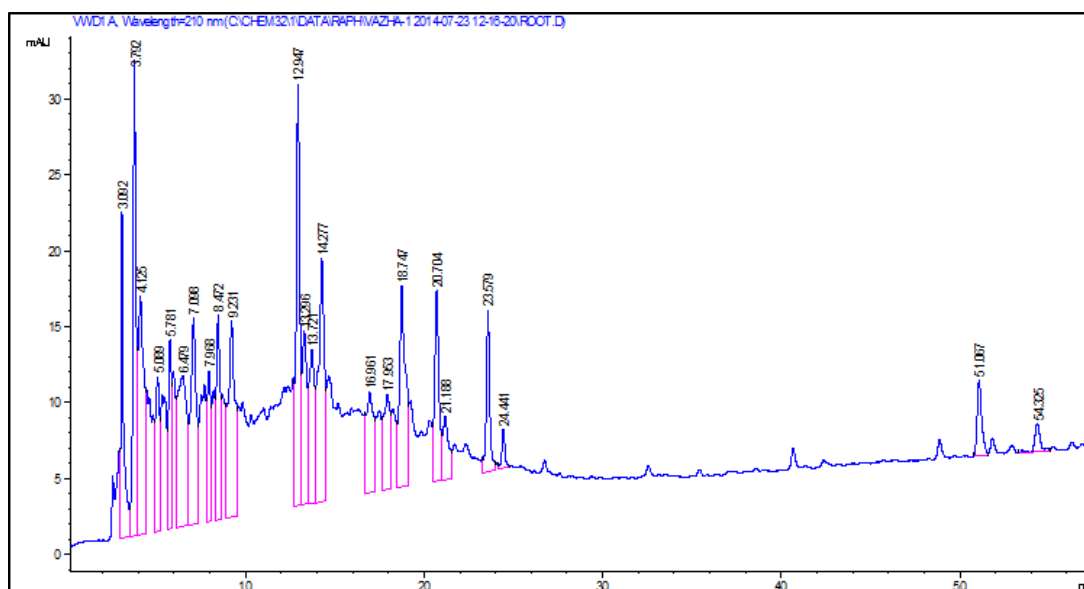
2.4.5 კუროსთავის ფესვების ფენოლური ნივთიერებების განსაზღვრა

ჰაერმშრალი, დაწვრილმანებული ფესვების 500 გ ვწვლილავდით 80 % მეთანოლით 3-ჯერადად. გაერთიანებულ ექსტრაქტებს, ვასქელებდით და ნაშთს ვაშრობდით ვაკუუმის ქვეშ.

მიღებული გამშრალი მასა გადაგვქონდა Diaion HP-20-ის სვეტზე, ელუირებას ვახდენდით წყლით, 35 % და 80 % მეთანოლით. მიღებულ ფრაქციებს ვასქელებდით და ვაშრობდით ვაკუუმ მაშრობ კარადაში.

ქრომატოგრაფიული ანალიზი ჩავატარეთ Agilent 1100 სერიის მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე, როგორც წინა შემთხვევებშია აღწერილი (71 გვ.-ზე)

სურათი 2.32



კუროსთავის ფესვების Diaion HP-20 დაყოფილი 35 % ფრაქციის თვისობრივი HPLC ქრომატოგრამა (210 nm)

კუროსთავის ფესვების 35 % ფრაქცია (სურათი 2.32) მკვეთრად განსხვავდება მცენარის სხვა ნაწილების ანალოგიური ფრაქციებისგან. აქ, ძირითადად, პოლარული ნივთიერებები სჭარბობენ, რომლებიც წარმოდგენილია 7 დომინანტი და 16 მინორული კომპონენტისგან.

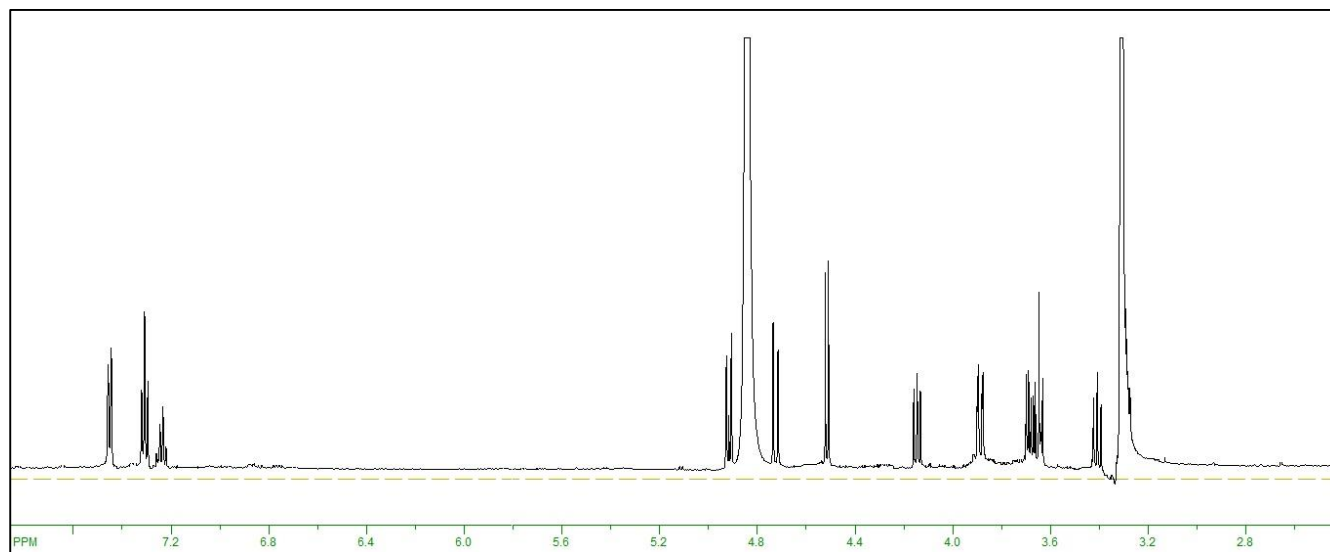
კუროსთავის ფესვების ფენოლური ნივთიერებების მისაღებად Diaion HP-20-ზე გატარებულ 35% ჯამის დაყოფას ვაგრძელებდით Sephadex LH-20 და სხვადასხვა ზომის სილიკაგელის (63/100; 40/63) სვეტებზე. შედეგად მიღებული იქნა 2 ინდივიდუალური ფენოლური ნივთიერება: ბენზილ 2-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი (2.1 მგ) და სალიცილის მჟავა (1.2 მგ) (Roy et al., 2006).

ნივთიერება 1 თეთრი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მას-სპექტროსკოპიით (HR-ESI-TOF-MS) დადგინდა, როგორც $C_{13}H_{18}O_9S$ (m/z 351.156 $[M+H]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტებს m/z 271 $[M-80+H]^+$ და m/z 109 $[M-80-162+H]^+$, რომლებიც მიუთითებენ, შესაბამისად, სულფატის ჯგუფის და ჰექსოზის მოხლეჩას.

ნივთიერება 1-ის 1H NMR სპექტრში ჩანს მონოჩანაცვლებული არომატული ბირთვის $\delta(H)$ 7.45 (2H, d, $J = 7.4$ Hz, H-C(2), H-C(6)), 7.31 (2H, dd, $J = 7.7, 7.4$ Hz, H-C(3), H-C(5)), 7.23 (1H, dd, $J = 7.7, 7.4$ Hz, H-C(4)), ერთი ეგზომეთილენის ჯგუფის $\delta(H)$ 4.91 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H_a -C(7)), 4.72 (1H, d, $J = 12.0$ Hz, H_b -C(7)) და ერთი ანომერული პროტონის $\delta(H)$ 4.51 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-C(1')) სიგნალები (ცხრილი 2.16, სურათი 2.33). ^{13}C NMR სპექტრში აღინიშნება 13 ნახშირბადის სიგნალი, რომელთაგან ექვსი არომატული ბირთვისაა ($\delta(C)$ 139.1, 128.8x2, 128.5x2, 128.1), ექვსი მონოსაქარიდის ($\delta(C)$ 100.7, 81.3, 77.6, 77.4, 71.3, 62.4) და ერთი მეთილენის ($\delta(C)$ 71.2) (სურათი 2.34). გლუკოზის მოლეკულის მეორე ნახშირბად ატომის ქიმიური წანაცვლებები სუსტ ველში (H-C(2')) (δ 4.15) და C(2') (δ 81.3)) მიუთითებენ მასში სულფატური ჯგუფის არსებობაზე (Hirai et al., 1986). HMBC სპექტრში კარგად ჩანს კორელაციები გლუკოზის ანომერულ პროტონსა და მეთილენის ნახშირბადს შორის ($\delta(H)$ 4.51 $\leftrightarrow$ $\delta(C)$ 71.2), და პირიქით, მეთილენის პროტონებსა და შაქრის ანომერულ ნახშირბადს შორის ($\delta(H)$ 4.91-4.72 $\leftrightarrow$ $\delta(C)$ 100.7) (სურათი 2.37).

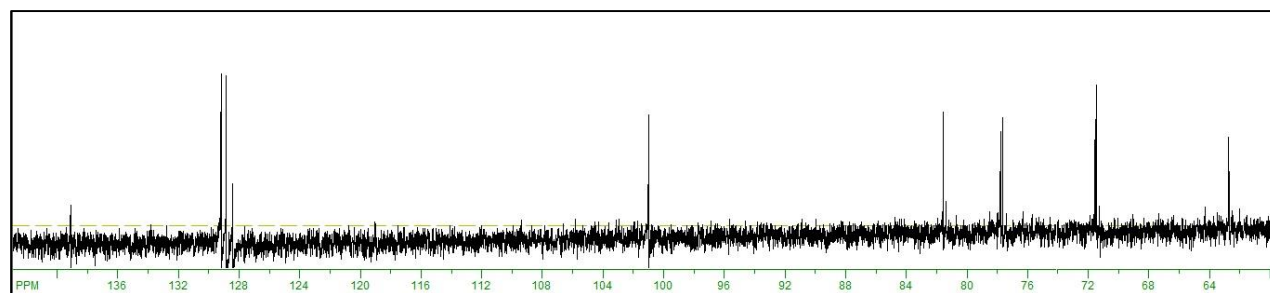
მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე, ნივთიერება 1 დახასიათდა, როგორც:
ბენზილ 2-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი.

