

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მაღვინა თათვიძე

რკინის შემცველი ფიტოპრეპარატების მიღების ტექნოლოგიის
შემუშავება და ფარმაცოლოგიური შეფასება

ქიმიურ-ფარმაცევტული და ბიოლოგიურად აქტიური
ნივთიერებების ტექნოლოგია (0410)

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის აკადემიური
დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ვარდენ ხვედელიძე,

ტ. მ. დ., სრული პროფესორი

ქუთაისი 2013

შინაარსი

შესავალი	5
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა	10
1.1. რკინის როლი ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებაში	10
1.1.1. რკინის მეტაბოლიზმის თავისებურებები	10
1.1.2. ორვალენტური და სამვალენტური რკინის აბსორბციის თავისებურებანი	10
1.1.3. რკინის დეფიციტის განმაპირობებელი ფაქტორები	12
1.2. რკინადეფიციტური ანემია	13
1.2.1. რკინადეფიციტური ანემიით ავადობის სტატისტიკური მონაცემები	13
1.2.2. რკინადეფიციტური ანემიის კვლევა საქართველოში	14
1.2.3. რკინადეფიციტური ანემიების კლასიფიკაცია და კლინიკა	16
1.2.4. რკინით მდიდარი საკვები პროდუქტები	19
1.2.5. რკინის პრეპარატების დახასიათება	20
1.3. მაკროელემენტებით მდიდარი მცენარეული ნედლეულის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება	23
1.3.1. ორსახლიანიჭინჭრის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება	23
1.3.2. მოცვის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება	27
1.3.3. ანწლის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება	27
1.3.4. ასკილის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება	29
1.4. რკინის პრეპარატებით მკურნალობის თავისებურებები	30
1.4.1. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალოდ გამოყენებული რკინის პრეპარატების გვერდითი მოვლენები	30
1.4.2. რკინის პრეპარატების ზედოზირება	30
1.4.3. რკინის პარენტერალური პრეპარატებით მკურნალობის უარყოფითი მხარეები	32
1.5. ფიტოპრეპარატების გამოყენება რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობაში	32
1.5.1. რკინით მდიდარი მცენარეების ზოგადი დახასიათება	32
1.5.2. ფიტოპრეპარატებით მკურნალობის ჩვენებები და უპირატესობა	33
თავი 2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები	35

2.1. კვლევის ობიექტები - - - - -	35
2.1.1. ორსახლიანიჭინჭარი - <i>Urtica dioica</i> - - - - -	35
2.1.2. მოცვი - <i>Vaccinium</i> - - - - -	38
2.1.3. ანწლი - <i>Sambucus nigra L</i> - - - - -	40
2. 1.4. ასკილი - <i>Rosa canina</i> - - - - -	42
2.1.5. ფოლის მჟავა - <i>acidi folici</i> - - - - -	44
2.2. კვლევის მეთოდები - - - - -	45
2.2.1. ულტრა- და ნანოდისპერგირების მეთოდი - - - - -	45
2.2.2. კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები - - - - -	45
2.2.3. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის მეთოდი - - - - -	48
თავი 3. მცენარეული ნედლეულის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა.	
შემადგენლობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი - - - - -	50
3.1. მცენარეული ნედლეულის დისპერგირება - - - - -	50
3.2. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების განსაზღვრა მცენარეულ ნედლეულში მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით - - - - -	56
3.2.1. ორსახლიანი ჭინჭრის ქრომატოგრაფიული ანალიზი - - - - -	56
3.2.2. მოცვის ქრომატოგრაფიული ანალიზი - - - - -	60
3.2.3. ანწლის ქრომატოგრაფიული ანალიზი - - - - -	65
3.2.4. ასკილის ქრომატოგრაფიული ანალიზი - - - - -	68
3.3. მცენარეულ ნედლეულში რკინის რაოდენობის განსაზღვრა ატომურ-აბსორბციულიმეთოდით - - - - -	72
3.4. მცენარეული ნედლეულის და სამკურნალწამლო ფიტოპრეპარატების სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ანალიზი ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით - - - - -	73
3.4.1. მცენარეული ნედლეულის სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ანალიზი - - - - -	74
3.4.2. სამკურნალწამლო ფიტოპრეპარატების სტრუქტურულ- ფუნქციონალური ანალიზი - - - - -	78
თავი 4. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების რეცეპტურების ოპტიმიზაცია და წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება - - - - -	83

4.1. საკითხის დასმა -----	83
4.2. ჰაერმშრალი ნედლეულის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის პირობების დასაბუთება -----	84
4.3. ჰაერმშრალი ნედლეულის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის პირობები -----	88
4.4. ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების საწარმოო ექსპერიმენტის რეალიზაცია -----	90
4.5. მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის რეალიზაცია -----	98
4.6. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაცია -----	106
4.6.1. ფიტოპრეპარატების ნამდვილობის დადგენა -----	106
4.6.2. ფიტოპრეპარატებში რკინის იონების რაოდენობრივი ანალიზი -----	107
4.7. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება -----	108
4.7.1. საკითხის დასმა -----	108
4.7.2. ჭინჭრის ექსტრაქტის ფუძეზე რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება -----	110
4.7.3. მოცვის ექსტრაქტის ფუძეზე რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება -----	113
საერთო დასკვნები -----	116
ლიტერატურა -----	118

შესავალი

თემის აქტუალობა: თანამედროვე სამედიცინო პრაქტიკაში სამკურნალო მცენარეების გამოყენება სულ უფრო დიდ მასშტაბს იძენს. ეს აიხსნება მცენარეებში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების კომპლექსური, ხავერდოვანი და პროლონგირებული მოქმედებით ადამიანის ორგანიზმზე და ტოქსიური ეფექტების პრაქტიკული არარსებობით. მცენარეული სამკურნალწამლო საშუალებების ნომენკლატურის გაფართოება თანამედროვე ფარმაცევტული ტექნოლოგიის, ფარმაკოლოგიის და მედიცინის აქტუალური ამოცანაა.

მსოფლიოს ქვეყნების და მათ შორის საქართველოს ფარმაკოპეიაში შეტანილია სამკურნალო მცენარეების მრავალი სახეობა, თუმცა ისინი ხშირად ცალმხრივად და არასრულადაა გამოკვლეული. ასეთ მცენარეთა რიგშია ჭინჭარი, ასკილი, მოცვი და ბევრი სხვა, რომელთა მინერალური შემადგენლობა და შესაბამისად ამ კუთხით მათი გამოყენების საკითხი პრაქტიკულად შეუსწავლელია. აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე მედიცინაში დღესდღეობით არ არსებობს სამკურნალო მცენარეებისგან დამზადებული პრეპარატი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნებოდა რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობა და პროფილაქტიკა, მიუხედავად იმისა, რომ ელემენტური რკინით მდიდარი სამკურნალო მცენარეების ჩამონათვალი საკმაოდ შთამბეჭდავია.

რკინა ადამიანის ორგანიზმისათვის უმნიშვნელოვანესი ელემენტია და მონაწილეობას იღებს ჰემოგლობინის მიერ ჟანგბადის ტრანსპორტირებაში. როცა სხვადასხვა ფაქტორის გამო ადამიანი საკვების სახით ვერ იღებს რკინის საკმარის რაოდენობას, ვითარდება ჯერ რკინის დეფიციტი, ხოლო შემდგომ დაავადება, რომელიც რკინადეფიციტური ანემიის (რდა) სახელითაა ცნობილი. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით, მსოფლიოში 1,8 მილიარდი ადამიანი დაავადებულია რკინადეფიციტური ანემიით და 3,6 მილიარდს აღენიშნება რკინის ლატენტური დეფიციტი. რდა ფართოდაა გავრცელებული ბავშვებსა და ქალებში, ასევე მოხუცებში. რისკის ჯგუფს მიეკუთვნებიან დონორები, ვეგეტარიანელები, ასევე მართლმადიდებლური რელიგიის მიმდევრები. ერთფეროვანი, ვიტამინებით და ცილებით ღარიბი საკვები, არასრულყოფილი და არარეგულარული კვება, ზოგჯერ შიმშილიც, დიეტები, ეკონომიური სიდუხჭირე - ყველა ეს ფაქტორი ბევრად განაპირობებს რდა-ს განვითარებას.

რკინადეფიციტური ანემია სამედიცინო-პროფილაქტიკური კუთხით კარგად

შესწავლილ დაავადებათა რიცხვს განეკუთვნება, შესაბამისად მსოფლიო ფარმაკოლოგიური ინდუსტრია ინტენსიურად მუშაობს ახალი რკინის შემცველი პრეპარატების შემუშავებასა და წარმოებაზე. თუმცა დღესდღეობით მონაცემები ამ მიზნით სამკურნალო მცენარეების გამოყენების შესახებ არ არსებობს. ყოველწლიურად სააფთიაქო ქსელში ჩნდება ახალი რკინის შემცველი ქიმიური პრეპარატი, რომელიც დაავადების სპეციფიკიდან გამომდინარე, ხანგრძლივ მიღებაზეა გათვლილი და თან ახლავს ყველა ქიმიური პრეპარატისთვის დამახასიათებელი გვერდითი მოვლენები. ასეთი სამკურნალწამლო საშუალებებისაგან განსხვავებით, ფიტოპრეპარატები მრავალმხრივი კომპლექსური მოქმედებით გამოირჩევიან და შესაძლებელია მათში ბუნებრივი ელემენტური რკინის და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების უნიკალური კომბინაციის შემუშავება.

კვლევის მიზანი და ამოცანები: კვლევის მიზანია საქართველოს ეკოლოგიურად სუფთა მთიან რეგიონებში ველურად მზარდი ელემენტური რკინით მდიდარი ზოგიერთი მცენარის შესწავლა და მათ ბაზაზე მცენარეული ფიტოპრეპარატის შემუშავება.