სურათი 2.33



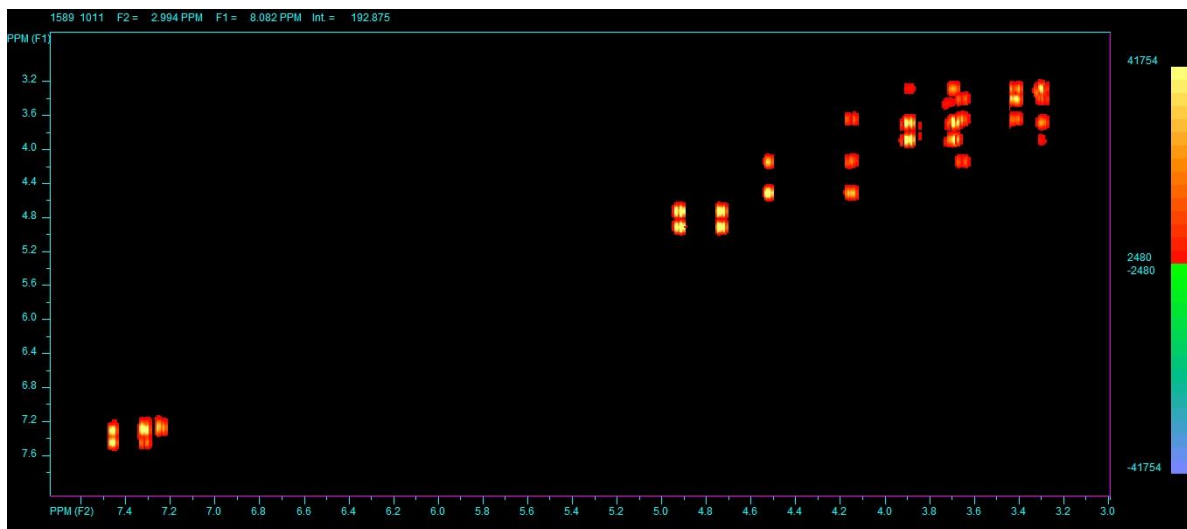
ბენზილ გლუკოზიდის ¹H NMR სპექტრი

სურათი 2.34



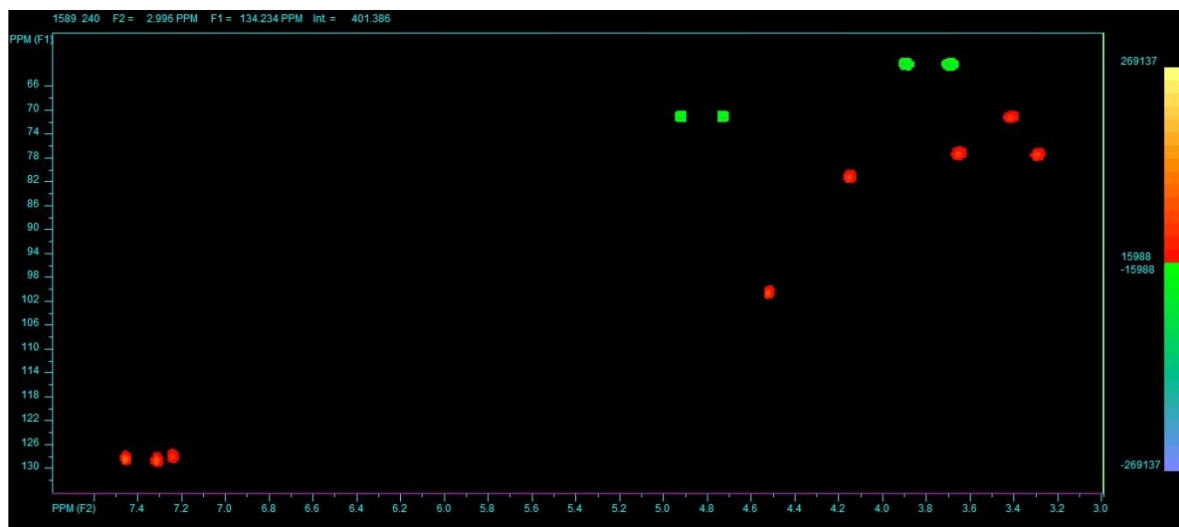
ბენზილ გლუკოზიდის ¹³C NMR სპექტრი

სურათი 2.35

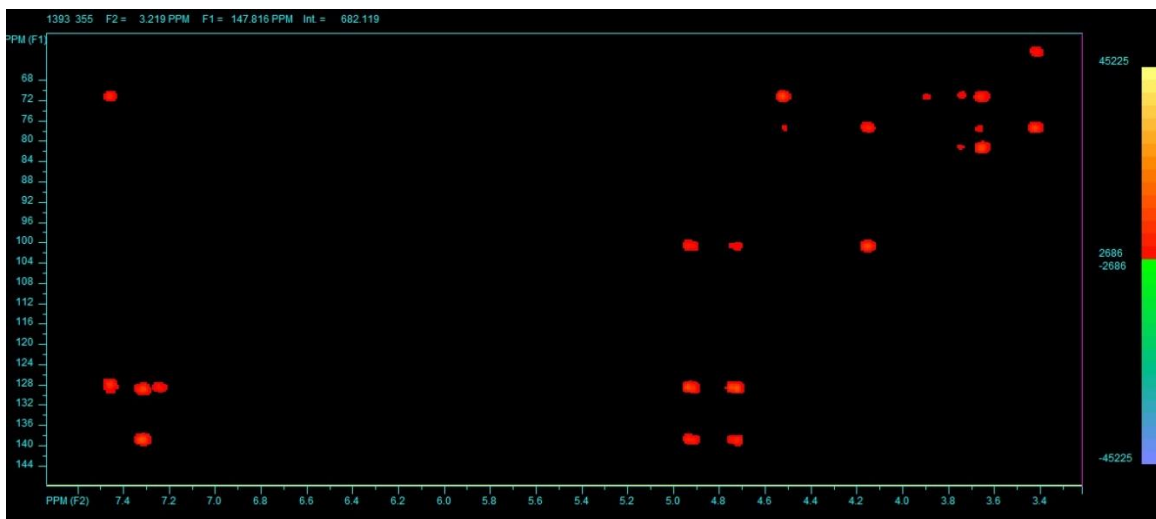


ბენზილ გლუკოზიდის COSY სპექტრი

სურათი 2.36



ბენზილ გლუკოზიდის HSQC სპექტრი

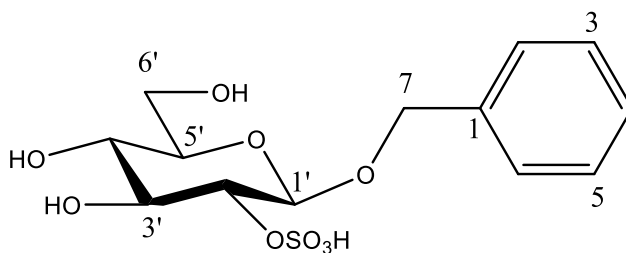


ბენზილ გლუკოზიდის HMBC სპექტრი

ცხრილი 2.16

ბენზილ გლუკოზიდის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1	139.1		1'	100.7	4.51, d, (7.8)
2	128.5	7.45, d, (7.4)	2'	81.3	4.15, dd, (7.8, 8.8)
3	128.8	7.31, dd, (7.4, 7.7)	3'	77.4	3.65, dd, (8.8, 8.8)
4	128.1	7.23, dd, (7.4, 7.7)	4'	71.3	3.41, dd, (9.0, 8.8)
5	128.8	7.31, dd, (7.4, 7.7)	5'	77.6	3.29, m
6	128.5	7.45, d, (7.4)	6'	62.4	3.89, dd, (11.8, 2.3)
7	71.2	4.91, d, (12.0)			3.69, dd, (11.8, 5.9)
		4.72, d, (12.0)			

ბენზილ 2-O-სულფო- β -D-გლუკოპირანოზიდი

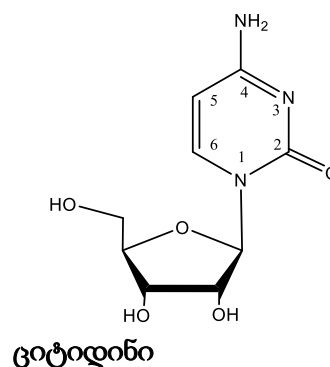
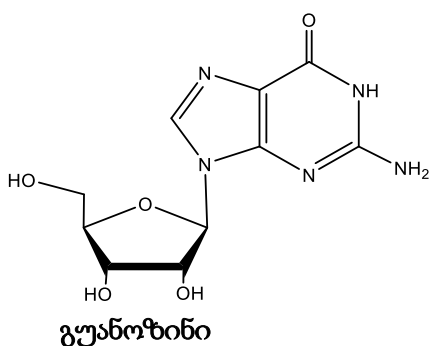
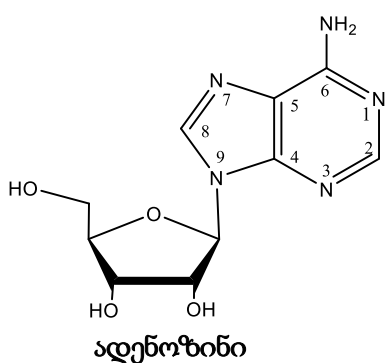
აღსანიშნავია, რომ *T. terrestris*-ში აღმოჩენილია სტეროიდული გლიკოზიდები სულფატური ნაშთით შაქროვან ნაწილში და ნივთიერება 1, შესაძლებელია, მათ წინამორბედად ჩაითვალოს.

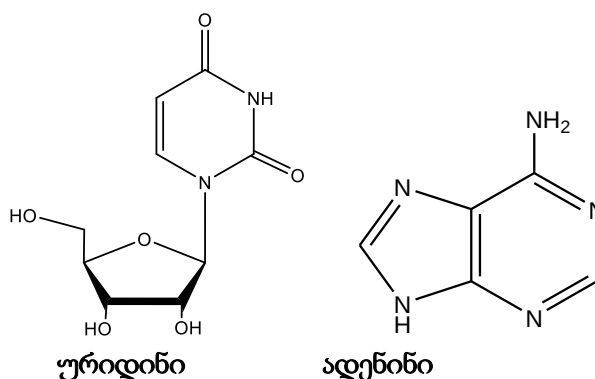
2.5 *Tribulus terrestris* - კუროსთავის ნუკლეოზიდები

როგორც უკვე იყო აღნიშნული *Tribulus L.*-ის გვარში სტეროიდების არსებობა პირველად ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტში დადგინდა. ნიშანდობლივია, რომ *Tribulus terrestris*-ში ჩვენს მიერ პირველად აღმოჩენილი ამ გვარისათვის ახალი ქიმიური კლასი - ნუკლეოზიდები.

ნუკლეინის მჟავას განმეორებადი სტრუქტურული ერთეულები ნუკლეოზიდები, ცოცხალი ორგანიზმის უნიკალური შემადგენელი ნაწილია, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ გენეტიკური ინფორმაციის შენახვის, გადაცემასა და გადაადგილების პროცესში. ისინი იშვიათად გვხვდებიან მცენარეებში. აღსანიშნავია კავკასიის ენდემური მცენარის *Helleborus caucasicus A. Br.* მიწისქვეშა ნაწილიდან ნუკლეოზიდ დისაქარიდის რიბოფურანოზიდ ურიდინის გამოყოფა (Sylla et. al., 2014)

Tribulus terrestris ცალკეული ორგანოების სპირტ-წყლიანი ექსტრაქტებიდან სპირტის გამოხდის შემდეგ დარჩენილ წყლიან სითხეს ქლოროფორმით ვასუფთავებდით და Diaion HP-20-ის სვეტზე ვატარებდით. ელუირება თანმიმდევრულად მიმდინარეობდა წყლით, 35%, 80% და 100% მეთანოლით. 35% ფრაქციის ქრომატოგრაფირებას ვახდენდით Sephadex LH-20-ზე მეთანოლის გამოყენებით. გამდიდრებული ფრაქციების მრავალჯერადი ქრომატოგრაფირებით სილიკაგელის სხვადასხვა ზომის სვეტებზე მიღებული იქნა 5 ინდივიდუალური ნივთიერება, რომლებიც ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით და სპექტრული მონაცემებით ნუკლეოზიდები აღმოჩნდნენ. ფესვებიდან - **ადენოზინი** (1.5 მგ), **გუანოზინი** (3.3 მგ), **ციტიდინი** (2.7 მგ), ნაყოფებიდან - **ურიდინი** (7.4 მგ), ფოთლებიდან ფუძე-**ადენინი** (2.6 მგ).





ადენოზინი: $C_{10}H_{13}N_5O_4$, ლღ. ტ. $233-235^{\circ}C$, თეთრი ფხვნილი. ESI-MS m/z 290 $[M+Na]^+$.

1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 8.18 (1H, s, H-2), 8.30 (1H, s, H-8), 5.96 (1H, d, $J=5.8$, H-1'), 4.74 (1H, t, $J=5.0$, H-2'), 4.32 (1H, t, $J=5.0$, H-3'), 4.16 (1H, d, $J=2.8$, H-4'), 3.88 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'a), 3.74 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'b). ^{13}C NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm): 157.1 (C-6), 153.0 (C-2), 149.7 (C-4), 142.1 (C-8), 120.8 (C-5), 90.9 (C-1'), 87.8 (C-4'), 75.2 (C-2'), 72.4 (C-3'), 63.2 (C-5') (Sun et al., 2015).

გუანოზინი: $C_{10}H_{13}N_5O_5$, ლღ. ტ. $239-241^{\circ}C$, თეთრი ფხვნილი. ESI-MS m/z 306 $[M+Na]^+$.

1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 8.10 (1H, s, H-8), 5.93 (1H, d, $J=5.8$, H-1'), 4.70 (1H, t, $J=5.0$, H-2'), 4.29 (1H, t, $J=5.0$, H-3'), 4.14 (1H, d, $J=2.8$, H-4'), 3.87 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'a), 3.73 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'b). ^{13}C NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm): 157.0 (C-6), 153.5 (C-2), 151.1 (C-4), 141.2 (C-8), 116.8 (C-5), 90.8 (C-1'), 87.7 (C-4'), 75.0 (C-2'), 72.1 (C-3'), 63.0 (C-5') (Wang et al., 2010).

ციტიდინი: $C_9H_{13}N_3O_5$, ლღ. ტ. $210-213^{\circ}C$, თეთრი ფხვნილი. ESI-MS m/z 266 $[M+Na]^+$.

1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 7.88 (1H, d, $J=8.1$ H-6), 5.83 (1H, d, $J=8.1$ H-5), 5.90 (1H, d, $J=4.7$, H-1'), 4.16 (1H, t, $J=5.0$, H-2'), 4.14 (1H, t, $J=5.0$, H-3'), 4.01 (1H, d, $J=2.8$, H-4'), 3.85 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'a), 3.74 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'b). ^{13}C NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm): 165.1 (C-4), 154.1 (C-2), 141.8 (C-6), 101.4 (C-5), 90.3 (C-1'), 86.5 (C-4'), 75.6 (C-2'), 71.5 (C-3'), 62.8 (C-5') (Sun et al., 2015).

ურიდინი: $C_9H_{12}N_2O_6$, ლღ. ტ. $166-168^{\circ}C$, თეთრი ფხვნილი. ESI-MS m/z 267 $[M+Na]^+$.

1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 8.00 (1H, d, $J=8.1$ H-6), 5.69 (1H, d, $J=8.1$ H-5), 5.91 (1H, d, $J=4.7$, H-1'), 4.18 (1H, t, $J=5.0$, H-2'), 4.15 (1H, t, $J=5.0$, H-3'), 4.01 (1H, d, $J=2.8$, H-4'), 3.83 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'a), 3.74 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'b).

dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'a), 3.73 (1H, dd, $J=12.6, 2.8$, H-5'b). ^{13}C NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm): 166.1 (C-4), 152.2 (C-2), 142.5 (C-6), 102.5 (C-5), 90.6 (C-1'), 86.4 (C-4'), 75.8 (C-2'), 71.3 (C-3'), 62.5 (C-5') (Wang et al., 2010).

ადენინი: $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5$, ლღ. ტ. $360-365^\circ\text{C}$, თეთრი ფხვნილი. ESI-MS m/z 158 $[\text{M}+\text{Na}]^+$. ^1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 8.16 (1H, s, H-2), 8.18 (1H, s, H-8). ^{13}C NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm): 156.8 (C-6), 152.9 (C-2), 150.2 (C-4), 141.5 (C-8), 120.6 (C-5) (Wang et al., 2010).

რიბონუკლეოზიდების აღმოჩენას *Tribulus terrestris*-ში უთუოდ გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება მისი მრავალმხრივი ფარმაცოლოგიური ეფექტურობის დადგენის თვალსაზრისით.

2.6 *Tribulus terrestris* - კუროსთავიდან გამოყოფილი ზოგიერთი ნივთიერება

კუროსთავის ცალკეული ორგანოებიდან სტეროიდული და ფავონოიდური გლიკოზიდების გარდა Diaion HP-20-ის სვეტზე დაყოფილი 35% ჯამიდან, იზოლირებულია ფოთლებიდან: მეგასტიგმანის გლიკოზიდი 1 (7.1 მგ), დებილოზიდი B (6.3 მგ) (Xu et al., 2006) და როზეოზიდი (2.7 მგ) (El-Hamd et al., 2009); ნაყოფებიდან: N-ტრანს-ფერულოილ-თირამინი (2.9 მგ) (Park, 2009); ფესვებიდან: საქაროზა (2.2 მგ). მეგასტიგმანის გლიკოზიდები 1 და 2 ახალი ორგანული ნივთიერებებია.

მეგასტიგმანები მიეკუთვნება C_{13} - ნორიზოპრენოიდებს და ციკლოჰექსენონებს, რომელიც A ვიტამინის ნაწილია, მათ ასევე უწოდებენ ნორ-კაროტინოიდებსაც. ორი ტიპისა არიან დამასკონისა და იონონის. კუროსთავის მეგასტიგმანები β -იონონის ტიპს მიეკუთვნებიან. ისინი პირველად აღმოაჩინეს ყურძნის ნაყოფში, არაგლიკოზიდური და გლიკოზიდური ფორმით (Christopher, 1986).

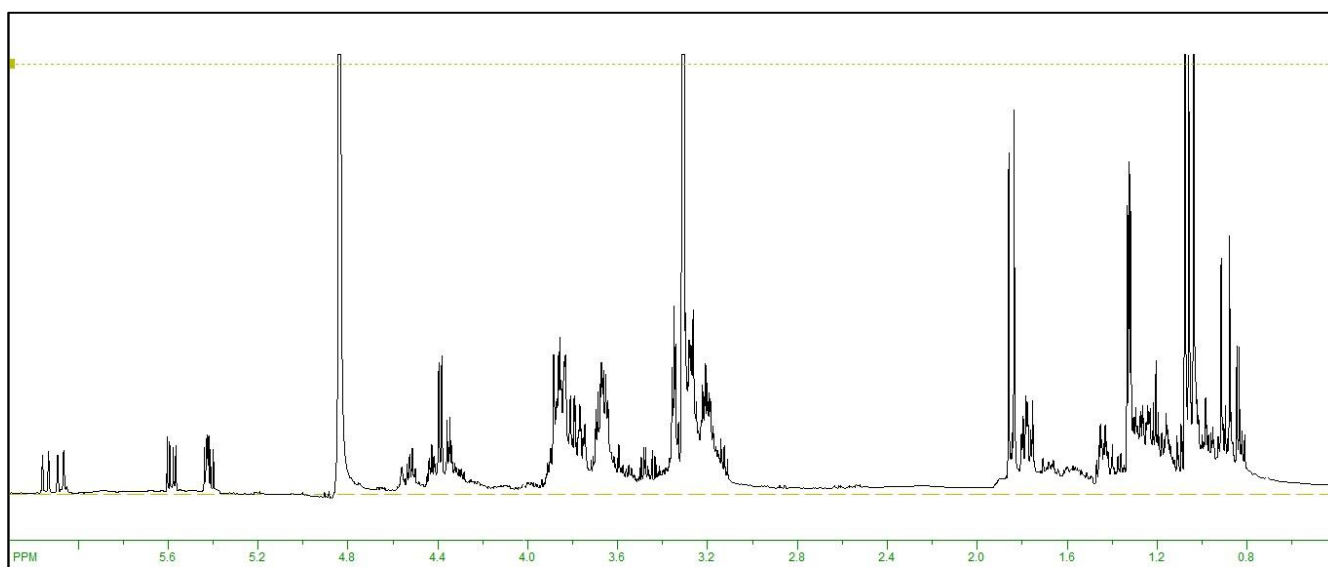
მეგასტიგმანი 1 თეთრი ფერის ამორფული ფხვნილია. მოლეკულური ფორმულა მაღალი რეზოლუციის ელექტროგაფრქვევითი იონიზაციური მას-სპექტროსკოპიის გამოყენებით (HR-ESI-TOF-MS) დადგინდა, როგორც $C_{19}H_{32}O_8$ (m/z 389.241 $[M+H]^+$). ნივთიერების მას-სპექტრი (ESI-MS/MS) უჩვენებს ფრაგმენტს m/z 227 $[M-162+H]^+$, რომელიც მიუთითებს ჰექსოზის მოხლეჩას.

მეგასტიგმანი 1-ის 1H NMR სპექტრში ჩანს ოთხი მეთილის ჯგუფის $\delta(H)$ 1.83 (3H, s, Me(13)), 1.32 (3H, d, $J = 6.3$ Hz, Me(10)), 1.06 (3H, s, Me(11)), 1.04 (3H, s, Me(12)), ორი ოლეფინური $\delta(H)$ 6.07 (1H, d, $J = 16.0$ Hz, H-C(7)), 5.58 (1H, dd, $J = 16.0, 7.0$ Hz, H-C(8)), სამი მეთინის $\delta(H)$ 4.42 (1H, dqd, $J = 7.0, 6.3, 1.0$ Hz, H-C(9)), 3.83 (1H, brd, $J = 3.4$ Hz, H-C(4)), 3.75 (1H, ddd, $J = 12.0, 3.9, 3.4$ Hz, H-C(3)), ერთი მეთილენის ჯგუფის $\delta(H)$ 1.77 (1H, dd, $J = 12.5, 12.0$ Hz, Ha-C(2)), 1.43 (1H, ddd, $J = 12.0, 3.9, 3.4$ Hz, Hb-C(2)) და ერთი ანომერული პროტონის $\delta(H)$ 4.38 (1H, d, $J = 7.8$ Hz, H-C(1')) სიგნალები (ცხრილი 2.17, სურათი 2.38). ^{13}C NMR სპექტრში აღინიშნება 13 ნახშირბადის სიგნალი, მათ შორის ოთხი ოლეფინური ($\delta(C)$ 142.0, 138.2, 128.8, 128.4), სამი კარბინოლის ($\delta(C)$ 77.7, 72.2, 67.7), ერთი ანომერული

ნახშირბადის ($\delta(C)$ 102.4) და ოთხი მეთილის ($\delta(C)$ 30.2, 27.6, 21.1, 19.7) (ცხრილი 2.17, სურათი 2.40). ერთ- და ორგანზომილებიანი ბმრ სპექტრების ერთობლიობით დადგინდა, რომ მეგასტიგმანის აგლიკონი წარმოადგენს β -იონონს, რომელიც პირველად გამოყოფილ იქნა ყურძნის ნაყოფიდან (Christopher, 1986), ხოლო მისი გლიკოზიდები კი *Pluchea indica*-დან (Uchiyama et al., 1989). HMBC სპექტრში ჩანს კორელაციური პიკი გლუკოზის ანომერულ პროტონსა ($\delta(H)$ 4.38 და აგლიკონის C(9) ნახშირბადს შორის (სურათი 2.41).

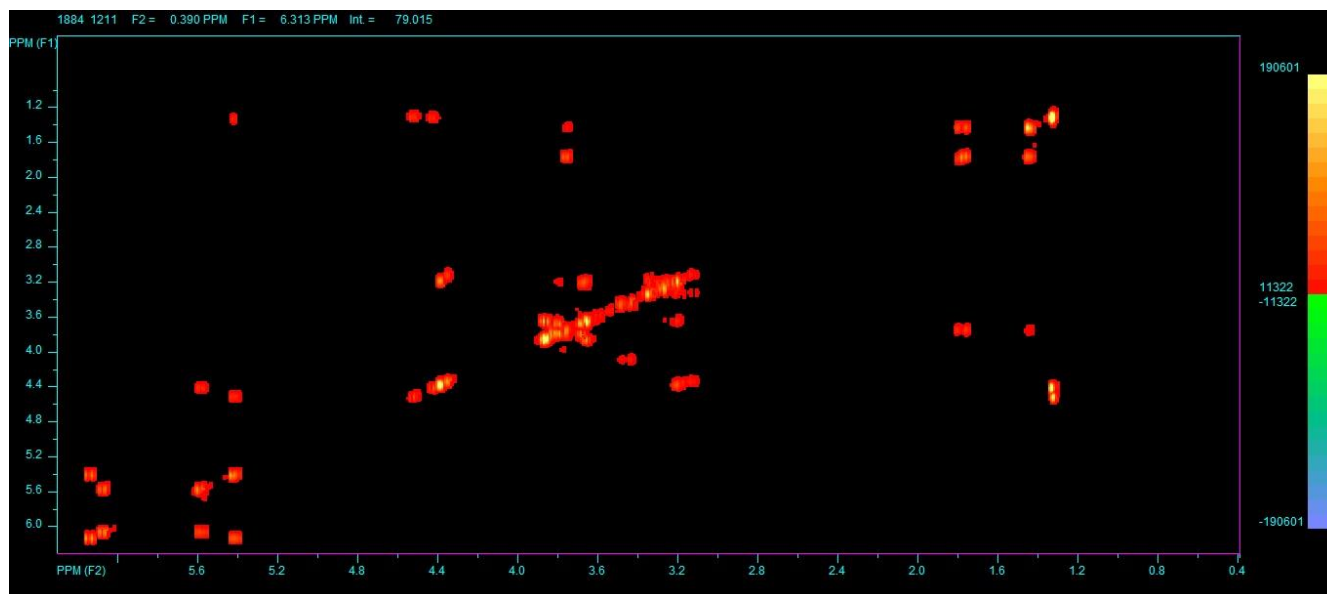
მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, ნივთიერება 1 შეიძლება დავახასიათოთ როგორც: **(3R,4R,7E,9R)-5,7-მეგასტიგმადიენ-3,4,9-ტრიოლ 9-O- β -D-გლუკოპირანოზიდი**.

სურათი 2. 38



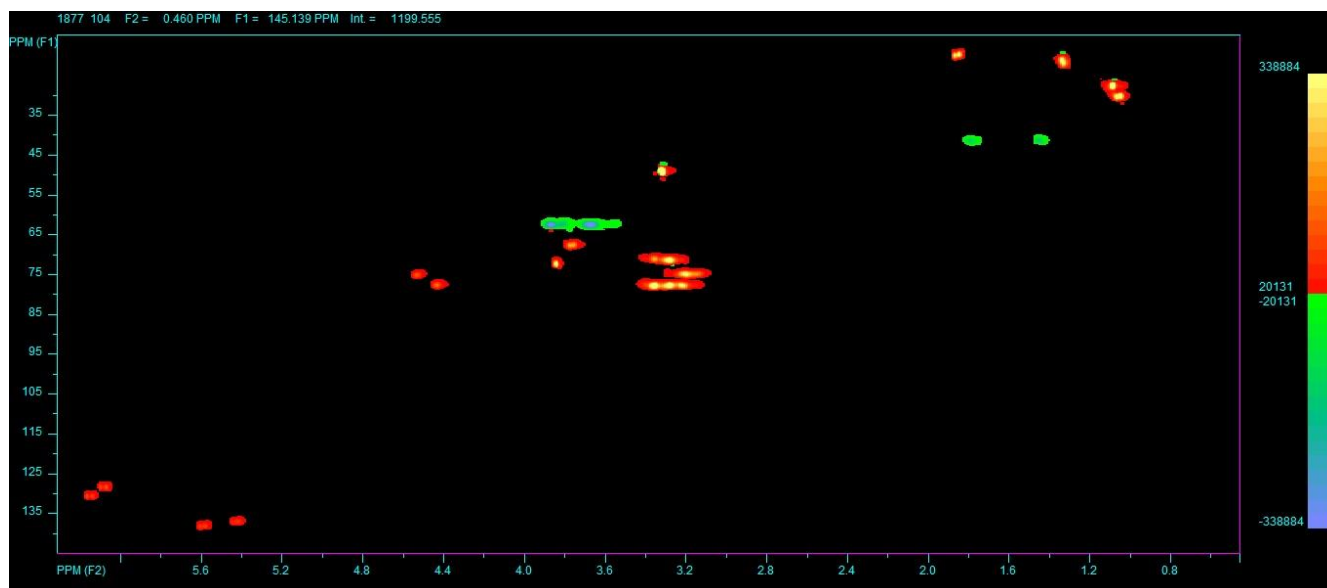
მეგასტიგმანი 1-ის 1H NMR სპექტრი

სურათი 2.39

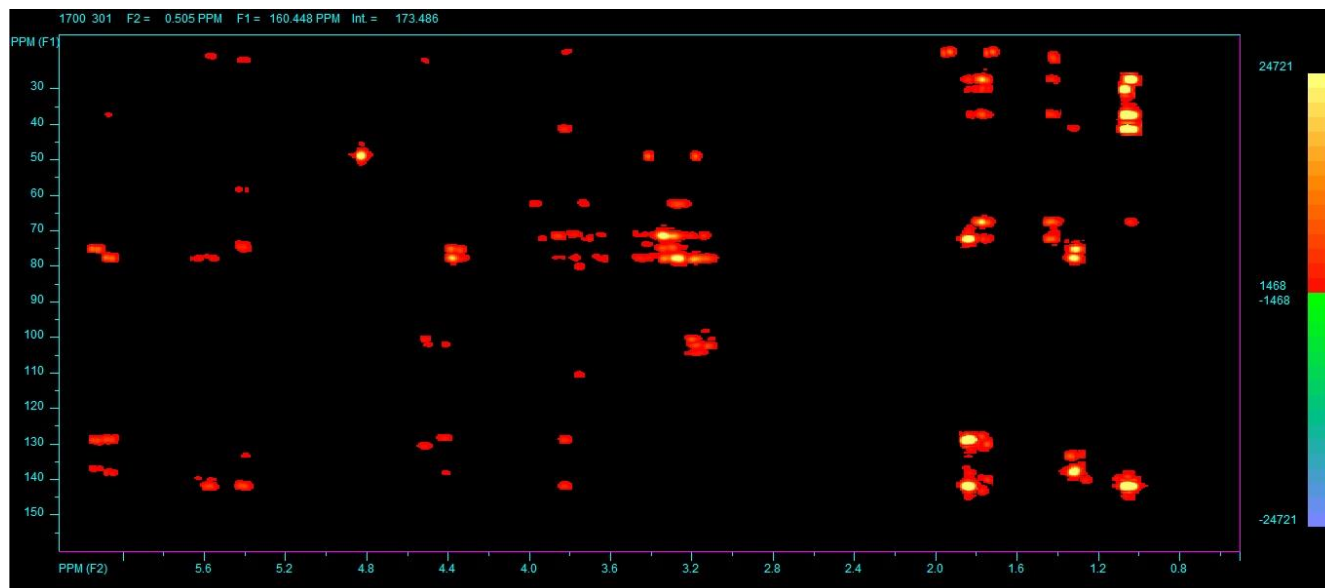


მეგასტიგმანი 1-ის COSY სპექტრი

სურათი 2.40



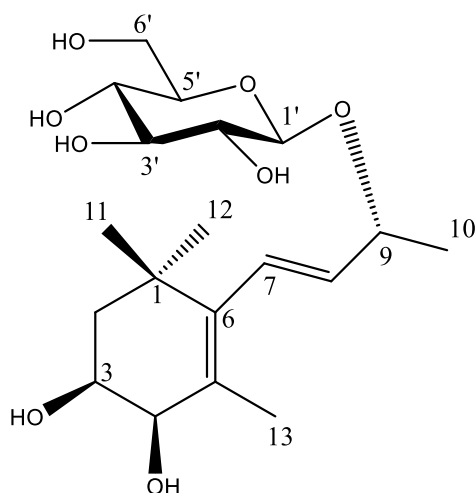
მეგასტიგმანი 1-ის HSQC სპექტრი



მეგასტიგმანი 1-ის HMBC სპექტრი

მეგასტიგმანი 1-ის ^1H - და ^{13}C -NMR (600 MHz, CD_3OD , δ/ppm , J/Hz) მონაცემები