დასახული მიზნის შესასრულებლად განისაზღვრა შემდეგი ამოცანები:

- ორსახლიანი ქინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ქიმიური შემადგენლობის რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრა;
- ლურჯი მოცვის მწიფე ჰაერმშრალი ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ქიმიური შემადგენლობის რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრა;
- ანწლის მწიფე ჰაერმშრალი ნაყოფის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ქიმიური შემადგენლობის რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრა;
- ველური ასკილის მწიფე მშრალი ნაყოფის რბილობის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ქიმიური შემადგენლობის რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრა;
- ზემოთჩამოთვლილ მცენარეთა გამოსაკვლევ ნაწილებში ელემენტური რკინის შემცველობის და რაოდენობის განსაზღვრა;
- მცენარეთა ექსტრაქტის ფუძეზე რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების შემადგენლობის შემუშავება.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე:

- გამოკვლეულია რამდენიმე სხვადასხვა გვარის და სახეობის სამკურნალო მცენარე მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ჩატარებულია მათი

- ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი;
- განსაზღვრულია ელემენტური რკინის რაოდენობა ატომურ-აბსორბციული მეთოდით ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლებში, ლურჯი მოცვის და ანწლის ნაყოფებში და მათ ექსტრაქტებში;
 - ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით განსაზღვრულია რკინის შემცველ სამკურნალო მცენარეებში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სტრუქტურული ჯგუფები. დადგენილია სამკურნალო ფიტოპრეპარატების კომპოზიციების კომპონენტების თავსებადობა და მდგრადობა;
 - რეალიზებულია სამფაქტორიანი ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური დაგეგმვის მატრიცა. მეორე რიგის ადექვატური რეგრესიის განტოლებების საშუალებით ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლთა კლასიკური მეთოდის გამოყენებით ნაპოვნია პროცესის წარმართვის ოპტიმალური რეჟიმები;
 - მათემატიკური მოდელირების და ოპტიმიზაციის მეთოდით დადგენილია სამკურნალო კომპოზიციებში კომპოზიტების ოპტიმალური თანაფარდობა;
 - პირველად საქართველოში შემუშავებულია რკინის შემცველი ფიტოპრეპარატების კომპოზიციები რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობისა და პრევენციისათვის;
 - დამუშავებულია რკინის შემცველი ფიტოპრეპარატების წარმოების ფარმაცევტულ-ტექნოლოგიური სქემა.

რკინის დეფიციტის და რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო მცენარეული პრეპარატი დღესდღეობით ფარმაკოლოგიურ ინდუსტრიაში არ არსებობს. ლიტერატურული წყაროების ანალიზით, ფიტოპრეპარატები ამ დაავადების მკურნალობისას პრაქტიკულად არ გამოიყენება ან მიიღება მხოლოდ ვიტამინური კომპლექსების სახით, როგორც დამხმარე საშუალება. ეს ფაქტი განსაკუთრებით უსვამს ხაზს ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეს.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა:

- გამოვლენილი და გამოკვლეულია რკინის მაღალი შემცველობის მქონე სამკურნალო მცენარეები, რაც საფუძვლად დაედო რკინით მდიდარი მცენარეული პრეპარატის შემუშავებას ტაბლეტირებული ფორმით და ფიტოჩაის სახით;
- პრეპარატების დასამზადებლად გამოყენებული იქნა ველურადმზარდი მცენარეების სახეობები, რომელთა ნაწილების შეგროვება და გადამუშავება მარტივი და ხელმისაწვდომია;

- ორსახლიანი ჭინჭარი, მოცვი, ანწლი და ასკილი იოლად მრავლდებიან და მათი კულტივირება ადვილად შესაძლებელია თანამედროვე ინტენსიური ტექნოლოგიების გამოყენების გზით;
- რკინის დეფიციტის და რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობისას რკინის პრეპარატები მიიღება ხანგრძლივად, რასაც თან სდევს გვერდითი მოვლენები: უსიამოვნო სუნი და გემო პირში, ტკივილი კუჭის და მთელი მუცლის არეში, გულისრევა ღებინებით, ფაღარათი ან ყაზობა. ჭარბი რკინის დაგროვება იწვევს კბილების გამუქებას, კანზე ლაქების გაჩენას, საბოლოოდ, დაავადება ჰემოსიდეროზის ჩამოყალიბებას. ფიტოპრეპარატში არსებული რკინის რაოდენობა გამორიცხავს ჭარბი რაოდენობის რკინის მოხვედრას ორგანიზმში. ამასთან ერთად მცენარეული რკინა ორგანიზმში ხვდება ბუნებრივი შემადგენლობით, კერძოდ სხვადასხვა ამინომჟავებსა და ასკორბინის მჟავასთან ერთად, რომელთა გარეშეც რკინის აბსორბცია პრაქტიკულად არ ხდება.
- რკინის მცენარეული პრეპარატი არ იწვევს კუჭნაწლავის ტრაქტის გაღიზიანებას და შესაბამისად, ამასთან დაკავშირებულ უსიამოვნო სუბიექტურ შეგრძნებებს.
- როგორც უმრავლესი ბუნებრივი პროდუქტი, რკინის მაღალი შემცველობის ფიტოპრეპარატი პრაქტიკულად უვნებელია და არ გააჩნია გვერდითი ან უარყოფითი მოვლენები.
- უმრავლესობა პაციენტებისა ხანგრძლივი მიღებისთვის გამოყენებულ ქიმიურ პრეპარატებს აიგივებს მძიმე, ქრონიკულ და ხშირად განუკურნებელ დაავადებასთან, ამიტომ მცენარეული დანამატის გამოყენება ფსიქოლოგიურად უფრო მისაღები და ეფექტურია.
- მორწმუნე მართლმადიდებლები, რომლებიც მთელი წლის მანძილზე ინახავენ რამდენიმე მარხვას, წელიწადში დაახლოებით 200 დღე არ იკვებებიან ხორციით და ხორცის სუბპროდუქტებით. ასეთ პერიოდებში მათთვის რკინით მდიდარი მცენარეული ფიტოპრეპარატის მიღება რკინადეფიციტური ანემიის პრევენციის და მკურნალობის საუკეთესო საშუალება იქნება.

პუბლიკაციები: სადისერტაციო ნაშრომის შედეგები გამოქვეყნებულია 5 სამეცნიერო სტატიაში და 1 კონფერენციის მასალებში.

ნაშრომის აპრობაცია: დისერტაციის მასალები მოხსენებულია საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში:

- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ინოვაციური ტექნოლოგიები და თანამედროვე მასალები“, ქუთაისი, აწსუ, 17-18 ივნისი, 2010წ.

ნაშრომი შესრულებულია ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: შესავალი, თავი პირველი - ლიტერატურის მიმოხილვა, თავი მეორე - კვლევის ობიექტები და მეთოდები. თავი მესამე - მცენარეული ნედლეულის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა და შემადგენლობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი, თავი მეოთხე - რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება, დასკვნები და გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი.

დისერტაცია წარმოდგენილია 125 კომპიუტერზე ნაბეჭდ გვერდზე, შეიცავს 22 ცხრილს, 32 გრაფიკს, 8 სურათს და 2 სქემას. ბიბლიოგრაფია მოიცავს 115 ლიტერატურულ წყაროს.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. რკინის როლი ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებაში

1.1.1. რკინის მეტაბოლიზმის თავისებურებები

რკინა ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებისა და განვითარებისთვის აუცილებელი და უმნიშვნელოვანესი ელემენტია. ის მონაწილეობას ღებულობს ჰემოგლობინის მიერ ჟანგბადის ტრანსპორტირებაში, დნმ-ისა და მრავალი ფერმენტის სინთეზში, ემსახურება განსაზღვრული სახეობის უჯრედთა განახლებას. რკინის საშუალებით წარმოებს ნორმალური ერითროპოეზი და ჰემოგლობინის სინთეზი [7].

მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს 3-4 გ რკინას. უდიდესი ნაწილი -60-70% შედის სისხლის წითელი ბურთულაკების - ერითროციტების, კერძოდ, ჰემოგლობინის შემადგენლობაში. რკინას მარაგის სახით შეიცავს ცილა ფერიტინი, რომელიც შედის ორგანიზმის თითქმის ყველა უჯრედის და სითხის შემადგენლობაში. ასევე მარაგის სახითაა რკინა ცილა ჰემოსიდერინის შემადგენლობაში, ხოლო ცილა ტრანსფერინი აწარმოებს რკინის ტრანსპორტს სხვადასხვა ორგანოებსა და ქსოვილებში. რკინის მარაგის 20-25% აკუმულირებულია ე.წ. დეპო-ორგანოებში. სწორედ ამ მარაგის და საკვების სახით მიღებული რკინის საშუალებით ხდება ორგანიზმის სრულად უზრუნველყოფა აუცილებელი რაოდენობის რკინით. რკინის ყველაზე დიდი რაოდენობაა ელენტაში (საშუალოდ 336 მკგ/გ), ფილტვებში (319 მკგ/გ) და ღვიძლში (195 მკგ/გ). 10% შედის მიოგლობინის შემადგენლობაში, ხოლო 1%-მდე - უჯრედშიდა ფერმენტების (ციტოქრომები, კატალაზა და სხვ.) და არაფერმენტული ბიოკატალიზატორების შემადგენლობაში [7,8].

ნორმალურ პირობებში ადამიანისთვის რკინის წყარო საკვები პროდუქტებია. კვების ყოველდღიურ რაციონში შემავალი რკინის რაოდენობა სრულად აკმაყოფილებს ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებას ამ ელემენტზე. დღე-ღამის განმავლობაში შეითვისება რკინის ლიმიტირებული რაოდენობა, არაუმეტეს 2-2,5 მგ. დაახ. 1 მგ-მდე გამოიყოფა საჭმლის მომნელებელი ტრაქტით და კანის ეპითელის საშუალებით, ასევე იკარგება თმების, ფრჩხილების, შარდის და ოფლის მეშვეობით [8,9].

1.1.2. ორვალენტიაანი და სამვალენტიაანი რკინის აბსორბციის თავისებურებანი

არსებობს ჰემური (ცხოველური) და არაჰემური (მცენარეული) რკინა. ჰემური

რკინა ორვალენტანია და მისი წყაროა ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები, ძირითადად ხორცი მასში არსებული ჰემოგლობინის და მიოგლობინის სახით, მცენარეული რკინა ძირითადად სამვალენტანია და მეტალის სხვადასხვა არაორგანულ მარილებს და კომპლექსებს წარმოადგენს [9]. შესაბამისად, რადიკალურად განსხვავებულია ცხოველური და მცენარეული რკინის შეწოვის და ტრანსპორტირების მექანიზმებიც.

ჰემური რკინა - ეს არის პორფირინის რგოლი, ცენტრალური ორვალენტანი რკინის ატომით, დაკავშირებული აზოტის 4 ატომთან. კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მოხვედრისას კუჭის წვენში არსებული მარილმჟავას ზემოქმედებით მოლეკულა თავისუფლდება ცილოვანი ჯაჭვისაგან და მეტალოპორფირინის სახით შედის წვრილი ნაწლავის ეპითელიალურ უჯრედებში, რომელთაც ენტეროციტები ეწოდებათ. აქ ორვალენტანი რკინის იონები იჟანგება, გარდაიქმნება სამვალენტანი რკინად და უერთდება სატრანსპორტო ცილა ტრანსფერინს. ტრანსფერინის ერთი მოლეკულა იერთებს რკინის ორ ატომს და გადაანაცვლებს მათ სისხლის ნაკადში.

ჰემური რკინა შეითვისება ეფექტურად, საშუალოდ 20-30% და მისი აბსორბცია არ არის დამოკიდებული საკვების სხვა კომპონენტებზე [7,8].