C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$	C	$\delta(\text{C})$	$\delta(\text{H})$
1	37.6		11	27.6	1.06, s
2	41.5	1.77, dd, (12.5, 12.0)	12	30.2	1.04, s
		1.43, ddd, (12.5, 3.4, 1.2)	13	19.7	1.83
3	67.7	3.75, ddd, (12.0, 3.9, 3.4)	Glc		
4	72.2	3.83, brd, (3.4)	1'	102.4	4.38, d, (7.8)
5	128.8		2'	75.0	3.18, dd, (7.8, 9.0)
6	142.0		3'	77.7	3.34, dd, (9.0, 9.0)
7	128.4	6.07, d, (16.00)	4'	71.2	3.30, dd, (9.0, 9.0)
8	138.2	5.58, dd, (16.0, 7.0)	5'	77.8	3.27, m
9	77.7	4.42, dqd, (7.0, 6.3, 1.0)	6'	62.3	3.86, dd, (12.0, 2.4)
10	21.1	1.32, d, (6.3)			3.65, dd, (12.0, 4.5)



მეგასტოგმანი 1

დებილოზიდი B: ESI-MS/MS m/z 227 $[M+H]^+$ $C_{19}H_{32}O_8$. 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 1.77 (1H, dd, $J = 12.5, 12.0$ Ha-C(2)), 1.43 (1H, ddd, $J = 12.5, 3.4, 1.2$, Hb-C(2)), 3.75 (1H, ddd, $J = 12.0, 3.9, 3.4$, H-C(3)), 3.83 (1H, brd, $J = 3.4$, H-C(4)), 6.14 (1H, d, $J = 16.0$, H-C(7)), 5.40 (1H, dd, $J = 16.0, 8.0$, H-C(8)), 4.52 (1H, dqd, $J = 8.0, 6.3, 1.0$, H-C(9)), 1.31 (3H, d, $J = 6.3$, Me(10)), 1.06 (3H, s, Me(11)), 1.04 (3H, s, Me(12)), 1.86 (3H, Me(13)), 4.38 (1H, d, $J = 7.8$, H-C(1) Glc) (Xu et al., 2006)

როზეოზიდი: ESI-MS m/z 387 $[M+H]^+(C_{19}H_{30}O_8)$. 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 2.52 (1H, d, $J = 12.0$, Ha-C(2)), 2.15 (1H, d, $J = 12.0$, Hb-C(2)), 5.87 (1H, s, H-C(4)), 5.85 (1H, d, $J = 16.0$, H-C(7)), 5.86 (1H, dd, $J = 16.0, 8.0$, H-C(8)), 4.42 (1H, m, H-C(9)), 1.29 (3H, d, $J = 6.3$, Me(10)), 1.03 (3H, s, Me(11)), 1.04 (3H, s, Me(12)), 1.93 (3H, s, Me(13)), 4.34 (1H, d, $J = 7.8$, H-C(1) Glc) (El-Hamd A. et. al., 2009)

N-ტრანს-ფერულილ-თირამინი: ESI-MS m/z 298 $[M+H]^+(C_{18}H_{19}O_4N)$. 1H NMR (600 MHz, CD_3OD , δ , ppm, J/Hz): 7.06 (2H, d, $J = 8.3$, H-C(2,6)), 6.72 (2H, d, $J = 8.3$, H-C(3,5)), 2.76 (2H, m, Ha,b-C(7)), 3.47 (2H, m, Ha,b-C(8)), 7.12 (1H, d, $J = 1.8$, H-C(2')), 6.80 (1H, d, $J = 8.3$, H-C(5')), 7.03 (1H, dd, $J = 8.3, 1.8$, H-C(6')), 7.44 (1H, d, $J = 15.7$, H-C(7')), 6.40 (1H, d, $J = 15.7$, H-C(8')) (Park, 2009).

2.7 საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავის პრაქტიკაში გამოყენების საკითხისთვის

2.7.1 კუროსთავის ნატურალური პრეპარატი

Tribulus terrestris L. - კუროსთავი პოლიმორფული მოქმედებით ხასიათდება. ფარმაკოლოგიურად ეფექტურია, მოქმედებს თითქმის ყველა სასიცოცხლო ფუნქციაზე, რასაც მცენარეში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები განაპირობებენ.

ჩვენმა გამოკვლევებმა ნათელჰყო, რომ საქართველოს ფლორის კუროსთავი მდიდარია ქიმიური შედგენილობით. ახალი მონაცემებია მიღებული ფუროსტანოლების, ფლავონოიდების, ნუკლეოზიდების შესახებ. ჩვენი ფლორის კუროსთავის თერაპევტული ეფექტურობა დადასტურებულია რამდენიმე ათეული წლის წინ შექმნილი პრეპარატ ტრიბუსპონინით, რომელიც მრავალ დაავადებაზე მოქმედებს და წარმატებით იხმარება საბჭოთა კავშირში, დსთ ქვეყნებში, რუსეთში და საქართველოში.

ბოლო ხანებში გაჩნდა ცნობა იმის შესახებ, რომ რუსეთის ფედერაციის ჯანდაცვის სამინისტროს მიერ ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტზე სახელმწიფო ფარმაკოპეის კომიტეტის მიერ გაცემული სარეგისტრაციო სერტიფიკატის მიხედვით ტრიბუსპონინს რუსეთში აწარმოებენ. სხვა ფარმაკოლოგიური ეფექტურობასთან ერთად ტრიბუსპონინი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი არასპეციფიკური ანაბოლიტური საშუალებაა (სსრკ ჯანდაცვის სამინისტროს სპორტული მედიცინის ინსტიტუტის დასკვნა), რითაც არ ჩამოუვარდება სინთეზურ ანალოგებს (რიგი მაჩვენებლებით აჭარბებს მათ) და მცენარეულ პრეპარატ ეკდისტენს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ პრეპარატ ტრიბუსპონინის მიღების ტექნოლოგია, რომელიც მცენარიდან ძირითადად სტეროიდული გლიკოზიდების გამოყოფას ითვალისწინებს შედარებით მრავალსტადიურია და ორგანული გამხსნელების მნიშვნელოვან ხარჯვას მოითხოვს.

ნაჩვენებია, რომ კუროსთავის ანაბოლიტურ მოქმედებას საფუძვლად უდევს გონადოტროპული ჰორმონების (LH და FSH) სინთეზის გაძლიერება, რაც ტესტოსტერონის პროდუქციის ამაღლებას განაპირობებს. (მისი განსაკუთრებული თვისებაა ისიც, რომ

ტესტოსტერონის გადაჭარბებულ გამოყოფას არ იწვევს). ამის შედეგად დაზიანებული ან გადატვირთული კუნთების ფუნქცია მოკლე ვადაში აღდგება, ეს ორგანიზმის ზოგადად გამძლეობასა და სიძლიერეში გამოიხატება მამაკაცთა უნაყოფობის შემთხვევაში. კუროსთავის გლიკოზიდები ტესტოსტერონის გაძლიერებული პროდუქციით მოქმედებენ სპერმის რაოდენობასა და მობილურობაზე.

კუროსთავის გლიკოზიდები აუმჯობესებენ ცილების გადამუშავებას, შაქრის უტილიზაციას უჯრედებში და კუნთების ქსოვილებში: კუნთები უკეთ ითვისებენ ჟანგბადს და შესაბამისად აძლიერებენ ენერგიას.

ყოველივე აღნიშნული ხელს უწყობს ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ავადმყოფთა რეაბილიტაციას და სპორტსმენთა უნარის გაძლიერებას.

როგორც უკვე იყო აღნიშნული ბოლო 15-20 წლის განმავლობაში მრავალ ქვეყანაში გაძლიერდა კვლევები კუროსთავის ქიმიური შედგენილობის და ფარმაკოლოგიური ეფექტურობის შესწავლისადმი. მომზადდა სხვადასხვა პრეპარატი, უმეტესწილად ბიოლოგიურად აქტიურ დანამატის სახით.

ჩვენ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ საქართველოს ფლორის კუროსთავიდან ნატურალური პრეპარატის მომზადება, სადაც შენარჩუნებული იქნებოდა მცენარეში არსებული ნივთიერებები ბუნებრივი სახით და ტრიბუსპონინის ანალოგიური მოქმედება ექნებოდა.

პროფ. პ. იავიჩის ხელმძღვანელობით ჩატარებული კვლევით დადგინდა, რომ მოდულურ ცდებში „ბუფერულ ხსნარში“ კუჭისა და ნაწლავის pH-ის დროს (pH 1.5-5.5) კუროსთავის წვრილდისპერსული ფხვნილიდან, გლიკოზიდების გამოყოფა 60-65% ფარგლებშია (Кемертелидзе и др., 2003).

მწვავე და ქრონიკულ ექსპერიმენტებით დადგინდა მოწოდებული პრეპარატის სრული უვნებლობა.

ამგვარად, მიღებულია ნატურალური პრეპარატი ბიოლოგიურად აქტიურ დანამატის ფორმით კაფსულაში 0.25 გ-ის ოდენობით, რომელშიც ფუროსტანოლების შემცველობა 0.025-0.035 გ შეადგენს და ტრიბუსპონინის ტაბლეტების რაოდენობის ფარგლებშია.

პრეპარატს „ათეროსპონინი“ “Atherosponin” ეწოდა. შედგენილია ათეროსპონინის ნორმატულ-ტექნიკური დოკუმენტაცია. ხარისხის სერთიფიკატი გაცემული OOO Global Test-ის მიერ ადასტურებს ათეროსპონინის ნიმუშის სრულ თანხვედრას სახელმწიფო ფარმაცოპეის და ევროპული ფარმოკოპეის pH. Eur. 4.5-1.4 Category 4-ის მოთხოვნებისა და მიკრობიოლოგიურ სისუფთავეზე.

განახლებას მოითხოვს საქართველოში ტრიბუსპონინის წარმოება და ათეროსპონინის გამოშვების ორგანიზაცია, მოსახლეობისთვის ხელმისაწვდომი და ეფექტური საშუალებით უზრუნველყოფისათვის.

ათეროსპონინის გამოყენების ჩვენებები ტრიბუსპონინის იდენტურია. დამატებით შეიძლება აღინიშნოს: გაძლიერებული და მძიმე ფიზიკური დატვირთვები; ათლეტური კონკურსისთვის მზადება; სისტემური სპორტული რეჟიმი; აგრეთვე საკვების დაქვეითებული შეთვისება ტრავმისა და ქირურგიული ოპერაციების შემდეგ, დუნედ მიმდინარე ავადმყოფთა რეაბილიტაციის რეჟიმი; მამაკაცთა უნაყოფოება (უშვილობა).

2.7.2 კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები - როგორც მცენარეთა ზრდა-განვითარების სტიმულატორები

სტეროიდული გლიკოზიდები ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებია, ხასიათდებიან მემბრანოტროპული თვისებებით. მოქმედებენ რა მცენარეული უჯრედის მემბრანაზე, ზრდიან მის შეღწევადობას, არეგულირებენ წყალ-მარილოვან ბალანსს, ერთვებიან მცენარეთა ზრდის მეტაბოლიტურ პროცესებში და ნივთიერებათა ცვლაში ბიორეგულატორულ ფუნქციას ასრულებენ; კულტურულ მცენარეებში შეყვანისას ფიტოჰორმონების მსგავსად მოქმედებენ, თუმცა ქიმიური ბუნებით მკვეთრად განსხვავდებიან მათგან. ყოველივე ეს სტეროიდული საპონინების ალელოპათიაში გამოყენების შესაძლებლობას ქმნის. ალელოპათია გულისხმობს მცენარეული ნივთიერებების ზემოქმედებას მცენარეთა განვითარებაზე მათი გამძლეობის, მოსავლიანობის ზრდას და ეკოლოგიურად სუფთა აგროსისტემის შექმნას (Кемертелидзе... 1993; Кемертелидзе, 2011; ქემერტელიძე და სხვ., 2001).

ამ მიმართულებით ი. ქუთათელაძის სახელობის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტში შესწავლილი იქნა საქართველოში სამრეწველო მასშტაბით კულტივირებული *Yucca gloriosa L.* - იუკა დიდებულის - უხვად მოყვავილე მცენარის ყვავილების სტეროიდული გლიკოზიდების პრეპარატი „ალექსინის“ სახელწოდებით და *Tribulus terrestris* - კუროსთავიდან მომზადებული ათეროსკლეროზის სამკურნალო და პროფილაქტიკურ პრეპარატ „ტრიბუსპონინის“ სუბსტანცია. პირველი მათგანი პრეპარატ N 1-ად, ხოლო მეორე - პრეპარატ N 2-ად იქნენ აღნიშნულნი.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის ბიოტექნოლოგიის სამეცნიერო ცენტრში პროფესორების გოჩა დანელიას და მიხეილ კანდელაკის მიერ ლაბორატორიულ ცდებში დადგინდა, რომ ალექსინის გავლენით მცენარეში აქტიურდება ფერმენტული პროცესი, მიმდინარეობს სამარაგო საკვები ნივთიერებების ინტენსიური ჰიდროლიზი, რომელიც შემდგომში ორგანული ნივთიერებების სინთეზისათვის გამოიყენება. მიმდინარეობს ახალგაზრდა ამონაყრების უფრო ინტენსიური ზრდა, ფესვთა სისტემის გაძლიერება. ძლიერი და კარგად განვითარებული მცენარეები აბიოტური გარემო პირობებისადმი მეტი

გამძლეობით ხასიათდებიან,. ყოველივე ეს საბოლოო ჯამში მოსავლიანობის ზრდას აპირობებს და ვეგეტაციის პერიოდს ამცირებს (Кемертелидзе, 2011).

პრეპარატ 2-ზე (ტრიბუსპონინის სუბსტანცია) ჩატარებული მრავალი ლაბორატორიული და საველე ცდებიდან მოვიყვანთ მხოლოდ სამს, როგორც მაგალითს.

ტრიბუსპონინის სუბსტანციის გავლენის შესწავლა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე ჩატარდა: ლევან ყანჩაველის მცენარეთა დაცვის, იულონ ლომოურის მიწათმოქმედების, მებაღეობის, მევენახეობის და მეღვინეობის ინსტიტუტებში, მცენარეთა სელექციური მიღწევების გამოცდისა, დაცვის სახელმწიფო ინსპექციაში და სხვაგან.

ყველა შემთხვევაში ნაჩვენებია პრეპარატის მცირე კონცენტრაციის წყლიანი ხსნარის დადებითი ეფექტურობა. სტიმულატორი კომპლექსურად მოქმედებს მცენარეთა ცალკეულ ორგანოებზე, მათი განვითარების და მოსავლის ყველა განმაპირობებელ კომპონენტზე (Кемертелидзе, 2011).

მცენარეთა სელექციურ მიღწევათა გამოცდისა და დაცვის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული და საწარმოო დაკვირვებებით (ასურეთის და დმანისის სადგურებში) პრეპარატით თესლების თესვისწინა დამუშავებით დადგენილია ხორბლისა და ქერის ზრდისა და განვითარების ენერგიის მნიშვნელოვანი გაძლიერება (ქემერტელიძე ე. და სხვ 2001)

როგორც ცხრილი 2.7.1-დან ირკვევა ხორბლის და ქერის კულტურებში თესლის გაღივების ენერგია 16-16 %-ით, აღმოცენების ტემპი 14.4-48 %-ით იზრდება. ანალოგიური კანონზომიერებაა ფესვთა სისტემის განვითარებაშიც.

ცხრილი 2.7.1

პრეპარატ N 2 გავლენა ხორბლისა და ქერის თესლის გაღივებასა, აღმოცენებისა და ფესვთა სისტემის განვითარებაზე

ვარიანტის დასახელება	გაღივება %	აღმოცენება %	ზრდის დინამიკა, სმ			სხვაობა, სმ			ფესვის სიგრძე, სმ	სხვაობა კონტროლთან შედარებით, %
			I აზომვა	II აზომვა	III აზომვა	მატება I და II ზომებს შორის	მატება II და III ზომებს შორის	აღმონაცენის ზრდის ტემპი		
ხორბალი საკონტროლო მშრალი	80.4	82.0	5.9	12.2	18.4	6.3	6.2	100.3	14.3	100
საკონტროლო სველი	83.6	84.3	6.0	13.3	18.6	7.3	6.3	+1.6	14.7	+2.7
პრეპარატი 2	97	97.4	7.2	17.3	24.4	10.1	7.1	+14.4	19.2	+22.3
ქერი საკონტროლო მშრალი	81.0	81.2	6.6	13.8	19.3	7.2	5.5	100.0	14.7	100
საკონტროლო სველი	84.4	85.0	6.9	13.7	20.1	6.2	6.4	+16.3	15.1	+2.7
პრეპარატი 2	97.2	97.2	7.2	16.9	25.1	9.7	8.2	20.7	20.7	37.4

ცხრილი 2.7.2

პრეპარატ N 2 გავლენა სოიისა და ლობიოს მოსავალზე

პრეპარატის კონცენტრაცია %	პრეპარატი N2					
	სოია			ლობიო		
	მოსავალი ერთი მეცნარიდან, გ	მოსავლის ნამატ, გ	მოსავლის ნამატი, %	მოსავალი ერთი მეცნარიდან, გ	მოსავლის ნამატ, გ	მოსავლის ნამატი, %
0.0015	212	67	46.2	172	42	32.3
0.005	248	103	71.0	214.8	84.8	65.2
კონტროლი	145	-	-	130	-	-

სამკურნალო მცენარე *Catharanthus roseus G. Don* პრეპარატ N 2 გავლენა თესლების აღმოცენებაზე, ვეგეტატიურ ორგანოების განვითარებაზე, მოსავლიანობასა და ალკალოიდების შემცველობაზე

პარამეტრები	პრეპარატი N2			
	კონტროლი	10 მგ/ლ	20 მგ/ლ	50 მგ/ლ
თესლების აღმოცენება, %	70	81	90	90
აღმოცენების მატება, %	-	15.7	28.6	10
ნერგების სიმაღლე, სმ	43.4	56.5	58.0	51.5
ვარჯის ზომები, სმ	23X26	28X28	34X41	31X36
ამონაყარების რაოდენობა, ც	47	60	73	59
მოსავლიანობა ც/ჰა	5.2	6.24	6.76	5.85
მოსავლიანობის ზრდა, %	-	20	30	12.5
ალკალოიდების ჯამი, %	0.49	0.62	0.70	0.56

ცხრილი 2.7.2-დან ჩანს, რომ პრეპარატ N 2-ის 0.005% წყლიანი ხსნარის გავლენით ლობიოსა და სოიოს მოსავლიანობის მატებამ შესაბამისად 71% და 65.2% შეადგინა.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ტრიბუსპონინის სუბსტანციის (პრეპარატ N 2) გავლენა სამკურნალო მცენარეთა ზრდა-განვითარებასა და მათში ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემცველობაზე (Кемертелидзе и др., 2010).

როგორც ცხრილი 2.7.3-დან ჩანს ყველაზე კარგი შედეგები მიღებულია 20 მგ/ლ კონცენტრაციის გამოყენების დროს. ამ შემთხვევაში კონტროლთან შედარებით 20 %-ით იზრდება თესლის აღმოცენება, მნიშვნელოვნად იმატებს ამონაყარების რაოდენობაც, მოსავლიანობის ზრდამ 30% შეადგინა, ხოლო მცენარეში ალკალოიდების რაოდენობა 0.49 %-დან 0.70 %-მდე გაიზარდა.

ზემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან ვფიქრობთ ეჭვს არ იწვევს ტრიბუსპონინის სუბსტანციის ეფექტურობა მცენარეთა ზრდა-განვითარებისა და მოსავლიანობის მატებისათვის, მაგრამ სამკურნალო საშუალებისა და სოფლის მეურნეობაში გამოსაყენებელი პრეპარატების რაოდენობა და მასშტაბები დიდად განსხვავდება

ერთმანეთისაგან. პირველი მათგანის ხარჯვა მეორე დანიშნულებისათვის ეკონომიკურად გაუმართლებელია. ტრიბუსპონინის მიღების ტექნოლოგია მრავალსტადიურია და ორგანული გამხსნელების დიდ ხარჯს მოითხოვს.

ჩვენ შევეცადეთ კუროსთავიდან სტეროიდული გლიკოზიდების მიღების ტექნოლოგიის გამარტივებას.

ტრიბუსპონინის მიღების ტექნოლოგია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს: კუროსთავის დაწვრილმანებულ ფოთლებს 75% ეთანოლით გამოწვლილავენ. ექსტრაქტიდან სპირტს გამოხდიან, წყლიან სითხეს ქლოროფორმით ასუფთავებენ და ალუმინის ოქსიდის ფენაში გაატარებენ, წყლიან ელუატს შესქელების შემდეგ ხსნიან მცირე რაოდენობა მეთანოლში და გადალექავენ 5-მაგი მოცულობა აცეტონიდან. ნალექს გამოფილტრავენ, ჩარეცხავენ აცეტონით, აშრობენ და აწვრილმანებენ. ამგვარად მიიღება საბოლოო პროდუქტი 4-5 %-ის ოდენობით სტეროიდული გლიკოზიდების შემცველობით 20-27 %. გამოყენებული მეთანოლი-აცეტონის ნარევის განცალკავება აღდგენისათვის მეტად რთულია და პრაქტიკულად მთლიანად იხარჯება.

კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდების მიღების ჩვენს მიერ მოწოდებული ტექნოლოგია შემდეგში მდგომარეობს: კუროსთავის ჰაერმშრალ მიწისზედა დაწვრილმანებულ ნაწილის 100 გ 75%-იანი ეთანოლით ვწვლილავდით შეფარდებით 1:7 ოთახის ტემპერატურაზე, მუდმივი მორევით. II და III ექსტრაქციისთვის სპირტის ხუთმაგ რაოდენობას ვიყენებდით; IV ექსტრაქციას წყლის აბაზანაზე გამხსნელის დუდილის ტემპერატურაზე ვაწარმოებდით. გაერთიანებული ექსტრაქტიდან სპირტის გამოხდის შემდეგ წყლიან სითხეს ქლოროფორმით ვასუფთავებდით და ადსორბენტ Diaion HP-20 სვეტზე გადაგვექონდა. სვეტს თანდათანობით ჩამოვრეცხავდით წყლით, 35% მეთანოლით, სვეტიდან სტეროიდული გლიკოზიდების ელუირებას 80% სპირტით ვახდენდით, ელუატს ვასქელებდით, ვაშრობდით და ვაწვრილმანებდით.

მიიღება 12-14% ყავისფერი ამორფული ფხვნილი, სტეროიდული გლიკოზიდების შემცველობა მასში 80%-ს აღწევს.

ამგვარად გამარტივებულია ტექნოლოგიური პროცესი, გლიკოზიდების ჯამის გამოსავალი და მასში სტეროიდული გლიკოზიდების შემცველობა გაორმაგებულია. სოფლის მეურნეობის კულტურებზე გამოყენებისათვის დოზა შეიძლება 2-ჯერ შემცირდეს.

აღნიშნული ტექნოლოგიით მიღებული პრეპარატი N 2 ვარიანტი სახელწოდებით გამოიცადა აგროეკოსისტემის განვითარების კავშირში - „ეკოსანდოში“. ბოსტნეულ კულტურებზე: წითელი ჭარხალი, სალათა, ხახვი, თვის ბოლოკი, ყვავილოვანი და თეთრთავიანი კომბოსტო და სხვა. თესლების თესვისწინა დამუშავებით გამოვლინდა ზრდის თავისებურებანი, გაღვივების ენერგიის, აღმოცენების გაძლიერება, გარემო პირობებთან შეგუებისა და მოსავლიანობის მატება, ვეგეტაციის პერიოდის შემცირება. თვის ბოლოკის ცდა ვეგეტაციის სრულ პერიოდს მოიცავდა. დადგინდა ახალი ვარიანტით მიღებული პრეპარატის უპირატესობა ძველთან შედარებით. თვის ბოლოკის მოსავლიანობა 20-25 %-ით გაიზარდა. საველე ცდები კუროსთავის N2 ვარიანტზე გრძელდება.

კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები წყალში კარგად ხსნადი ბიოდეგრადირებადია, სრულად უვნებელია, გენეტიკური აქტივობით არ ხასიათდებიან, დაბალ კონცენტრაციში იხმარება, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტის მიღების შესაძლებლობას იძლევა და გამოსაყენებლად იოლია.

ამრიგად სოფლის მეურნეობის კულტურების ზრდა-განვითარებისა და მოსავლიანობის მომატებისათვის კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდების მიღების ახალი მეთოდის უპირატესობა პრეპარატ ტრიბუსპონინის სუბსტანციასთან შედარებით აშკარაა, რაც მისი ფართო გამოყენების შესაძლებლობას განაპირობებს და ეკონომიკურ ეფექტურობას აუმჯობესებს.

2.7.3 წინასწარი მონაცემები კუროსთავის ნაყოფების

ტკვილგამაყურებელი აქტივობის შესახებ

ჰაერში არალი დაწვრილმანებული კუროსთავის ნაყოფების 50 გ ლიპიდებისა და ლიპოფილური ნივთიერებებისგან ქლოროფორმით ვასუფთავებდით სოქსლეტის ტიპის აპარატში. მცენარეული ნაშთს გაშრობის შემდეგ 80 % ეთანოლით ვწვლილავდით წყლის აბაზანაზე გამხსნელის დუდილის ტემპერატურაზე.