არაჰემური რკინა მოიპოვება მცენარეულ პროდუქტში და წარმოდგენილია იონური ორვალენტანი და სამვალენტანი რკინის სახით. ორვალენტანი არაჰემური რკინა კუჭში უერთდება ფერმენტ გასტროფერინს და გადაინაცვლებს ნაწლავებში. ნაწლავთა ენტეროციტებში რკინის შეღწევა ხდება არასპეციფიური იონური ტრანსპორტერის DMT1 (Divalent metal transporter) საშუალებით [7]. ეს რთული მექანიზმი საბოლოოდ დადგენილი არ არის და მის შესახებ რამდენიმე თეორია არსებობს. ენტეროციტების შიგნით არაორგანული ორვალენტანი რკინა იჟანგება და სამვალენტანი რკინის სახით უერთდება ტრანსფერინს. არაჰემური არაორგანული ორვალენტანი რკინის აბსორბცია დამატებითი რთული გარდაქმნების გამო ლიმიტირებული და ნაკლებეფექტურია. შესაბამისად, არაორგანული ორვალენტანი რკინა შეითვისება მხოლოდ 6-10% ფარგლებში.

რაც შეეხება არაჰემურ სამვალენტანი რკინას, ის კუჭის მჟავე გარემოში წინასწარ აღდება ფერმენტ ფერირედუქტაზას საშუალებით, რადგან ენტეროციტებში შეიწოვება მხოლოდ აღდგენილი ორვალენტანი რკინა. ჟანგვა-აღდგენის ეს რთული პროცესი მთლიანად დამოკიდებულია კუჭის წვენის მჟავიანობაზე და განაპირობებს ამ სახის

რკინის აბსორბციის დაბალ ეფექტურობას - დაახლოებით 4%.

ტრანსფერინის მიერ უჯრედებამდე მიტანილი რკინა უკავშირდება ფერიტინს, ფერიტინის საშუალებით კი სისხლის წითელი ბურთულაკების ჰემოგლობინს. სისხლის მიმოქცევის მცირე წრეში, კერძოდ, ფილტვებში, ჰემოგლობინი მდიდრდება ჟანგბადით. მის თითოეულ მოლეკულას გადააქვს რკინასთან შეერთებული ჟანგბადის ოთხი მოლეკულა. მცირე წრიდან სისხლი გადაედინება დიდ წრეში არტერიული სისხლის სახით და კაპილარების საშუალებით მიეწოდება ქსოვილებს. ქსოვილებში სხვადასხვა ცხოველმოქმედების შედეგად დაგროვებული ნახშირორჟანგი ჩაენაცვლება ჰემოგლობინის ჟანგბადს და ვენური სისხლის საშუალებით ბრუნდება მცირე წრეში., სადაც მოხდება მისი ხელახალი გამდიდრება ჟანგბადით. ესაა მუდმივი და სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ციკლი ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის [6,10].

1.1.3. რკინის დეფიციტის განმაპირობებელი ფაქტორები.

შეწოვილი ანუ აბსორბირებული რკინის რაოდენობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ასაკი, სქესი, ორგანიზმის ზოგადი მდგომარეობა, კუჭის წვენის მჟავიანობა, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მდგომარეობა, საკვების კომპონენტები, მიღებული რკინის რაოდენობა და ფორმები და სხვა. საშუალოდ, მამაკაცები საკვებთან ერთად იღებენ დაახლოებით 18 მგ რკინას, ხოლო ქალები 12-18 მგ, თუმცა ამათგან აბსორბირდება მკაცრად ლიმიტირებული რაოდენობა - მხოლოდ 2-2,5მგ [7,60].

ფიზიოლოგიურ პირობებში, მიღებული და დაკარგული რკინის რაოდენობა ერთმანეთს აწონასწორებს, შესაბამისად, ორგანიზმში რკინის საერთო რაოდენობა მეტნაკლებად მუდმივია. ნორმალური კვების და რკინის გამლიერებული კარგვის ფაქტორის გარეშე ადამიანი რკინის დეფიციტს არ განიცდის.

საკვების სახით მიღებული და მოხმარებული რკინის რაოდენობებს შორის დისბალანსის დროს, ასევე სისხლდენებით მიმდინარე დაავადებების შედეგად ორგანიზმში ვითარდება რკინის დეფიციტი. თავდაპირველად იწყება ქსოვილების გაღარიბება, რაც საწყის ეტაპზე კომპენსირდება დეპო-ორგანოებიდან სისხლის გამლიერებული მობილიზაციით. ამ სტადიას რკინის ლატენტური დეფიციტი ეწოდება. მოგვიანებით, თუკი არ მოხდა მარაგის დროული შევსება, დეპო საბოლოოდ ღარიბდება, ირღვევა ერთროციტების ნორმალური პროდუქცია და თავს იჩენს სისხლნაკლებობის

სურათი, რაც მედიცინაში ცნობილია რკინადეფიციტური ანემიის სახელწოდებით [61].

1.2. რკინადეფიციტური ანემია.

1.2.1. რკინადეფიციტური ანემიით ავადობის სტატისტიკური მონაცემები.

რკინადეფიციტური ანემია (რდა) პათოლოგიური მდგომარეობაა, როცა დაკარგული რკინის რაოდენობა აღემატება მიღებული რკინის ოდენობას. რდა უხშირესად ვითარდება სისხლდენების დროს, როგორცაა გასტრო-დუოდენალური და ინტესტინალური სისხლდენები, სისხლდენა საყლაპავის ვარიკოზულად გაგანიერებული ვენებიდან, მიკრო- და მაკროჰემატურიები, სისხლდენა ჰემოროიდალური ვენებიდან, მეტრორაგიები, არტერიული და ვენური ტრავმული სისხლდენები და სხვა. ქალებში რდა უხშირესად ვითარდება განმეორებითი მშობიარობების შედეგად.

უაღრესად გავრცელებულია ალიმენტურ ანუ კვებით ფაქტორთან ასოცირებული რდა, როცა სხვადასხვა ფაქტორის გამო ადამიანი საკვების სახით ვერ იღებს რკინის საკმარის რაოდენობას. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ბავშვებსა და ქალებში, ასევე მოხუცებში. ერთფეროვანი, ვიტამინებით და ცილებით ღარიბი საკვები, ცხოველური წარმოშობის პროდუქტების სიმწირე, არასრულყოფილი კვება, სხვადასხვა დიეტები, ვეგეტარიანელობა - ყველა ეს ფაქტორი ბევრად განაპირობებს რდა-ს განვითარებას [62,63].

ცალკე უნდა ავლნიშნოთ მართლმადიდებლური რელიგიის მიმდევართა კვების რეჟიმი. საქართველოში მოსახლეობის ნაწილი მთლიანად ან ნაწილობრივ ინახავს მარხვას, ანუ გარკვეულ დღეებში საერთოდ არ იღებს ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებს. ცხოველური ცილის და მასში არსებული ჰემური რკინის გარეშე წარმოდგენილია ორგანიზმის რკინის მარაგის სრულყოფილი შევსება. მთელი წლის მანძილზე მორწმუნე ქრისტიანი ინახავს რამდენიმე დიდი მარხვას, დამატებული მარხვის სხვადასხვა დღეები, ანუ ჯამში 200 დღეზე მეტი ხნის განმავლობაში არ იკვებება ხორცი და ხორცის სუბპროდუქტებით. სამწუხაროდ, დარჩენილ დღეებშიც სრულყოფილი რაციონით მოსახლეობის მხოლოდ გარკვეული ნაწილია უზრუნველყოფილი, რაც ძალაუნებურად ბევრად განაპირობებს რკინის დეფიციტის განვითარებას [11,66,67].

განვითარებული ქვეყნების მოსახლეობის ის ნაწილი, რომელიც ვეგეტარიანელია

და გარკვეული მოსაზრების გამო არ იკვებება ცხოველური საკვებით, სისტემატურად ღებულობს რკინის და ვიტამინების პრეპარატებს და ადაპტირებას უკეთებს კვების რაციონს. სამწუხაროდ, მსგავსი ტრადიცია მართლმადიდებლურ მორწმუნეთა პოპულაციაში ჯერჯერობით დანერგილი არ არის [10,66].

მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით, მსოფლიოში 1,8 მილიარდი ადამიანი დაავადებულია რდა და 3,6 მილიარდს აღენიშნება რკინის ლატენტური დეფიციტი [63]. ცალკეულ რეგიონებში რდა სიხშირე ბავშვებში 30-70%-ს შეადგენს, ხოლო ქალებში 11-40%-ს. მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებშიც სიკვდილიანობის რისკ-ფაქტორებში რდა მეათე ადგილზეა [64]. შუა აზიის ქვეყნებში, კერძოდ უზბეკეთში რეპროდუქციული ასაკის ქალთა 60% დაავადებული რდა, ხოლო ტაჯიკეთში ორსულ ქალთა 80% და ბავშვთა 54% აღენიშნება სხვადასხვა ხარისხის სიმძიმის რდა [65,66].

საქართველოში ზუსტი სტატისტიკა რდა გავრცელების შესახებ, სამწუხაროდ არ არსებობს. კვლევა ამ მიმართულებით წარმოებს ძირითადად ორსულ ქალებსა და ბავშვებში, რომლებიც რისკის ჯგუფს მიეკუთვნებიან. მოსახლეობის კვების რეჟიმის და სამედიცინო-სანიტარული განათლების დონის გათვალისწინებით, შეგვიძლია მხოლოდ ვივარაუდოთ რკინის დეფიციტის ფართოდ გავრცელების დიდი ალბათობა.

1.2.2. რკინადეფიციტური ანემიის კვლევა საქართველოში.

ამერიკული ორგანიზაციების BPRM - ის და IRC - ის ხელშეწყობით ჩვენს მიერ ქუთაისში გამოკითხული და გამოკვლეული იქნა რეპროდუქციული ასაკის პრაქტიკულად ჯანმრთელი ადამიანების რამდენიმე სოციალური ჯგუფი. არჩევანი განპირობებული იყო მრავალი ფაქტორით. ეს ადამიანები წარმოადგენენ ქვეყნის შრომისუნარიანი მოსახლეობის უდიდეს ნაწილს, ქმნიან სახელმწიფოს ეკონომიკას, კულტურას, ერის გენოფონდს და მათ ჯანმრთელობაზე დამოკიდებულია მომავალი თაობების ჯანმრთელობაც. მონაცემთა შედარებისათვის კვლევა ჩატარდა ორ ძირითად ჯგუფში:

1 ჯგუფი - ადამიანები, რომლებსაც აქვთ მუდმივი შემოსავალი და შესაბამისად, პირობები სრულყოფილი კვებისათვის;

2 ჯგუფი - ადამიანები სოციალურად დაუცველი ფენებიდან და ლტოლვილები კომპაქტურად ჩასახლების ადგილებიდან.