გამონაწვლილიდან გამხსნელს გამოვხდით, ნაშთს ვაშრობდით ვაკუუმის ქვეშ. ვღებულობდით ყავისფერ ამორფულ ფხვნილს 2 გ ოდენობით, რომელიც იძლევა რეაქციას ფუროსტანოლურ გლიკოზიდებზე და ფლავონოიდებზე.

კუროსთავის ნაყოფების გამოკვლევა ტკვილგამაყურებელ აქტივობაზე ჩატარდა თსსუ იოველ ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის კლინიკამდელი ფარმაცოლოგიური კვლევის დეპარტამენტში (გამგე კ. მულკიჯანიანი) „ცხელი ფირფიტის (Hot plate)“ მოდელზე თავგებში და უსაფრთხოების მწვავე ექსპერიმენტში.

100-900 მგ/გ ინტერვალში დადგენილია, რომ ობიექტი საერთშორისო ჰარმონიზებული კლასიფიკატორის (GHS) მიხედვით IV კატეგორიას - LD₅₀<500 მგ/კგ მიეკუთვნება.

100 და 200 მგ/კგ ip კვლევის შედეგად გამოვლინდა 50 % ანალგეზური ეფექტი. ექსტრაქტმა აჩვენა არაოპიოიდური ტკვილგამაყურებელი მოქმედება. სხვა ჯგუფის ცნობილ პრეპარატებთან შედარებით გამოვლინდა, რომ ექსტრაქტი (300 მგ/კგ) უმნიშვნელოდ აზიანებს კუჭის ლორწოვან გარსს.

მიღებულია დასკვნა, რომ კუროსთავის ნაყოფების ექსტრაქტს გააჩნია ტკვილგამაყურებელი მოქმედება, სავარაუდოდ პროსტაგლანდინების სინთეზის ინჰიბირების ხარჯზე.

კვლევები კუროსთავის ნაყოფების ექსტრაქტის ფარმაცოლოგიური შესწავლის მიმართულებით, აღნიშნული მოქმედების სავარაუდო საშუალების შექმნის მიზნით გრძელდება. (დანართი № 1)

დასკვნები

1. *Tribulus terrestris* L. - კუროსთავის საქართველოში მოზარდი მცენარის ცალკეული ორგანოების ძირითადი ნაწილი ფოთლებია, შემდეგ ღეროები, ნაყოფები, ბოლოს ფესვები. მთავარი მოქმედი ნივთიერებებით ფუროსტანოლური გლიკოზიდებით ყველაზე მდიდარია ფოთლები, შემდეგ ნაყოფები, ფესვები და ღეროები.
საქართველოს სხვადასხვა კლიმატურ-ნიადაგობრივ ზონაში მოზარდ მცენარეში მათი რაოდენობა ცვალებადობს, მაგრამ ძირითადი ტენდენცია შენარჩუნებულია.
2. *Tribulus terrestris* - ში უმეტეს წილად საპოგენინების: დიოსგენინის, ტიგოგენინის, ჰეკოგენინის და გიტოგენინის წარმოებული გლიკოზიდები ბიოსინთეზირდებიან. ფოთლებიდან გამოყოფილი და იზოლირებულია 9 ფუროსტანოლური გლიკოზიდი, მათ შორის ორი ახალი. პირველი მათგანი სულფულირებული აღმოჩნდა: **(25R)-26-O-β-D-გლუკოპირანოზილ-ფუროსტ-5(6), 20(22)-ენ-3β,26-დიოლ-3-O-α-L-რამნოპირანოზილ-(1→2)-O-4-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი**. მეორე კი ფსევდოჰეკოგენინის წარმოებული გლიკოზიდია: **(25R) - 26 - O - β - D - გლუკოპირანოზილ - 5α - ფუროსტ - 20 (22) - ენ - 3β, 26 - დიოლ - 12 - ონ - 3 - O - β - D - ქსილოპირანოზილ - (1→2) - O - [β - D - გლუკოპირანოზილ - (1→3)] - O - β - D-გლუკოპირანოზილ-(1→4)-O-β-D-გალაქტოპირანოზიდი**.
მცენარის სხვა ნაწილებიდან გამოყოფილი და დახასიათებულია იქნა 5-5 ფუროსტანოლური გლიკოზიდი, რომლებიც შეესაბამებიან ფოთლების სტეროიდული ჯამიდან გამოყოფილ ნივთიერებებს.
- საქართველოში მოზარდი *Tribulus terrestris* - ში ფუროსტანოლების მაღალი შემცველობა უფლებას გვაძლევს ტრიბუსპონინისა და სხვა სამედიცინო პრეპარატის წარმოებისთვის რეკომენდაცია მივცეთ მცენარის მთლიანი მასის გამოყენებას.
3. ჩვენი ადრინდელი გამოკვლევებით ნაჩვენები იყო კუროსთავში ფლავონოიდების მაღალი შემცველობა. ვაგრძელებდით რა მუშაობას ამ მიმართულებით ახალი

მონაცემებია მიღებული, კუროსთავში აღმოჩენილ იქნა შედარებით იშვიათი მონოსაქარიდების აპიოზების არსებობა - ქვერცეტიტისა და იზორამნეტიტის გლიკოზიდებში. ფოთლებიდან გამოყოფილი და იდენტიფიცირებულია 10 ფლავონოიდური გლიკოზიდი, 4 მათგანი აპიოზების შემცველი ახალი ორგანული ნივთიერებაა, მათ აპიოტრიბოზიდები A, B, C, D ეწოდათ:

- ქვერცეტიტ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[β-D-აპიოფურანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი - აპიოტრიბოზიდი A;
- ქვერცეტიტ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ-(1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი - აპიოტრიბოზიდი B;
- იზორამნეტიტ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[β-D-აპიოფურანოზილ (1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი - აპიოტრიბოზიდი C;
- იზორამნეტიტ-3-O-β-D-აპიოფურანოზილ-(1→2)-[α-L-რამნოპირანოზილ (1→6)]-β-D-გლუკოპირანოზიდი - აპიოტრიბოზიდი D

კუროსთავის ნაყოფების HPLC ანალიზით ფლავონოიდურ ჯამში ფოთლებისგან განსხვავებით ჩანს 2 დომინანტი და 10 მინორული ფლავონოიდური გლიკოზიდი. გამოყოფილი და დახასიათებულია 5 ფლავონოიდი და 1 ფენოლური ნივთიერება. ფესვების HPLC მკვეთრად გამოირჩევა სხვა ორგანოებიდან. აქ პოლარული ნივთიერებები ჭარბობენ და წარმოდგენილია 7 დომინანტი და 16 მინორული კომპონენტით. გამოყოფილი და დახასიათებულია 2 ფენოლური ნივთიერება საიდანაც 1 ახალია: ბენზილ 2-O-სულფო-β-D-გლუკოპირანოზიდი

4. *Tribulus*-ის გვარში პირველადაა აღმოჩენილი ნუკლეოზიდები. გამოყოფილი და დახასიათებულია ფესვებიდან ადენოზინი, გუანოზინი, ციტიდინი; ნაყოფებიდან ურიდინი; ფოთლებიდან ფუმე - ადენინი.

5. კუროსთავიდან გამოყოფილია ახალი მეგასტიგმანის გლიკოზიდი (*3R,4R,7E,9R*)-5,7-მეგასტიგმადიენ-3,4,9-ტრიოლ 9-O-β-D-გლუკოპირანოზიდი.
გამოყოფილია აგრეთვე მეგასტიგმანები როზეოზიდი, დებილოზიდი B და ალკალოიდი N-ტრანს-ფერულოილ-თირამინი
6. ჩვენი მონაწილეობით მოწოდებულია კუროსთავის ნატურალური ფორმა ბიოლოგიურად აქტიური დანამატის სახით „ათეროსპონინის“ სახელწოდებით, რომელშიც შენარჩუნებულია მცენარის ნივთიერებები ბუნებრივი სახით და ცნობილი პრეპარატის ტრიბუსპონინის ანალოგიური მოქმედებით ხასიათდება.
ჩვენი გამოკვლევებით გადაწყვეტილია კუროსთავის პრეპარატის ალელოპათიაში გამოყენების საკითხი, როგორც სოფლის მეურნეობის კულტურების ზრდა-განვითარების ეფექტური სტიმულატორი.
7. კუროსთავის ნაყოფების სპირტწყლიანმა ექსტრაქტმა ბიოლოგიურ ექსპერიმენტში სპეციფიკური არაოპიოდურ ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედება გამოამჟღავნა.
კვლევები მისგან სავარაუდო სამკურნალო საშუალების შექმნისთვის გაგრძელდება
8. საქართველოში მოზარდი კუროსთავის მდიდარმა ქიმიურმა შედგენილობამ, რიგი ახალი მონაცემებით შეიძლება გარკვეული სიცხადე შეიტანოს კუროსთავის მრავალმხრივი ფარმაცოლოგიური მოქმედების მექანიზმის ახსნაში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ნებიერიძე ვ. *Tribulus terrestris* – კუროსთავის სტეროიდული და ფენოლური ნივთიერებები. ქართული უნივერსიტეტის შრომები. 2015, 2, 222-227
2. ნებიერიძე ვ. *Tribulus terrestris* – კუროსთავის ცალკეული ვეგეტატიური ორგანოების გამოკვლევა. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2014, 40(2-3), 198-201
3. საქართველოს ფლორა, 1983, VIII, 101-104
4. ქემერტელიძე ე., ბენიძე მ., ნასყიდაშვილი პ., ზედგენიძე ი. იუკა დიდებულის და კუროსთავის სტეროიდული გლიკოზიდები, როგორც მარცვლოვანი კულტურების ზრდის სტიმულატორები. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. 2001, XV, 8-13
5. ქემერტელიძე ე., ბენიძე მ., წაქაძე თ., ოშხერელი მ., ლილუაშვილი ლ., მახარაშვილი ზ. სტეროიდული გლიკოზიდების გავლენა ზოგიერთი პათოგენი სოკოს სპორების გაღივებაზე, ლობიოსა და სოიოს თესლების გაღივების ენერგიაზე, აღმოცენების უნარსა და მოსავალზე. აგრარული მეცნიერების პრობლემები. 2001, XV, 14-19
6. ქემერტელიძე ე., ფხეიძე თ., ბენიძე მ., დანელია გ., კანდელაკი მ. თესლების თესვისწინა დამუშავების ხერხი. პატენტი 1992 , № 702. პატენტი 1994, № 238
7. Камерницкий А. В., Абубакиров Н. К., Горовиц М. Б., Воллернер Ю. Е., Войшвилло Н. Е., Решетова И. Г., Пасешниченко В. А. Химия спироستانолов. Москва “Наука”. 1986, 161 с.
8. Качухашвили Т. Н. Диосгенин из яркоцев стелющихся (*Tribulus terrestris*), произрастающих в Грузии. – Мед. пром-сть СССР. 1965, 3, 46-48
9. Корулькин Д. Ю., Абилов Ж. А., Музычкина Р. А., Толстиков Г. А. Природные флавоноиды, Новосибирск “ГЕО”. 2007, 340 с.
10. Кемертелидзе Э. П., Алания М. Д., Шалашвили К. Г., Сагареишвили Т. Г., Кавთарадзе Н. Ш. Оригинальные лекарственные препараты флавоноидоносных растений Грузии. Тбилиси, 2016, 118 с.

11. Кемертелидзе Э. П., Бенидзе М. М., Пхеидзе Т. А. Стероидные гликозиды – стимуляторы роста и развития растений. В кн.: Фитохимические и растениеводческое исследования некоторых растений, произрастающих в Аджарии Изд. АН Грузии 2010, 119-124
12. Кемертелидзе Э. П., Пхеидзе Т. А. Стероидные соединения некоторых растений произрастающих в Грузии. Тбилиси “Мецниереба”. 1993, 174 с.
13. Кемертелидзе Э. П., Пхеидзе Т. А., Качухашвили Т. Н., Турова А. Д., Соколова Л. Н., Умикашвили Р. С. Антисклеротическое средство ”Трибуспонин”. Ав. Св. СССР, 1977, №567449
14. Кемертелидзе Э. П., Пхеидзе Т. А., Качухашвили Т. Н., Умикашвили Р. С., Турова А. Д., Соколова Л. Н. Новый антисклеротический препарат трибуспонин. Химико-фарм. Журнал. 1982, 16(1), 119-122
15. Кемертелидзе Э. П. Стероидные гликозиды *Tribulus terrestris* и *Yucca gloriosa* L. и их использование в качестве стимуляторов роста и развития растений. Известия аграрной науки. 2011, 9(1), 34-39
16. Кемертелидзе Э. П., Явич П. А., Чурадзе Л. И., Гилельс А. М., Рухадзе Т. П., Сулаквелидзе Ц. П., Маградзе К. В. Изучение процесса экстракции суммы сапонинов из травы *Tribulus terrestris* L. буферными растворами. Химич. журнал Грузии. 2003, 3(2), 161-162
17. Физер Л., Физер М. Стероиды. Перевод с английского под редакции, Н. Н. Суворовы, И. В. Торгова. изд-во Москва “МИР”. 1964, 982 с.
18. Флора СССР. 1949, XIV, 194-195
19. Шретер И. А. Распространение яркоцев стелющихся в Советском Союзе. Растит. ресурсы 1980, 4, 513-522
20. Шретер И. А., Рухадзе Т. А. Сравнительное изучение видов рода *Tribulus* L флоры СССР. как сырье для производства трибуспонины. Конф. молодых ученых ВНИИ лек. растений. 1983, 381-385