პირველადი გამოკითხვა ჩატარდა სპეციალურად შედგენილი ანკეტების

საფუძველზე, რის შედეგადაც დადგენილი იქნა რისკის ჯგუფში შემავალი 8000-მდე ადამიანი. ყველა მათგანს ჩაუტარდა ექიმ-ჰემატოლოგის პირველადი კონსულტაცია და გაუკეთდა სისხლის საერთო ანალიზი. აღმოჩნდა, რომ 4550 პაციენტს სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობა ჰქონდა ნორმის ქვედა საზღვარზე ან ნორმის ქვემოთ. ამ ჯგუფში შემავალ ადამიანებს განესაზღვრათ შრატის რკინის და ფერიტინის რაოდენობა ვენურ სისხლში, რის საფუძველზე დადგენილი იქნა რკინის დეფიციტითა და რკინადეფიციტური ანემიით დაავადებულ პაციენტთა ჯგუფი.

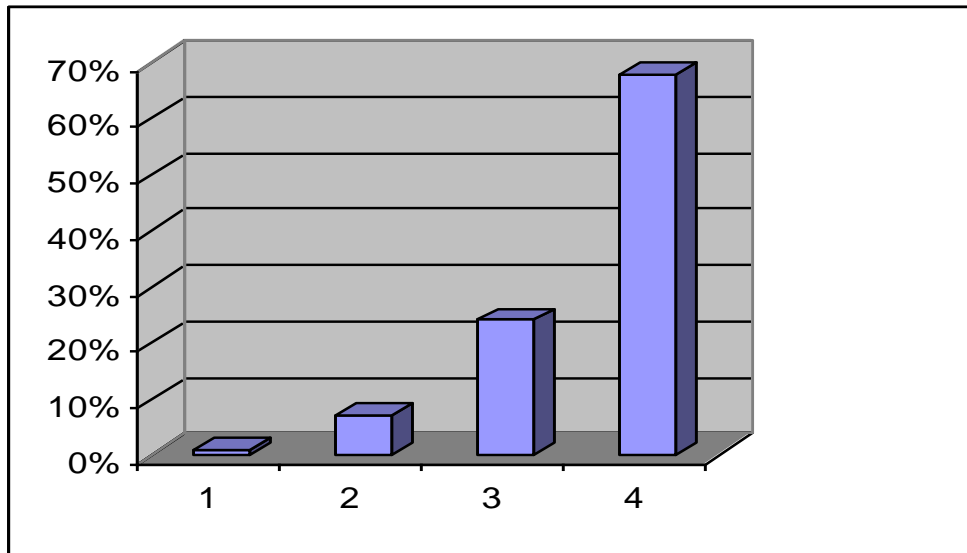
მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად განსაზღვრული იქნა რკინადეფიციტური მდგომარეობის პროცენტული მაჩვენებლები ცალკეულ ჯგუფებში და შედარებული იქნა ეს მაჩვენებლები ქალებსა და მამაკაცებს შორის.

ცხრილი 1

გამოკვლევების მედიკო-სოციალური შედეგები

მაჩვენებელი		რაოდენობა (ადამიანი)	რდა დაავადებული	
			რაოდენობა (ადამიანი)	რაოდენობა (%)
გამოკითხულთა საერთო რიცხვი		10 000	2700	27
მათ შორის	მამაკაცები	4500	945	35
	ქალები	5500	1755	65
გამოკითხულთა შორის	დევნილები	3500	1125	32
	მუდმივი სამსახურის მქონე	3300	495	15
	სოციალურად დაუცველები	3200	1080	33

გამოკითხული მოსახლეობის 27%-ს აღენიშნება რკინის დეფიციტი, მათ შორის 65% ქალია და მხოლოდ 35% მამაკაცი. 1 ჯგუფში, ანუ მუდმივი შემოსავლის მქონე ადამიანებში ეს მაჩვენებელი შეადგენს 15%, ხოლო 2 ჯგუფში - 32-33%. ასეთი სხვაობა იოლად აიხსნება სოციალურად დაუცველი და ეკონომიურად შეჭირვებული მოსახლეობის არასრულფასოვანი კვების რეჟიმით.



ნახ.1. ხორცის და ხორცის პროდუქტების მიღების სიხშირე რდა დაავადებულთა შორის

- 1 -იკვებებიან ყოველდღე
- 2 - იკვებებიან 2-ჯერ კვირაში
- 3 - იკვებებიან კვირაში 1-ჯერ
- 4 - იკვებებიან საშუალოდ თვეში 1-ჯერ

როგორც კვლევამ აჩვენა, რკინის დეფიციტით დაავადებულ ადამიანთა თითქმის 70% ხორცით და ხორცის სუბპროდუქტებით იკვებება თვეში ერთხელ და უფრო იშვიათად, რითაც აიხსნება ამ მაკროელემენტით ორგანიზმის გაღარიბების დიდი მაჩვენებელი.

1.2.3. რკინადეფიციტური ანემიების კლასიფიკაცია და კლინიკა.

მსოფლიო სტატისტიკით რდა ყველა სხვა ანემიათა 80% შეადგენს, საკუთრივ რკინადეფიციტური ანემია კი გაერთიანებულია ჰიპოქრომულ ანუ დაბალი ფერადობის მაჩვენებლის მქონე ანემიათა რიგში [7,68].

პათოგენეტიკური პრინციპის მიხედვით, რდა-ს კლასიფიკაცია შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

1. ქრონიკული პოსტჰემორაგიული რდა (სხვადასხვა გენეზის სისხლდენების ფონზე - მეტრორაგია, მელენა, ჰემოპტოე და სხვა);
2. რკინის არასაკმარის საწყის რაოდენობასთან დაკავშირებული რდა (დღენაკლულები, ახალშობილები და უმცროსი ასაკის ბავშვები);
3. რკინის გაძლიერებულ მოხმარებასთან დაკავშირებული რდა (ორსულობა,

ლაქტაცია, სიმაღლეში სწრაფი ზრდა);

4. რკინის მიღების და შეწოვის დარღვევასთან დაკავშირებული რდა (ტოტალური გასტრექტომია, ქრონიკული ატროფიული გასტრიტი, დუოდენიტი, ენტერიტი, რკინით ღარიბი საკვები);

5. რკინის ტრანსპორტის დარღვევასთან დაკავშირებული რდა (ფერმენტული დარღვევები, გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დაავადებები) [9,69].

რისკის ჯგუფებს მიეკუთვნებიან:

1. ქალები განმეორებითი ორსულობით (4 და მეტი), განმეორებითი მშობიარობით (3 და მეტი), ხანგრძლივი ლაქტაციით (1 წელი და მეტი);

2. ანემიით დაავადებული დედების შვილები, დღენაკლულები და ბავშვები მრავალშვილიანი და არაკეთილსაიმედო ოჯახებიდან;

3. ადამიანები ქრონიკული სისხლდენებით, მათ შორის ქალები ჰიპერმენორეით (5 დღეზე მეტი);

4. დონორები;

5. მცენარეულ და რძის პროდუქტების დიეტაზე ხანგრძლივად მყოფი ადამიანები;

6. ჭარბი წონის და ნორმაზე მაღალი ადამიანები [6,7,8].

რკინის დეფიციტი ორგანიზმში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ლატენტურია და შესაბამის კლინიკას, როგორც წესი, არ იძლევა. ადამიანები წარმოადგენენ ისეთ არასპეციფიურ ჩივილებს, როგორცაა საერთო სისუსტე, ადვილად დაღლილობა, მეხსიერების და კონცენტრაციის უნარის დაქვეითება, თავის ტკივილი, თავბრუ, ტაქიკარდია და ბევრი სხვა. გასათვალისწინებელია, რომ მამაკაცები და ხანდაზმულები უფრო ძნელად ეგუება რკინის დეფიციტს, ვიდრე ქალები და ახალგაზრდები. ასევე მნიშვნელოვანია, რომ ორგანიზმს გააჩნია ადაპტაციის უნარი, ანუ ადამიანი ეგუება რკინის მუდმივ და ქრონიკულ ნაკლებობას და ხშირად ანემიის გამოვლენა შემთხვევით, რუტინული სისხლის საერთო ანალიზის აღების დროს ხდება ხოლმე [6]. აღნიშნული ფაქტი დადასტურდა ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგადაც.

არსებობს სიმპტომები, რომლებიც სპეციფიურია რკინადეფიციტური ანემიის დროს, ე.წ. სიდეროპენიური სინდრომი. ესენია:

1. ფრჩხილების ცვლილებები - ამოზნექილი და ჩაზნექილი, ე.წ. კოვზისმაგვარი

ფრჩხილები, მათი მტკრევალობა;

2. მშრალი საკვების ყლაპვის გაძნელება;

3. ყნოსვის გაუკუღმართება; პაციენტებს იზიდავთ მძაფრი სუნები -აცეტონის, ბენზინის, ნაფტალინის, რეზინის, მაზუთის და სხვა;

4. გემოვნების გაუკუღმართება (Pica chlorotica). პაციენტები ეტანებიან ყინულს, ცარცს, სახამებელს, მიწას, თიხას, უმი ხორცის ფარშს;

5. ენის დვრილების ატროფია, რასაც ახლავს ენის მტკივნეულობა და სიწითლე, ენის ანთება, ე.წ. გლოსიტი;

6. ტუჩის კუთხეების დახეთქვა [9,70]

ჩამოთვლილი გაუკუღმართებების მიზეზი ბოლომდე ცნობილი არ არის, თუმცა ეს პათოლოგიური ცვლილებები ასოცირებულია მხოლოდ რდა-სთან და სრულად ქრება რკინის პრეპარატებით მკურნალობის შემდეგ.

რდა დამახასიათებელი იმუნური სისტემის დასუსტება და იმუნიტეტის დაქვეითება, არსებული დაავადებების გამწვავება; ბავშვებში ფიზიკური და გონებრივი განვითარების შეფერხება, ღამის შარდვა, შარდის შეუკავებლობა; ორსულებში ნაადრევი მშობიარობა, ნაყოფის განვითარების შეფერხება, ლოგინობის პერიოდის გართულებები [67,68].

რდა დიაგნოზი ისმება ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგად. რკინის ლატენტურ დეფიციტს ახასიათებს ძვლის ტვინის მაკროფაგებში რკინის დეპოზიტის მკვეთრი შემცირება ან არარსებობა, ასევე სისხლის შრატში ფერიტინის რაოდენობის შემცირება. იზრდება გაუჯერებელი ტრანსფერინის რაოდენობა, შესაბამისად იკლებს გაჯერებული ტრანსფერინის და შრატის რკინის რაოდენობა [8,73,74].

რდა კლინიკურად დასტურდება სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობის დაქვეითებით. ეს მაჩვენებელი მერყეობს 20-30-დან 110 გ/ლ-მდე რკინის დეფიციტის ხარისხის მიხედვით. დამახასიათებლის ჰემოგლობინის კონცენტრაციის კლება, ფერადობის მაჩვენებლის დაქვეითება (ერთროციტში ჰემოგლობინის საშუალო რაოდენობა), ერთროციტების ჰიპოქრომია და სხვადასხვა სიდიდის და ფორმის ერთროციტების არსებობა სისხლში, ე.წ. მიკროციტოზი, პოიკილოციტოზი და ანიზოციტოზი, რაც რკინადეფიციტური ანემიის დიაგნოსტიკური მარკერებია [8,9,74].