21. Штрอมберг А. Я., Джорбенадзе А. М. Культивирование якорцев стелющихся на опытном поле Тбилисского института фармакохимии. В кн.: Биологически активные вещества флоры Грузии. Тбилиси “Мецниереба”. 1969, 11, 248-250
22. Achenbach H., Bner H. H., Brandt W., Reiter M. Cardioactive steroid saponins and other constituents from the areal parts *Tribulus cistoides*. *Phytochmstry*, 1994, 35(6), 1527-1543
23. Adimoelja A., Adaikan P. G. Protodioscin from herbal plant *Tribulus terrestris* L. improves the male sexual functions, probably via DHEA. *International Journal Impotence Research*. 1997, 9, 1-15
24. Aggarwal A., Tandon S., Singla S. K., Tandon C. A novel antilithiatic protein from *Tribulus terrestris* having cytoprotective potency. *Protein Peptide Letters*, 2012, 19, 812-819
25. Akram M., Asif H. M., Naveed A., Pervaiz A. Sh., Uzair M., Shaheen G., Shamim T., Ali Shah S. M., Ahmad K. *Tribulus terrestris* Linn.: A review article. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2011, 5(16), 3601-3605
26. Al-Bayati F. A., Al-Mola H. F. Antibacterial and antifungal activities of different parts of *Tribulus terrestris* L. growing in Iraq. *Journal of Zhejiang Univsity Science B*, 2008, 9, 154-159
27. Al-Ali M., Wahbi S., Twaij H., Al-Badr A. *Tribulus terrestris*: Preliminary study of its diuretic and contractile effects and comparison with *Zea mays*. *Journal Ethnopharmacology*, 2003, 85, 257-260
28. Amin A., Lotfy M., Shafiullah M., Adeghate E. The protective effect of *Tribulus terrestris* in diabetes, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2006, 1084, 391-401
29. Anand R., Patnaik G. K., Kulshreshtha D. K., Dhawan B. N. Activity of certain fractions of *Tribulus terrestris* fruits against experimentally induced urolithiasis in rats. *Indian Journal Experimental Biology*, 1994, 32, 548-552
30. Ayyanna C., Chandra M. G., Sasikala M., Somasekhar P. Absorption enhancement studies of metformin hydrochloride by using *Tribulus terrestris* plant extract. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 2012, 4, 4118-4125

31. Baburao B., Rajyalakshmi G., Venkatesham A., Kiran G., Shyamsunder A., Gangarao B. Anti-inflammatory and antimicrobial activities of methanolic extract of *Tribulus terrestris* linn plant. *International Journal of Chemical Sciences*, 2009, 7, 1867-1872
32. Bedir E., Khan A., Walker L. A. Biologically active steroidal glycosides from *Tribulus terrestris*. *Pharmazie*. 2002, 57(7), 491-493
33. Cai L., Wu J. Y., Zhang P. F., Xu Y., Xie S. Steroidal saponins from *Tribulus terrestris*. *Planta Medica*, 2001, 67, 196-198
34. Chaudhuri S. B., Marjit B., Mukherjee P. K., Ram A. K., Munshi S., Das N. Nephroprotective action of *Tribulus terrestris* Linn. *Indian Journal of Pharmacology*, 2001, 33, 124-145
35. Chhatre S., Nesari T., Somani G., Kenjale R., Sathaye S. Comparative evaluation of diuretic activity of different extracts of *Tribulus terrestris* fruits in experimental animals. *International Journal Research Phytochemistry Pharmacology*, 2012, 3, 129-133
36. Chu S., Qu W., Pang X., Sun B., Huang X. Effect of saponin from *Tribulus terrestris* on hyperlipidemia. *Zhong Yao Cai*, 2003, 26, 341-344
37. Conrad J., Dinchev D., Klaiber I., Mika S. A novel furostanol saponin from *Tribulus terrestris* of Bulgarian origin. *Fitoterapia*, 2004, 75(2), 117-122
38. Christopher R. Strauss, Eugene Dimitriadis, Bevan Wilson, and Patrick J. Williams. Studies on the hydrolysis of two megastigma-3,6,9-triols rationalizing the origins of some volatile C₁₃ norisoprenoids of *Vitis vinifera* grapes. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1986, 34, 145-149
39. De Combarieu E., Fuzzati N., Lovati M., Mercalli E. Furostanol saponins from *Tribulus terrestris*. *Fitoterapia*, 2003, 74, 583-591
40. Deepak M., Dipankar G., Prashanth D., Asha M. K., Amit A., Venkataraman B. V. Tribulosin and β -sitosterol D-glucoside, the anthelmintic principles of *Tribulus terrestris*. *Phytomedicine*, 2002, 9, 753-756
41. Deole Y. S., Chavan S. S., Ashok B. K., Ravishankar B., Thakar A. B., Chandola H. M. Evaluation of antidepressant and anxiolytic activity of Rasayana Ghana tablet (a Compound Ayurvedic formulation) in albino mice. *Ayu*, 2011, 32, 375-379

42. El-Hamd A., Mohamed H., Mohamed Adila E., Ismail Abeer M., El-sayed Magdi A., Sheded Mohamed J. Megastigmane glycoside from *Ludwigia Stolonifera*. *Pharmacognosy Magazine*, 2009, 5(20), 306-308
43. El-Sheikh T. M., Bosly H. A., Shalaby N. M. Insecticidal and repellent activities of methanolic extract of *Tribulus terrestris* L. (Zygophyllaceae) against the malarial vector *Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae). *Egyptian Academic Journal Biological Sciences*. 2012, 5, 13-22
44. Hamed A. i., Oleszek W., Stochmal A., Pizza C., Piacente S. Steroidal saponins from the areal parts of *Tribulus pentandrus* Forssk. *Phytochemistry*, 2004, 65, 2935-2945
45. Heidari M. R., Mehrabani M., Pardakhty A., Khazaeli P., Zahedi M. J., Yakhchali M. The analgesic effect of *Tribulus terrestris* extract and comparison of gastric ulcerogenicity of the extract with indomethacine in animal experiments. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2007, 1095, 418-427
46. Hirai Y., Sanada A., Ida Y., Shoji J. Studies on the Constituents of Palmae Plants. III. The Constituents of *Chamaerops humilis* L. and *Trachycarpus wagnerianus* BECC. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 1986, 34(1), 82-87
47. Ishii T., Yanagisawa M. Synthesis, separation and NMR spectral analysis of methyl apiofuranosides. *Carbohydrate Research*, 1998, 313, 189-192.
48. Jin J. M., Zhang Y. J., Yang C. R. Spirostanol and furostanol glycosides from the fresh tubers of *Polianthes tuberosa*. *Journal Natural Products*, 2004, 67, 5-9
49. John W. Greene pages. Menstrual irregularities associated with athletics and exercise. *Comprehensive Therapy*. Humana Press, 1999, 25, 209-215
50. Kang L. P., Wu K. L., Yu H. Sh., Pang X., Liu J., Han L. F., Zhang J., Zhao Y., Xiong Ch. Q., Song X. B., Liu Ch. Steroidal saponins from *Tribulus terrestris*. *Phytochemistry*, 2014, 107, 182-189
51. Kavitha P., Ramesh R., Subramanian P. Histopathological changes in *Poecilia latipinna* male gonad due to *Tribulus terrestris* administration. *In vitro cellular and developmental biology. Animal*, 2012, 48, 306-312

52. Kavitha P., Ramesh R., Bupesh G., Stalin A., Subramanian P. Hepatoprotective activity of *Tribulus terrestris* extract against acetaminophen-induced toxicity in a freshwater fish. In vitro cellular & developmental biology. Animal, 2011, 47, 698-706
53. Kemertelidze E., Benidze M. Steroidal glycosides of *Yucca gloriosa* L. and their influence on plant growth. Bulletin of the National Academy of Sciences. 2001, 164(1), 91-93
54. Kemertelidze E., Benidze M., Skhirtladze A. Tribusponin and Atherosponin – remedies of vegetable origin. Bulletin of the National Academy of Sciences. 2013, 7(3), 100-104
55. Kemertelidze E., Skhirtladze A., Ganzera M. New furostanol glycosides from the roots of *Digitalis ciliata* Trautv. Helvetica Chimica Acta, 2015, 98, 224-231
56. Khan S., Kabir H., Jalees F., Asif M., Naquvi K. J. Antihyperlipidemic potential of fruits of *Tribulus terrestris* linn. International Journal of Biomedical Research, 2011, 2, 98-101
57. Kim H. J., Kim J. C., Min J. S., Kim M. J., Kim J. A., Kor M. H. Aqueous extract of *Tribulus terrestris* Linn induces cell growth arrest and apoptosis by down-regulating NFB signaling in liver cancer cells. Journal Ethnopharmacology, 2011, 136, 197-203
58. Kiran B., Lalitha V., Raveesha K. A. In Vitro Evaluation of Aqueous and Solvent extract of *Tribulus terrestris* L. leaf against Human bacteria. International Journal Pharmtech Research, 2011, 3, 1897-1903.
59. Kostova I., Dinchev D., Rentsch G., Dimitrov V., Ivanova A. Two new sulfated furostanol saponins from *Tribulus terrestris*. Journal of Biosciences, 2002, 57, 33-38
60. Kumar M., Panwar M., Samarth R., Kumar A. Evaluation of radiomodulatory influence of *Tribulus terrestris* Root extract against gamma radiation: Hematological, Biochemical and cytogenetic alterations in swiss albinomice. Pharmacology, 2009, 1, 1214-1228
61. Kumar M., Soni A. K., Shukla S., Kumar A. Chemopreventive potential of *Tribulus terrestris* against 7, 12-dimethylbenz (a) anthracene induced skin papillomagenesis in mice. Asian Pacific Journal Cancer Prevention, 2006, 7, 289-294
62. Lamba H. S., Bhargava C. H., Thakur M., Bhargava S. α -glucosidase and aldose reductase inhibitory activity in vitro and antidiabetic activity in vivo of *Tribulus terrestris*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2011, 3, 270-272

63. Li M., Qu W., Chu S., Wang H., Tian C., Tu M. Effect of the decoction of *Tribulus terrestris* on mice gluconeogenesis. *Zhong Yao Cai*. 2001, 24, 586-588
64. Li M., Qu W., Wang Y., Wan H., Tian C. Hypoglycemic effect of saponin from *Tribulus terrestris*. *Zhong Yao Cai*, 2002, 25, 420-422
65. Liu Y., Wang Y., Sun L., Zhang M., Xie Sh., Xu D., Xu Y. Steroidal glycosides from the fruits of *Tribulus terrestris*. *Chemistry of Natural Compounds*, 2014, 50(3), 483-388
66. Mohammed M. J. Biological Activity of Saponins Isolated from *Tribulus terrestris* (fruit) on growth of some bacteria. *Tikrit Journal of Pure Science*, 2008, 13, 1-4
67. Naveed M. A., Riaz N., Sallem M., Jabeen B., Ashraf M., Ismail T., Jabar A. Longipetalosides A-C, new steroidal saponins from *Tribulus longipetalus*. *Steroids*, 2014, 83, 45-51
68. Nebieridze V. Flavonoid glycosides from the leaves of *Tribulus terrestris* growing in Georgia. *Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences, Chemical Series*, 2015, 41(3), 240-243
69. Neychev V. K., Nikolova E., Zhelev N., Mitev V. I. Saponins from *Tribulus terrestris* L. are less toxic for normal human fibroblasts than for many cancer lines: Influence on apoptosis and proliferation. *Experimental Biology and Medicine*, 2007, 232, 126-133
70. Oh J. S., Baik S. H., Ahn E. K., Jeong W., Hong S. S. Anti-inflammatory activity of *Tribulus terrestris* in RAW264.7 Cells. *Journal Immunol*, 2012, 88: 54-56
71. Oh H. K., Park S. J., Moon H. D., Jun S. H., Choi N. Y., You Y. O. *Tribulus terrestris* inhibits caries-inducing properties of *Streptococcus mutans*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2011, 5, 6061-6066
72. Okoye F. B., Ngwoke K. G., Debbab A., Osadebe O. P., Proksch P. Olamannosides D and E: Further kaempferoltriglycosides from *Olex mannii* leaves. *Phytochemistry Letters*, 2016, 16, 152-155
73. Pande S., Banerjee G., Mistra S. Hepatoprotective activities of *Tribulus terrestris*(Cchota Gokhura), *Indian Journal of pharmacology*, 2001, 33(2), 129-137
74. Pandey R., Bhavani Sh. S, Krishna S. B. *Tribulus terrestris* fruit extract protects against oxidative stressInduced apoptosis., *Pharmaceutical Biology.*, 2007; 45(8), 619-625

75. Park J. B. Isolation and Characterization of N-Feruloyltyramine as the P-Selectin Expression Suppressor from Garlic (*Allium sativum*). *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009, 57(19), 8868-8872
76. Perrone A., Plaza A., Bloise E., Nigro P., Hamed A. I., Belisario M. A., Pizza C., Piacente S. Cytotoxic furostanol saponins and a megastigmane glucoside from *Tribulus parvispinus*. 2005, 68, 1549-1553
77. Phillips O. A., Mathew K. T., Oriowo M. A. Antihypertensive and vasodilator effects of methanolic and aqueous extracts of *Tribulus terrestris* in rats. *Journal Ethnopharmacology*, 2006, 104, 351-355
78. Rajendar B., Bharavi K., Rao G .S., Kishore P. V., Kumar P. R., Kumar C. S. Protective effect of an aphrodisiac herb *Tribulus terrestris* Linn on cadmium-induced testicular damage. *Indian Journal Pharmacology*, 2011, 43, 568-573
79. Raju J. Evaluation of Anti-Inflammatory and Antimicrobial Potential of *Tribulus terrestris* Linn, whole Plant, 2008, 1867-1872
80. Rathi B., Bodhankar S., Vishi M. Anti-inflammatory activity of steroidal saponins isolated from methanolic extract of fruits of *Tribulus terrestris*. *Inflammation Research*, 2007, 56, 281
81. Roy H. N., Al Mamun A. H. Regiospecific phenyl esterification to some organic acids catalyzed by combined lewis acids. *Synthetic Communications*, 2006, 36, 2975–2981
82. Ross I., A, Medicinal plants of the world, *Journal Ethnopharmacology*, 2001, 76(3), 309
83. Saleh N. M., Abdalla A. A., Abdalla F., M. Flavonoid glycosides of *Tribulus pentandrus* and *T. terrestris*. *Phytochemistry*, 1982, 21(8), 1995-2000
84. Samy M. N., M. Bishr M., Kamel A. A., Kamel M. S. Tribulin, a new steroidal saponin from the aerial parts of *Tribulus terrestris*. *Research Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2012, 4(5), 237-239
85. Samy M. N., Bishr M. M., Sayed A. H. M., Sayed A. A., Kamel M. S. Pharmacognostical studies on root of *Tribulus terrestris*. *Research Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2013, 5(6), 280-283