1.2.4. რკინით მდიდარი საკვები პროდუქტები.

რდა მკურნალობის დაწყებისას, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია რკინით მდიდარი საკვებით რაციონის გაჯერება. როგორც ვთქვით, რკინა ორგანიზმისათვის იოლად შესათვისებელი ფორმით მოიპოვება ცხოველურ საკვებში, კერძოდ ხორცში, ღვიძლში, თევზში და ა.შ. თუმცა საკვების სახით მიღებული რკინის აბსორბცია, რკინის რაოდენობის და ქიმიური ფორმის გარდა, გარკვეულწილად დამოკიდებულია საკვებ პროდუქტებში შემავალ სხვა ნივთიერებებზე. ჰემური ანუ ცხოველური რკინის შეთვისების ხარისხი პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ამ ნივთიერებებზე, ხოლო არაჰემური ანუ მცენარეული რკინის აბსორბცია ხშირად შეუძლებელია სპეციალური აქტივატორების გარეშე. აქტივატორები - ეს ის ნივთიერებებია, რომლებიც ხელს უწყობენ არაორგანული მცენარეული რკინის გარდაქმნას და შეთვისებას. პრაქტიკულად, მათი არსებობა საკვებში უფრო გადამწყვეტია, ვიდრე საკუთრივ რკინის რაოდენობა პროდუქტში. საუკეთესო სტიმულატორია ასკორბინის მჟავა, ანუ ვიტამინი C, რომელიც ჭარბად მოიპოვება მთელ რიგ ხილსა და ბოსტნეულში [92,93]. ასკორბინის მჟავის საშუალებით ხდება სამვალენტური იონური რკინის გარდაქმნა ორგანიზმისთვის უფრო იოლად შესათვისებელ ორვალენტურ რკინად. მაგალითისთვის, ფორთოხლის წვენი აორმაგებს რკინის აბსორბციას. იგივე ფუნქცია აკისრიათ ორგანულ ამინომჟავებს, რომლებიც ხილ-ბოსტნეულის გარდა შედიან რძის მჟავე პროდუქტების შემადგენლობაში. რკინის შეწოვას ასევე აძლიერებენ მარტივი ნახშირწყლები, როგორცაა ლაქტოზა, ფრუქტოზა და სორბიტი [70,79].

მაგრამ მცენარეულ პროდუქტში აქტივატორების გარდა, მრავლადაა სხვადასხვა ინჰიბიტორები, ანუ ნივთიერებები, რომლებიც მკვეთრად აქვეითებენ ფერობსორბციას. მარცვლეულის, ბურღულეულის და ბოსტნეულის შემადგენლობაში შემავალი ფიტატები და პოლიფენოლები რკინის მძლავრი ინჰიბიტორები არიან და თითქმის მთლიანად უკეთებენ ბლოკირებას საკვების რკინას. ამავდროულად, ისინი მოქმედებენ რკინის რაოდენობის პირდაპირპროპორციულად, რასაც მინიმუმამდე დაჰყავს რკინის რაოდენობის მნიშვნელობა საკვებ პროდუქტში. რკინას ბლოკირებას უკეთებს ჩაიში შემავალი ტანინიც, ამიტომ ჩაი აქვეითებს რკინის შეწოვას დაახ. 75%-ით. ინჰიბიტორთა რიგს მიეკუთვნება ყველსა და რძის პროდუქტებში შემავალი კალციუმი და ფოსფატები, ასევე კვერცხში არსებული ფოსფოპროტეინი და ალბუმინი [71,72].

ქვემოთ ცხრ. 2 მოცემულია ცხოველურ და მცენარეულ პროდუქტში რკინის

რაოდენობა ყოველ 100 გრამში, გერმანელ დიეტოლოგთა მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 2

რკინის რაოდენობა საკვებ პროდუქტებში

ცხოველური პროდუქტი		მცენარეული პროდუქტი	
სახეობა	რაოდენობა მგ/100გ	სახეობა	რაოდენობა მგ/100გ
ძროხის ხორცი	60	ნიგოზი	25
ღორის ხორცი	60	კომბოსტო	20
ცხენის ხორცი	50	ნიახური	16
ხბოს ხორცი	40	ცერეცო	12
ქათმის ხორცი	30	მსხალი	5,4
კურდღლის ხორცი	15	შავი ქლიავი	3,9
საქონლის ღვიძლი	12	ქიშმიში	3,3
რძე	0,1	შვრიის მარცვალი	4,5
რძის ფხვნილი	0,2	ხორბალი	3,3
კვერცხი	2,7	ჟოლო	0,9
კვერცხის გული	2,7	ყურძენი	0,8
კვერცხის ცილა	0,2	ვაშლი	0,3

1.2.5. რკინის პრეპარატების დახასიათება

სამედიცინო პრაქტიკაში რკინის პრეპარატები ძირითადად წარმოდგენილია რკინის მარილების სახით, როგორც ორვალენტისანი, ისე სამვალენტისანი რკინის შემცველობით. თუმცა უმჯობესია ორვალენტისანი რკინის გამოყენება მისი იოლად და სრულად შეთვისების ფაქტორის გათვალისწინებით. ძირითადი პრეპარატია რკინის სულფატი - ფეროპლექსი, ფეროკალი, ფეროგრადუმენტი, ტარდიფერონი, სორბიფერი. ამ პრეპარატების უმრავლესობა დამატებით აქტივატორის სახით შეიცავს ასკორბინის, ქარვის ან მჟაუნმჟავას, რომლებიც ხელს უშლიან რთულად შეწოვადი სამვალენტისანი რკინის წარმოქმნას [78].

ახალი თაობის პრეპარატებია მალტოფერი, ფერლატუმი, ფერუმ-ლეკი, რომლებიც შემადგენლობით და სტრუქტურით ახლოსაა ორგანულ ფერიტინთან. აღსანიშნავია, რომ ამ ჯგუფის მედიკამენტების გამოყენება უკუნაჩვენებია მთელი რიგი დაავადებებისას, როგორცაა ჰემოლიზური და აპლასტიური ანემია, B12-დეფიციტური

ანემია, ჰემოქრომატოზი და სხვა.

რკინის პრეპარატების დანიშვნისას აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული მათში ელემენტური რკინის შემცველობა. ქვემოთ მოყვანილია ელემენტური რკინის შემცველობა რკინის სხვადასხვა პრეპარატებში [1,2,11]:

- რკინის ჰიდროქსიდ პოლიმალტოზური კომპლექსი, ტაბლეტები (100მგ ელემენტური რკინა) სიროფი — 10მგ/მლ ელემენტური რკინა;
- რკინის პროტეინ-სუქცინილატი, ხსნარი 800მგ (40მგ/15მლ ელემენტური რკინა);
- რკინის სულფატი ტაბლეტები 300მგ (60მგ ელემენტური რკინა) სუსპენზია — 30მგ (6მგ ელემენტური რკინა) წვეთები — 75მგ (15მგ ელემენტური რკინა);
- რკინის გლუკონატი — ტაბლეტები 300მგ (35მგ ელემენტური რკინა) სუსპენზია — 60მგ (7მგ ელემენტური რკინა);
- რკინის ფუმარატი 300მგ (90მგ ელემენტური რკინა).

რკინა ასევე დიდი რაოდენობით შედის სხვადასხვა ვიტამინური პრეპარატების და ვიტამინური კომპლექსების შემადგენლობაში, თუმცა რდა მკურნალობისას მათი ეფექტი მინიმალურია [78,79].

მიღებულია, რომ ელემენტარული რკინის დღიური პროფილაქტიკური დოზა შეადგენს 50-100 მგ, სამკურნალო დოზა კი 100-200 მგ-ია.

თანამედროვე სამკურნალო საშუალებები ასევე შეიცავენ ასკორბინის მჟავის, როგორც რკინის აქტივატორის სხვადასხვა რაოდენობას. ვიტამინი C-ს ბიოლოგიური მოთხოვნილებაა 90 მგ დღეში, ორსულებსა და მეძუძურებში 10-30 მგ-ით მეტი. საჭიროების შემთხვევაში დოზა შეიძლება გაიზარდოს ჩვენების მიხედვით [76,77].

მესამე დამატებითი ფაქტორია ფოლის მჟავა, ანუ ვიტამინი B₉. ფოლის მჟავა საკვებ პროდუქტებში მწირი რაოდენობითაა, ხოლო ორგანიზმში მისი მარაგი არ არსებობს. ამიტომ ადამიანმა ეს ნივთიერება უნდა მიიღოს ყოველდღიურად, რაც არასრულყოფილი კვების დროს პრაქტიკულად არ ხდება. ვინაიდან რკინადეფიციტური ანემია უხშირესად არასრულფასოვან კვებასთანაა დაკავშირებული, რკინის და ფოლის მჟავის დეფიციტი შეუძლებელია ერთმანეთთან. თავისი მხრივ, ეს განაპირობებს რკინის პრეპარატთან ერთად ფოლის მჟავის პრეპარატის დანიშვნის აუცილებლობას. ამ ფაქტორების გათვალისწინება განსაკუთრებით აუცილებელია ორსულ ქალებში, რადგან მიღებულია, რომ ფოლის მჟავა ამცირებს ახალშობილებში ნერვული დაავადებების განვითარების რისკს [80,81,84].

ფოლის მჟავის მინიმალური დღიური დოზა 50 მკგ-ია. სამკურნალო დოზა საშუალოდ 400 მკგ, თუმცა დოზა შეიძლება გაიზარდოს 1-5 მგ-მდე, რაც უსაფრთხოა და ზედოზირების საშიშროება არ არსებობს. ბევრ ქვეყანაში, მათ შორის ამერიკის შეერთებულ შტატებში კანონი ავალდებულებს მწარმოებლებს, დაამატოს პურის ფქვილში ფოლის მჟავის საკმაოდ დიდი რაოდენობა ამ ვიტამინის დეფიციტის შევსების მიზნით [2,83,85].

ზედმეტი რაოდენობით რკინის მიღება მიზანშეწონილი არაა, რადგან ორგანიზმი რკინას შეიწოვს მხოლოდ ლიმიტირებული რაოდენობით და ჭარბი ელემენტი გამოიყოფა თავისუფალი სახით. მეტიც, რკინის ზედოზირება იწვევს დაავადება ჰემოქრომატოზს, როცა ჭარბი რკინა გროვდება ღვიძლში, კუნთებში, კანში და იწვევს ორგანოთა ფუნქციის მოშლას, ასევე კანის ყავისფრად შეფერვას, განსაკუთრებით მზისგან დაუცველ ნაწილებსა და ფოსოებში.

რკინის პრეპარატები მიიღება ჭამამდე, რადგან მათი შეთვისებისთვის აუცილებელია თავისუფალი მარილმჟავას არსებობა კუჭის შიგთავსში. უზმოდ მედიკამენტის მიღება იწვევს კუჭის ლორწოვანის გაღიზიანებას და დისპეპსიურ მოვლენებს. კუჭში ორვალენტური რკინის სამვალენტურად აღდგენისას წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები, რაც იწვევს მთელ რიგ გვერდით მოვლენებს. ესაა: რკინის გემო პირში, „კუჭის წვა“, გულისრევა, ღებინება, კუჭის გადავსების შეგრძნება, შეკრულობა ან პირიქით, ფაღარათი. ხშირია კბილის ემალის გამუქება, დამახასიათებელია შავი განავლის არსებობა ჭარბი თავისუფალი რკინის გამოყოფის გამო. ხშირია დიზურია, რადგან რკინის ნაწილი თირკმელების მეშვეობით გამოიყოფა და შესაბამისად, ღიზიანდება საშარდე გზები [11].

პარენტერალურად, კუნთში ან ვენაში შეყვანილი რკინის პრეპარატი იწვევს ალერგიულ რეაქციებს, სასიკვდილო ანაფილაქსიური შოკის ჩათვლით, ამიტომ ამ სახით რკინის მიღება მხოლოდ მკაცრი სამედიცინო ჩვენების დროს ხდება. ხშირი გართულებაა ასევე ინფილტრატის ან აბსცესის განვითარება ინექციის ადგილზე [82].

აღსანიშნავია, რომ მაღალხარისხიანი რკინის პრეპარატების უმრავლესობა საკმაოდ ძვირადღირებულია. თუ გავითვალისწინებთ, რომ რდა მკურნალობა ხანგრძლივად, თვეების განმავლობაში გრძელდება, ბევრი პაციენტისთვის ასეთი წამლის შეძენა ხშირად შეუძლებელია.

1.3. მაკროელემენტებით მდიდარი მცენარეული ნედლეულის ფარმაცო- ბოტანიკური დახასიათება.

1.3.1. ორსახლიანი ჭინჭრის ფარმაცო-ბოტანიკური დახასიათება

აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე მედიცინაში კლასიკურ სამკურნალწამლო საშუალებებთან ერთად არსებობს მცენარეული პრეპარატები რკინის მაღალი შემცველობით, თუმცა არ არსებობს მცენარეული პრეპარატი, რომელიც სახელდობრ რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალოდ გამოიყენება. მიუხედავად იმისა, რომ სამკურნალო მცენარეების ზოგიერთი სახეობა დიდი რაოდენობით შეიცავს ორგანიზმისთვის შესათვისებელი ფორმით არსებულ ელემენტურ რკინას, მიზანმიმართული კვლევა აღნიშნულ სამკურნალო მცენარეებში ელემენტური რკინის რაოდენობის დასადგენად პრაქტიკულად არ ჩატარებულა.

შედარებით უკეთესი მდგომარეობაა საკვებად გამოყენებული მცენარეების კვლევის კუთხით, თუმცა არსებობს მთელი რიგი ველურად მზარდი სამკურნალო მცენარე, რომელიც შესაბამისი ტექნოლოგიური გადამუშავების შედეგად წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც ფიტოპრეპარატი სხვადასხვა დაავადების სამკურნალოდ, მათ შორის რკინადეფიციტური ანემიის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის მიზნით.

ლიტერატურაში არსებული მონაცემებით მიკრო- და მაკროელემენტებით, მათ შორის რკინით, მდიდარია ველურად მზარდი მცენარეების მთელი რიგი სახეობა, როგორცაა ორსახლიანი ჭინჭარი, ანწლი ანუ დიდგულა, მოცვი, ასკილი, მრავალძარღვა, ბაბუაწვერა და მრავალი სხვა.

ჭინჭრისებრთა ოჯახი 1000-მდე სახეობის მცენარეს ითვლის, ამათგან საკუთრივ ჭინჭარი 50-მდე სახეობისაა. ბუნებაში ყველაზე მეტად გავრცელებულია ორსახლიანი ჭინჭარი - *Urtica dioica*. იგი მრავალწლიანი მცენარეა, რომელიც ხელსაყრელ პირობებში 100-170 სმ იზრდება. სახელწოდება ორსახლიანი ჭინჭარი ბერძნულ-ლათინური წარმოშობისაა. ლათინური *urere* ნიშნავს წვას, ბერძნული *di* - ორს და *oikos* - სახლს.

ჭინჭარი უძველესი დროიდან ცნობილია თავისი სამკურნალო თვისებებით, თუმცა მას ხშირად იყენებდნენ, როგორც ტექნიკურ კულტურას სხვადასხვა უხეში ქსოვილების, თოკების და ბაგირების წარმოებაში. XIX საუკუნეში ჭინჭრისგან ამზადებდნენ საცერს და ფაშარ ქსოვილებს ფქვილის გასაცრელად და თავლის

გასაწურად. ჭინჭრისგან დამზადებული სხვადასხვა ნაყენები და ნახარშები ხალხურ მედიცინაში წარმატებით გამოიყენებოდა სისხლდენების შესაჩერებლად, ჭრილობების შესახორცებლად, უროლოგიური და საჭმლის მომნელებელი სისტემის დაავადებების სამკურნალოდ [3].

ორსახლიანი ჭინჭარი ძირითადად გვხვდება ზომიერი კლიმატის ქვეყნებში, ძირითადად ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. ფართოდაა გავრცელებული კავკასიაში და კერძოდ, საქართველოში. იზრდება მდინარეების და ნაკადულების ნაპირებზე, ხევებში, ჩრდილიან ტყეებში, ბუჩქნარებში. როგორც სარეველა, ჭარბადაა გზების პირას, საცხოვრებელი სახლების ბაღებში და ღობეებთან.

ჭინჭარი მრავალწლიანი ბალახოვანი მცენარეა. ჭინჭრის ფესურა მოთავსებულია მიწაში, იშვიათად ზედაპირულია, წვრილი ფესვებით. ღერო ოთხწახნაგოვანია, სწორმდგომი, სუსტად დატოტვილი, ბუსუსოვანი. ფოთლები მუქი მწვანე, მოპირდაპირე, 8-17 სმ სიგრძის და 2-8 სმ სიგანის, ლანცეტისებრი, გულის ან კვერცხის ფორმის, დაკბილული. ღერო და ფოთლები უხვადაა დაფარული ბუსუსებით, განსაკუთრებით ფოთლების ქვედა მხარე. მცენარე ორსახლიანია და მამრობით ძირზე ყვავილედ იწონის ან ოდნავ დახრილია, ხოლო მდედრობითზე - დაკიდებული. ნაყოფი ელიპსოიდური ფორმის მოყვითალო-ნაცრისფერი კაკლუჭაა, სიგრძით 1,2-1,5 მმ.

ტოტებსა და ფოთლებზე მოთავსებულია მსუსხავი ბუსუსები. თითოეული ბუსუსი მსხვილი ამპულისმაგვარი ფორმის უჯრედია, რომელიც ფუძეში განიერია და ბოლოში თანდათან წვრილდება. ეს დაბოლოება შეიცავს კაჟმიწას, რომელიც უმნიშვნელო შეხებისას იოლად იმსხვრევა და წვეტიანი ბოლო კანში იჭრება. უჯრედის წვენი, რომელიც ამ დროს ცოცხალ ორგანიზმში გადადის, შეიცავს ჰისტამინს, ქოლინს და ჭიანჭველმჟავას და იწვევს მკვეთრი „წვის“ და „დასუსხვის“ შეგრძნებას. ჭინჭრის დასუსხვა უვნებელი, თუმცა საკმაოდ არასასიამოვნო პროცესია და ხშირად სამკურნალო მიზნითაც გამოიყენება. მოჭრიდან 4-5 საათის შემდეგ ჭიანჭველმჟავა დაბოლოებებში აღარ არის, მაგრამ ბუსუსები კანს მაინც ჩხვლეტენ [12,13].

ორსახლიანი ჭინჭარი ყვავილობს ივნისიდან აგვისტოს ჩათვლით. ნაყოფი მწიფდება აგვისტო-სექტემბერში. მრავლდება სწრაფად, თესლით და ფესურებით, უყვარს ნაყოფიერი და ნესტიანი ნიადაგი.

ორსახლიანი ჭინჭრის ნაზარდებში შეიძლება ერიოს სხვა სახეობის ჭინჭარი, კერძოდ მსუსხავი ჭინჭარი *Urtica urens*, ჭინჭრის დედა *Lamium album*, *Urtica geleopsifolia*,

Urtica pilulifera და სხვა, რომელთა გამოყენება ნედლეულში მიზანშეწონილი არ არის. ეს მცენარეები შედარებით ტანმორჩილია, თესლები და ფოთლები მცირე ზომის, ყვავილედს აქვს შეფერილი დაბოლოება. ზოგიერთი სახეობა, მაგალითად, იმერეთში ცნობილი დედაფუტკარა არც ისუსხება [14].

სამკურნალო მიზნით გამოიყენება ძირითადად ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლები. ფოთლების შეგროვება უნდა მოხდეს მაის-ივლისში. ყვავილობის შემდეგ ფოთლები ნაწილობრივ კარგავს თავის სამკურნალწამლო თვისებებს. არ შეიძლება ნედლეულის შეგროვება გზების, რკინიგზის, სამრეწველო დაწესებულებების, ნაგავსაყრელების სიახლოვეს. ადგილი უნდა იყოს ეკოლოგიურად სუფთა. იკრიფება მცენარის ზედა ნაწილის ფოთლები. დიდი რაოდენობით ნედლეულის მისაღებად შეიძლება სპეციალური მაკრატლის ან ცელის გამოყენება. შეგროვება საჭიროა უხეში ხელთათმანის გამოყენებით ჭინჭრისგან დასუსხვის თავიდან ასაშორებლად.

შრობა უნდა მოხდეს მზისგან დაცულ ადგილზე, კარგად განიავებად სათავსოში. ნედლეული შრება სიმშრალეში, თხელ ფენად, არაუმეტეს 3-4 სმ სისქით. ხელოვნური შრობისთვის დასაშვებია 40-50° ტემპერატურა. მზეზე გაშრობისას ფოთლები უფერულდება და კარგავს ვიტამინების ნაწილს. მზა მშრალი პროდუქტის გამოსავლიანობა 20 %-ია.

ფოთლები სათანადო პირობების დაცვის შემთხვევაში მალე შრება. თუ ფოთლის ცენტრალური ძარღვი ტყდება, ე.ი. საბოლოო პროდუქტი მზადაა. მისი ტენიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 14 %-ს. ფოთლები უნდა გადაირჩეს, მოშორდეს გაუფერულებული, დაჟანგული, უხეში ნაწილები, ღეროები. მზა გამომშრალი ფოთლები მუქი მწვანე ფერისაა, შეხებისას ხაოიანი, თავისებური სუნით და მომწარო-ბალახისებრი გემოთი. ნედლეული ინახება ფოთლების ან დაქუცმაცებული სახით, ქაღალდის ტარაში, მშრალ და კარგად ვენტილირებულ საცავში. დაქუცმაცებული ნედლეულის შენახვის ვადაა 2 წელი [3,15].