86. Schmiedeberg O. Untersuchung uber die pharmacologi schwirksamen bestandteile der *Digitalis purpurea* L. Archiv Experimental Pathology, Pharmacology, 1875, 3, 16-19
87. Selvam A. B. Inventory of vegetable crude drug samples housed in botanical survey of India, Howrah. Pharmacognosy. 2008, 2(3), 61-94
88. Shirfule A. L., Sangamwar A. T., Khobragade C. N. Exploring glycolate oxidase (GOX) as an antiurolithic drug target: Molecular modeling and in vitro inhibitor study. International Journal of Biological Macromolecules, 2011, 49, 62-70
89. Singh S., Nair V., Gupta Y. K. Evaluation of the aphrodisiac activity of *Tribulus terrestris* Linn. in sexually sluggish male albino rats. Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics, 2012, 3, 43-47
90. Singh S. P., Raghavendra K., Singh R. K., Mohanty S. S., Dash A. P. Evaluation of *Tribulus terrestris* Linn (Zygophyllaceae) acetone extract for larvicidal and repellence activity against mosquito vectors. Journal of Communicable Diseases, 2008, 40(4), 255-61
91. Sivapalan S. R. Biological and pharmacological studies of *Tribulus terrestris* Linn- A review. International Journal of Multidisciplinary Research and Development. 2016, 3(1), 257-265
92. Skhirtladze A., Benidze M., Kemertelidze E., Grigolava B., Sturm S., Ganzera M. Steroid Ccmposition of fruit from *Yucca gloriosa* introduced into Georgia. Chemistry of Natural Compounds, 2015, 51(2), 283-288
93. Skhirtladze A., Nebieridze V., Benidze M., Kemertelidze E., Ganzera M. Furostanol glycosides from the roots of *Tribulus terrestris* L. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 2017, 11(1), 122-126
94. Snyder J. R., Serianni A. S. DL-apiose substituted with stable isotopes: synthesis, N.M.R. - spectral analysis, and furanose anomerization. Carbohydrate Research, 1987, 166, 85-99
95. Sohretoglu D., Sakar M. K., Sterner O. New galloylated flavonoid glycosides from *Geranium stepporum* Davis. Helvetica Chimica Acta, 2009, 92, 520-524
96. Su L., Chen G., Feng Sh., Wang W., Li Zh., Chen H., Liu Y., Pei Y., Steroidal saponins from *Tribulus terrestris*, Steroids, 2009, 74(4-5), 399-403

97. Su L., Feng S. G., Qiao L., Zhou Y. Z., Yang R. P., Pei Y. H. Two new steroidal saponins from *Tribulus terrestris*. *Journal Asian Natural Product Reserch*, 2009, 11(1), 38-43
98. Sun B., Qu W. J., Zhang X. L. Investigation on inhibitory and apoptosis-inducing effects of saponins from *Tribulus terrestris* on hepatoma cell line BEL-7402. *Zhongguo Zhong.Yao Za Zhi.*, 2004, 29(7), 681-684
99. Sun J. F., Wu Y., Yang B., Liu Y. Chemical constituents of marine Sponge *halichondria* from South China sea. *Chemistry of Natural Compounds*. 2015, 51(5), 975
100. Sylla B., Gauthier Ch., Legault J., Fleury P., Lavoie S., Mshvildadze V., Muzashvili T., Kemertelidze E., Pichette A. Isolation of a new disaccharide nucleoside from *Helleborus caucasicus*: structure elucidation and total synthesis of hellecaucaside A and its β -anomer. *Carbonhydrate Research*. 2014, 398, 80-89
101. Uchiyama T., Miyase T., Ueno A., Usmanghani K. Terpenic glycosides from *Pluchea indica*. *Phytochemistry*, 1989, 28(12), 3369-3372
102. Temraz A., El Gind D. D., Kadry H. A., De Tommasi N., Btaca A. Steroidal saponins from the areal parts of *Tribulus alatus* Del. *Phytochemistry*, 2006, 67, 1011–1018
103. Tilwari A., Shukla N. P., Devi U. Effect of five medicinal plants used in Indian system of medicines on immune function in Wistar rats. *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10, 16637-16645
104. Tuncer M. A., Yaymaci B., Sati L., Cayli .S, Acar G., Altug T., Demir R. Influence of *Tribulus terrestris* extract on lipid profile and endothelial structure in developing atherosclerotic lesions in the aorta of rabbits on a highcholesterol diet. *Acta Histochemica*, 2009, 111, 488-500
105. Wang C. Y., Han L., Kang K., Shao C. L., Wei Y. X., Zheng C., J., Guan H. S. Chemical Natural Compounds. 2010, 46(5), 828
106. Wang J., Zu X., Jiang Y. Five furostanol saponins from fruits of *Tribulus terrestris* and their cytotoxic activities, *Natural Product Research*, 2009, 23(15), 1436–1444
107. Wang Y., Ohtani K., Kasai R., Yamasaki K. Steroidal saponins from fruits of *Tribulus terrestris*. *Phytochemistry*, 1997, 45(4), 811-817

108. Wang Z. F., Wang B. B., Zhao Y., Wang F. X., Sun Y., Guo R. J., Song X. B., Xin H. L., Sun X. G. Furostanol and spirostanol saponins from *Tribulus terrestris*. *Molecules*, 2016, 21(4), 429-443
109. Wu G., Jiang Sh., Jiang F., Zhu D. Steroidal glycosides from *Tribulus terrestris*. *Phytochemistry*, 1996, 42(6), 1677-1681
110. Xu X.H., Tan Ch. H., Jiang Sh. H., Zhu D. Y. Debilosides A-C: Three new megastigmane glycosides from *Equisetum debile*. *Helvetica Chinica Acta* 2006, 89, 1422-1426
111. Xu T. H, Xu Y. J., Xie S. X., Zhao H.F., Han D., Li Y. Two new furostanol saponins from *Tribulus terrestris* L. *Journal Asian Natural Products Reseserch* 2008, 10(5-6), 419-423
112. Xu Y. J., Huang X. L., Xie S. X., Xu T. H. Isolation and identification of a new furosteroidal saponin from fruits of *Tribulus terrestris* L. *Chemical Journal of Chinese Universities*, 2007, 28(3), 484-486
113. Xu Y., Liu Y., Xu T., Xie Sh., Si Y., Liu Y. A New furostanol glycoside from *Tribulus terrestris*. *Molecules*, 2010, 15, 613-618
114. Xu Y. J., Xie S. X., Zhao H. F., Han D., Xu T. H., Xu D. M. Studies on the chemical constituents from *Tribulus terrestris*. *Yao Xue Xue Bao*. 2001, 36(10), 750-753
115. Xu Y. J., Xu T. H., Liu Y., Xie S. X., Si Y. S., Xu D. M. Two new steroidal glucosides from *Tribulus terrestris* L. *Journal of Asian Natural Products Research*. 2009, 11(6), 548-553
116. Xu Y. J., Xu T. H., Yang J. Y., Xie Sh. X., Liu Y., Si Y. Sh., Xu D. M. Two new furostanol saponins from *Tribulus terrestris* L. *Chinese Chemical Letters*, 2010, 21(5), 580-583
117. Xu Y. X., Chen H. S., Liang H. Q., Gu Z. B., Liu W. Y., Leung W. N., Li T. J. Three new saponins from *Tribulus terrestris*. *Planta medica*, 2000, 66(6), 545-550
118. Yang H., Sung S. H., Kim Y.C. Two new hepatoprotective stilbene glycosides from *Acer mono* leaves. *Journal of Natural Products*. 2005, 68, 101-103
119. Yan W, Ohtani K, Kasai R, Yamasaki K. Steroidal saponins from fruits of *Tribulus terrestris*. *Phytochemistry*, 1996, 42(5), 1417-1422

120. Yean M. H., Kim J. S., Kang S. S., Kim Y. S. A new megastigmane glucoside and three new flavonoid glycosides from *Spiraea prunifolia* var. *simpliciflora*. *Helvetica Chimica Acta*, 2014, 97, 1123-1131
121. Yuan J. Q., Qiu L., Zou L. H., Wei Q., Miao J. H., Yao X. S. Two new phenylethanoid glycosides from *Callicarpa longissima*. *Helvetica Chimica Acta*, 2015, 98, 482-489
122. Yuan W., Wang N., Yi Y., Yao X. Two Furostanol Saponins from the Fruits of *Tribulus terrestris*, *Chinese Journal of Natural Medicines* 2008, 6(3), 172-175
123. Zhang J. D., Xu Z., Cao Y. B., Chen H. S., Yan L., An M. M. Antifungal activities and action mechanisms of compounds from *Tribulus terrestris* L. *Journal Ethnopharmacology*, 2006, 103(1), 76-84
124. Zhang S., Li H., Yang S. J. Tribulosin protects rat hearts from ischemia/reperfusion injury. *Acta Pharmacologica Sinica*, 2010, 31, 671-678
125. Zhang S., Li H., Xu H., Yang S. J. Effect of gross saponins of *Tribulus terrestris* on cardiocytes impaired by adriamycin. *Yao Xue Xue Bao*, 2010, 45, 31-36

თსსუ ი. ქუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის
კლინიკამდელი ფარმაცოლოგიური კვლევის დეპარტამენტი



დ ა ნ ა კ ა ნ ა

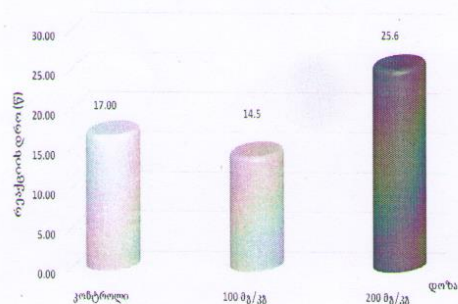
Tribulus terrestris ნაყოფის ექსტრაქტის ბიოლოგიური აქტივობის შესახებ

შესწავლილი იყო *Tribulus terrestris*-ის (კუროსთავი) ნაყოფის ექსტრაქტის (აქტი #688 21.03.17) ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედება „ცხელი ფირფიტის (Hot plate)“ მოდელზე თავგებში და მისი უსაფრთხოება მწვავე ექსპერიმენტში.

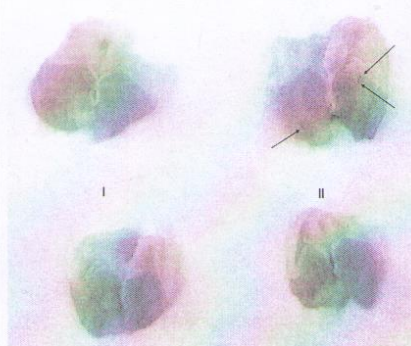
შედეგები: საკვლევი ექსტრაქტის უსაფრთხოების შეფასებისას დოზების ინტერვალში 100-900 მგ/კგ დადგენილია, რომ ის საერთაშორისო ჰარმონიზებული კლასიფიკატორის (GHS) მიხედვით მიეკუთვნება IV კატეგორიას - $LD_{50} < 500 \text{ mg/kg}$.

სპეციფიკური (ანალგეზური) მოქმედება შესწავლილი იყო ექსტრაქტის 2 დოზაზე - 100 და 200 მგ/კგ ip. კვლევის შედეგები მოყვანილია სურათ 1-ზე.

ვინაიდან 200 მგ/კგ დოზის შემთხვევაში გამოვლინდა 50%-ი ანალგეზური ეფექტი. შესაბამისად, ექსტრაქტმა აჩვენა არაოპიოიდური ტკივილგამაყუჩებელი ნაერთებისათვის დამახასიათებელი მოქმედება. ამიტომ საინტერესო გახდა მისი პოტენციური ულცეროგენული მოქმედების შეფასება. ჩატარებული დამატებითი ექსპერიმენტის შედეგად აღმოჩნდა, რომ მოცემული ჯგუფის სხვა ცნობილ პრეპარატებთან შედარებით გამოკვლეული ექსტრაქტი (300 მგ/კგ) უმნიშვნელოდ აზიანებს კუჭის ლორწოვან გარსს: პერორალურად შეიმჩნევოდა ჰიპერემია, ხოლო ინტრაპერიტონეალური შეყვანისას ჰიპერემიას თან ახლდა ერთეული წერტილოვანი პეტეჩიები (სურ.2)



სურ.1. კუროსთავის ექსტრაქტის
ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედება



სურ.2. კუროსთავის ექსტრაქტის (300 mg/kg)
ულცეროგენული მოქმედება: I -
პერორალურად; II -
ინტრაპერიტონეალურად; ისრებით
ნაჩვენებია წერტილოვანი
დაზიანებები



დასკვნა: ამგვარად, შეგვიძლია დავასკვნად, რომ კუროსთავის ექსტრაქტს შესწავლილ დოზებში გააჩნია ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედება, სავარაუდოდ პროსტაგლანდინების სინთეზის ინჰიბირების ხარჯზე. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია აღნიშნული ექსტრაქტის ქიმიური შემადგენლობის შემდგომი შესწავლა მასში ანალგეზიურ აქტიურობაზე პასუხისმგებელი ნაერთ(ებ)ის გამოსავლენად.

დეპარტამენტის გამგე

[Handwritten signature]



კ. მულეიჯანიანი