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლები გამოირჩევა მრავალმხრივი სამკურნალო თვისებებით მასში ვიტამინების დიდი რაოდენობით არსებობის გამო. ჭინჭარი შეიცავს გლიკოზიდ ურტიზინს, ცილოვან და მთრიმლავ ნივთიერებებს. ბუსუსები შეიცავენ დიდი რაოდენობით ჭიანჭველმჭავას, აცეტილქოლინს და ჰისტამინს. ნედლ ფოთლებში ჭარბადაა ასკორბინის მჟავა (ვიტამინი C), ფილოქინონი (ვიტამინი K), პანთოტენის და სხვა ორგანული მჟავები.

ორსახლიანი ჭინჭრის მწვანე ფოთოლი შეიცავს 100-600 მგ% ასკორბინის მჟავას და წარმოდგენილია ორი სახით - საკუთრივ ასკორბინის მჟავა და მისი დაჟანგვით წარმოქმნილი დიჰიდროასკორბინის მჟავა. მათი რაოდენობა დამოკიდებულია მცენარის ვეგეტაციის ფაზაზე, თუმცა ფიზიოლოგიურად ორივე აქტიური ნივთიერებაა.

1 გ მწვანე ფოთლების ნედლეული შეიცავს ფილოქინონის ანუ ვიტამინ K-ს დაახლოებით 400 ბიოლოგიურ ერთეულს. ფილოქინონი მონაწილეობს პროთრომბინის სინთეზში, რომელიც აუცილებელია ჭრილობების და ქსოვილების სხვა დაზიანების დროს სისხლის დროული შედედებისათვის. ვიტამინი K გვხვდება როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ პროდუქტში, თუმცა მნიშვნელოვანი რაოდენობით ის მხოლოდ მცენარეებში გროვდება. ჯერჯერობით გაურკვეველი მექანიზმით ის ასევე მონაწილეობს ფოტოსინთეზში.

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთოლი შეიცავს 0,2%-მდე B ჯგუფის ვიტამინებს (B₁, B₂, პანთოტენის მჟავა). ასევე ჭარბადაა B-კაროტინი - 45-60 მგ%, რითაც ის უსწრებს კაროტინით მდიდარ ისეთ პროდუქტს, როგორცაა სტაფილო.

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთოლი შეიცავს ქლოროფილს, ფლავონოიდებს, ალკალოიდებს, გლიკოზიდებს, ეთერზეთებს, ცილოვან ნივთიერებებს, ცხიმებს, სახამებელს, უჯრედის, კუმარინს, ნიკოტინს. მაკროელემენტებიდან წარმოდგენილია კალიუმი, კალციუმი, რკინა; მიკროელემენტებიდან - მანგანუმი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი, კობალტი, სელენი და სხვა. ბუსუსების წვენში დაახლოებით 1,3% სხვადასხვა ორგანული მჟავაა, განსაკუთრებით ჭიანჭველმჟავა, რომელიც განაპირობებს ჭინჭრის მსუსხავ ეფექტს. ჭინჭრის ბიოლოგიური აქტიურობაც ზემოთჩამოთვლილი ნივთიერებების რაოდენობასა და ურთიერთქმედებაზეა დამოკიდებული [16,17,18].

ჭინჭრის ნაყენი მარგებელია ანემიის, ათეროსკლეროზის, რევმატიზმის, ღვიძლისა და თირკმლის ზოგიერთი დაავადების, ბუასილის დროს. მეტად ეფექტურია ლაქტაციის გასაძლიერებლადაც. ხალხურ მედიცინაში ნაყენის, გამონაწვლილის, ნახარშის სახით შედის სხვადასხვა ნაკრებების შემადგენლობაში გინეკოლოგიური, უროლოგიური და კუჭ-ნაწლავის დაავადებების დროს. გარდა დასალევი ნაყენებისა, ჭინჭარი ფართოდ გამოიყენება კოსმეტოლოგიაში - იგი თმის ცვენისა და ქერტლის საწინააღმდეგო შესანიშნავი საშუალებაა.

1.3.2. მოცვის ფარმაკო-ბოტანიკური დახასიათება

მოცვი (*Vaccinium*) - მცენარეთა გვარი მანანასებრთა ოჯახისა, მარადმწვანე ან ფოთოლმცვენი 50 სმ-მდე სიმაღლის ნახევრადბუჩქები ან ბუჩქებია და აერთიანებს 100-მდე სახეობას. ფოთლები სიგრძით 1-25 მმ და სიგანით 3-20 მმ, ნაყოფი - კენკრა, წვნიანი, სფეროს ფორმის, 6-13 მმ დიამეტრის, შავი მოლურჯო-იისფერი შეფერილობით, შიგთავსი მუქი-მეწამული, მღებავი წვენი. ნაყოფი მომჟავო-ტკბილი, სასიამოვნო გემოთი, მწიფდება ივლის - აგვისტოში.

საქართველოში მოცვის 4 სახეობა გვხვდება: მთის მოცვი (*Vaccinium myrtillus*), ლურჯი მოცვი (*Vaccinium uliginosum*), წითელი მოცვი (*Vaccinium vitis-idea*) და კაკვასიური მოცვი (ანუ მაღალი მოცვი). დასავლეთ საქართველოში უპირატესად გავრცელებულია ველურად მზარდი მოცვი *Vaccinium myrtillus* L [3].

მოცვის ნაყოფი გამოიყენება ნედლი სახით, როგორც ხილი. მასში დიდი რაოდენობით ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების არსებობის გამო მოცვი უხსოვარი დროიდან გამოიყენებოდა, როგორც სამკურნალო საშუალება.

ნაყოფი გროვდება სამომხმარებლო სიმწიფის ეტაპზე, თავსდება სპეციალურ საშრობში 2-3 სმ სისქის ფენებად და შრება 35-40° ტემპერატურაზე.

მოცვის ნაყოფი შეიცავს შაქრებს (ფრუქტოზა, საქაროზა), ფლავონოიდებს, კატექინებს და ანტოციანებს, კაროტინებს, გლოკოზიდებს, პექტინებს და მთრიმლავ ნივთიერებებს. ასევე ფართოდაა წარმოდგენილი სხვადასხვა ორგანული მჟავები: რძის, ქარვის, ვაშლის, ლიმონის და მჟაუნმჟავები. მრავლადაა მიკრო- და მაკროელემენტები.

მედიცინაში მოცვი გამოიყენება ნედლი, გამომშრალი და გადამუშავებული სახით. ეფექტურია კუჭ-ნაწლავის დაავადებების, ფალარათის ან პირიქით, შეკრულობის დროს; მოცვის ნაყენით ან ნახარშით მკურნალობენ ანგინას, სტომატიტებს და გინგივიტებს. გამოიყენება, როგორც კარდიოტონური, ოფლის დამდენი, შარდმდენი, ნაღვლმდენი საშუალება. ეფექტურია შაქრიანი დიაბეტის, ანემიის დროს. ასევე მკურნალობენ სხვადასხვა სახის წყლულებს და ჭრილობებს [14,21].

1.3.3. ანწლის ფარმაკო-ბოტანიკური დახასიათება

ანწლი - *Sambucus nigra* L ცხრატყავასებრთა (*Caprifoliaceae*) ოჯახის ბუჩქოვანი მცენარეა, რომლის სინონიმებია აგრეთვე დიდგულა, ბალის დიდგულა, ხელთოფა, ხეკრო. დიდგულა – *Sambucus nigra* L., მიეკუთვნება ცხრატყავასებრთა – *Caprifoliaceae*

ოჯახს. იგი ბუჩქოვანი მცენარეა, ფოთლები მოპირდაპირეა, შედგება 5-7 კვერცხისებრად წამახვილებული ფოთოლაკისაგან, რომელსაც მახვილკბილებიანი კიდე აქვს. ყვავილები წვრილია, 5-7 მმ დიამეტრის ზომის და შეკრებილია წვეროზე 15-20 სმ ზომის ფარისებურ ყვავილედად. ნაყოფები წვნიანია, შავი-იისფერი, 3 კურკიანია. ყვავილობს მაის-ივნისში, ხოლო ნაყოფი მწიფდება აგვისტო-სექტემბერში [3,14].

ანწლი იზრდება ევროპაში, სამხრეთ შვეციაში, მცირე აზიაში, კავკასიაში, აღმოსავლეთ ციმბირში. საქართველოში იგი ფართოდაა გავრცელებული და ხარობს მთის შუა სარტყლამდე, ტყის პირებზე და ტყეებში. გვხვდება საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში, უხშირესად სვანეთში, გურიაში, აჭარაში, ქართლში, კახეთში, თრიალეთში, მესხეთში. დიდგულას გამრავლება შესაძლებელია როგორც თესლით, ასევე ვეგეტაციურად. დიდგულას მოჭრის შემდეგ ადვილად ხდება მისი განახლება. იზრდება უმეტესად ზომიერად ნოყიერ, ნესტიან, წყალგამტარ ნიადაგებზე [3,4,57].

ანწლი ხალხურ მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება, როგორც სამკურნალო საშუალება. ნედლეულისთვის აგროვებენ ყვავილებს და მწიფე ნაყოფს. ნედლეულს არ უნდა შეერიოს *Sambucus edulus* L. და სხვა სახეობების ყვავილები. ითვლება, რომ ანწლის ეს სახეობა შეიცავს ადამიანისათვის ტოქსიურ ნივთიერებებს. ანწლის ყვავილებს ამზადებენ ყვავილობისას, გვირგვინის დაცვენამდე, ივნის-ივლისში. შეგროვებული ყვავილები დაუყოვნებლად გადააქვთ გასაშრობად. დაყოვნების შემთხვევაში ნედლეული ჩახურდება, გაშრობისას მუქდება და გამოუსადეგარი ხდება [16].

ანწლის ყვავილებს აშრობენ კარგი აერაციის პირობებში. ყვავილებს გაშლიან ქაღალდზე ან ქსოვილზე 1 სმ სისქის ფენად. ხელოვნურ საშრობებში შრობისას დასაშვებია ტემპერატურული რეჟიმი 40-50°C. შრობა დამთავრებულია, როდესაც ნედლეული შეხებისას ადვილად იფშვნება. გაშრობის შემდეგ ყვავილებს გამოფშვნიან და ამგვარად მოაშორებენ ყვავილებს ყვავილედის ტოტებისგან და სხვა მინარევებისგან. მშრალი ნედლეულის გამოსავლიანობა ნედლზე გადაანგარიშებით შეადგენს 12,5%-ს. ნედლეული ყვითელი შეფერილობისაა, არომატული სუნითა და სურნელოვანი გემოთი. ანწლის ნაყოფი გროვდება სამომხმარებლო სიმწიფის ეტაპზე, აგვისტო-სექტემბერში. შრობის რეჟიმი ისეთივეა, როგორც ანწლის ყვავილების [13].

ანწლის ყვავილებში და ნაყოფში ჭარბადაა გლიკოზიდი სამბუნინი, რომელიც იშლება გლუკოზად, სინილინის მჟავად და ბენზალდეჰიდად. ნაყოფი შეიცავს ფისებს, ეთერზეთებს, ქოლინს, რუტინს, სხვადასხვა ორგანულ მჟავებს. აღმოჩენილია

ასკორბინის მჟავა და კაროტინი. ანწლი მდიდარია მიკროელემენტებით, შეიცავს ასევე გარკვეული რაოდენობით კალიუმს, მაგნიუმს და რკინას [18,19].

ანწლის ფოთლების და ნაყოფისგან დამზადებული ნაყენებით და ნახარშებით მკურნალობენ ანგინას, ტრაქეიტს, გაცივებასთან დაკავშირებულ დაავადებებს. გამოიყენება ნაღვლის ბუშტის დაავადებების და ჰეპატიტების დროს. ასევე რევმატიზმის, პოდაგრის, დიაბეტის, ფურუნკულოზის სამკურნალოდ. ხალხურ მედიცინაში აღიარებენ მის ზოგადგამაჯანსაღებელ მოქმედებას და გამოიყენება დაქვეითებული იმუნიტეტის გასამყარებლად.

1.3.4. ასკილის ფარმაკო-ბოტანიკური დახასიათება

ასკილი ანუ ველური ვარდი უძველესი დროიდან ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი და ფართოდ გამოყენებადი სამკურნალო მცენარეა. იგი აღწერილია ჯერ კიდევ ჩვ.წ.აღმდე IV საუკუნეში და ასწლეულების განმავლობაში საკულტო მცენარედ მიიჩნეოდა.

ცნობილია ასკილის 60-მდე სახეობა, საქართველოში ყველაზე გავრცელებულია *Rosa canina* და *Rosa Majalis*.

ასკილი - *Rosa canina* ვარდისებრთა ოჯახის ბუჩქია, 1-3 მ სიმაღლის. ეკლიანი ტოტები წაბლისფერ-მოწითალო ფერისაა. ფოთლები 4-9 სმ. სიგრძისაა და 5-7 ფოთოლაკიანია. ყვავილები თეთრი, ვარდისფერი, 3-7 სმ დიამეტრისაა. ნაყოფი კენკრისებურია, ცრუ, სფეროსებრი ან კვერცხისებრი ფორმის. ნაყოფის შიგა კედლები მოფენილია მრავალრიცხოვანი ჯაგრისებური ბუსუსებით, რომელთა შორის მოთავსებულია მრავალრიცხოვანი მკვრივი ნაყოფი-კაკალი. ყვავილობს მაის-ივნისში, ნაყოფი აგვისტო-ოქტომბერში მწიფდება [3,13].

სამკურნალო მიზნით გამოიყენება ასკილის ფოთლები, ყვავილები, ფესვები და ნაყოფი. გამოშრობა ხდება ჰაერზე, ჩრდილში. ნაყოფი აუცილებლად ყინვის დადგომამდე უნდა მოიკრიფოს, რათა მაქსიმალურად შენარჩუნებული იქნას მასში სასარგებლო სუბსტანციების რაოდენობა. ასკილი სწორადაა დამზადებული, თუ გამხმარი ნაყოფი ხელში ისრისება და არ იფშვნება. ფერი უნდა იყოს წითელი ან ნარინჯისფერი [3,26].

ასკილის გამომშრალი ნაყოფის რბილობი შეიცავს შაქრებს, პექტინურ ნივთიერებებს, ვაშლის და ლიმონის მჟავებს, კალციუმის, კალიუმის, მაგნიუმის მარილებს. ასკილი ითვლება ასკორბინის მჟავის ანუ ვიტამინ C-ს ბუნებრივ საწყობად.

სხვადასხვა მონაცემებით, მასში ასკორბინის მჟავის რაოდენობა 1,2%-დან 5%-მდე მერყეობს. ასევე მრავლადაა A ვიტამინის პროვიტამინები, ვიტამინები P, B₂, K, E [91].

ასკილი შეიცავს სხვადასხვა შაქრებს (18%-მდე), პექტინებს (12%-მდე), ლიმონმჟავას და ვაშლის მჟავას (3%-მდე), ფლავონოიდებს, მთრიმლავ ნივთიერებებს, მიკროელემენტებს [26].

მიუხედავად ასეთი მრავალფეროვანი და მდიდარი შემადგენლობისა, ასკილის გამოყენება მაინც უმეტესად დაკავშირებულია ასკორბინის მჟავას მოქმედებასთან. ვიტამინი C მონაწილეობს სისხლის შედედებაში, სტეროიდული ჰორმონების წარმოქმნაში, ასევე კოლაგენის სინთეზში, ნივთიერებათა ცვლაში და ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში. ამ ვიტამინის ნაკლებობა იწვევს ჰიპოვიტამინოზს, ავიტამინოზს და დაავადებას, რომელსაც სურავანდი ეწოდება [23,24].

ავიტამინოზების მკურნალობის გარდა, ასკილი გამოიყენება ჰემოფილის, ანემიის, სხვადასხვა სისხლდენების დროს. იყენებენ სამრეწველო შხამებით მოწამვლისას, იმუნიტეტის გასაძლიერებლად, ენდოკრინული და სხივური დაავადების სამკურნალოდ. ეს სია უსასრულოდ შეიძლება გაგრძელდეს, იმდენად დიდია ასკილის, როგორც სამკურნალო მცენარის მნიშვნელობა და გამოყენების სფერო.

ასკილისგან მზადდება სხვადასხვა ნაყენები, ნახარშები, სიროფები, ექსტრაქტები, ტაბლეტები. ფართოდ გამოიყენება ასკილი ჰომეოპათიურ მედიცინაში [27,30].

1.4. რკინის პრეპარატებით მკურნალობის თავისებურებები.

1.4.1. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალოდ გამოყენებული რკინის პრეპარატების გვერდითი მოვლენები.

რკინის დეფიციტის და რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობა შესაძლებელია პერორალულად და პარენტერალურად.

პერორალური მკურნალობისთვის გამოიყენება ორი ფორმის რკინის პრეპარატი:

1. სწრაფად შეწოვადი რკინის პრეპარატები
2. პრეპარატები აქტიური ნივთიერების თანდათან გამოთავისუფლების ეფექტით.

ორივე ფორმას გააჩნია როგორც დადებითი, ასე უარყოფითი მხარეები. სწრაფად მოქმედი პრეპარატები იხსნება კუჭში და თორმეტგოჯა ნაწლავში. აქ არის რკინის აბსორბციის ძირითადი ადგილი და შესაბამისად, რკინა უფრო ეფექტურად და დროულად შეიწოვება. პროლონგირებული პრეპარატები იხსნება კუჭ-ნაწლავის

ტრაქტის მთელ სიგრძეზე და შეწოვის ეფექტი ნაკლებია [52,53].

აღნიშნული ჯგუფის სამკურნალწამლო საშუალებების უარყოფითი მხარეა მძიმე ლითონის, ანუ რკინის მარილების მიერ კუჭის, თორმეტგოჯა ნაწლავის და წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის გაღიზიანება, რაც იწვევს ტკივილს კუჭის და მუცლის არეში და დისპეპსიურ მოვლენებს: გულისრევას, ღებინებას, მუცლის შებერვას, შეკრულობას ან პირიქით, ფაღარათს. აღნიშნული გვერდითი მოვლენები განსაკუთრებით გამოხატულია ხანმოკლე მოქმედების რკინის პრეპარატების მიღებისას. ამის გამო ბევრი პაციენტისთვის ამ ჯგუფის მედიკამენტებით მკურნალობა შეუძლებელი ხდება.

პაციენტები აღნიშნავენ ლითონის გემოს პირში, განსაკუთრებით თხევადი ფორმის რკინის პრეპარატების მიღებისას. შესაძლებელია გემოვნებითი შეგრძნებების დაქვეითება ან ხანმოკლე დაკარგვა. ხშირად ავადმყოფი უარს ამბობს წამლის მიღებაზე არასასიამოვნო სუნის გამო. დამახასიათებელია განავალოვანი მასების შავი შეფერილობა, ვინაიდან გამოდევნილი ჭარბი რკინა ფეკალურ მასას კუპრისფერს აძლევს. კლინიკურად ამ ფაქტორს მნიშვნელობა არ ენიჭება, თუმცა რიგ შემთხვევებში უსიამოვნოდ აღიქმება თვით პაციენტის მიერ. არის შემთხვევები, როცა რკინის პრეპარატების მიღების ფონზე მელენა ანუ შავი განავალი მიიჩნევა პრეპარატის გვერდით ეფექტად და შეუმჩნეველი რჩება გასტროდუოდენალური სისხლდენები [11,90].

1.4.2. რკინის პრეპარატების ზედოზირება.

რკინის პრეპარატების მიღება დასაშვებია მხოლოდ ზუსტი და კორექტული დიაგნოზის დასმის შემდეგ. თუ დოზა შერჩეული არ იქნა ინდივიდუალურად, ადამიანის წონის, ასაკის, სქესის და დაავადების სიმძიმის შესაბამისად, შეიძლება განვითარდეს ისეთი მძიმე დაავადება, როგორცაა ჰემოსიდროზი. ამ დროს ჭარბი რკინა გროვდება კანში, სისხლძარღვთა კედელში და სხვადასხვა სასიცოცხლო ორგანოში, მაგალითად, ფილტვებში, გულში, ღვიძლში, თირკმელებში. ეს იწვევს ამ ორგანოთა ფუნქციის მკვეთრ მოშლას და შემდგომ გართულებებს.

რკინის ჭარბი რაოდენობით მიღების პირველი გამოვლინებაა პიგმენტური ლაქები კანზე, კბილების გამუქება და ყავისფერი არშიის გაჩენა. აღსანიშნავია, რომ არასწორი და თვითნებური მკურნალობისას ეს უხშირესი გართულებაა. ასეთ დროს

რკინის პრეპარატის რაოდენობა მკვეთრად უნდა შემცირდეს ან საერთოდ მოიხსნას [11].

დოზის შეჩვევის ინდივიდუალურობა და დიდი სიფრთხილეა საჭირო აგრეთვე რკინის პრეპარატების ზედოზირების თავიდან ასაცილებლად. რკინის ზედოზირება სიცოცხლისთვის საშიში მდგომარეობაა, ვითარდება სისხლიანი ღებინება და ფაღარათი, პერიფერიული შეშუპებები, ქვეითდება არტერიული წნევა, იწყება ტაქიკარდია და ტაქიპნოე, აქედან გამომდინარე შედეგებით [28,43].

1.4.3. რკინის პარენტერალური პრეპარატებით მკურნალობის უარყოფითი მხარეები

პარენტერალურად რკინის პრეპარატი შეყავთ ინტრამუსკულარულად და ინტრავენურად. ინექციის ადგილზე ხშირია ინფილტრატები და ადგილობრივი ჰემოსიდეროზი. აქ შესაძლებელია ისეთი სასიკვდილო გართულებები, როგორცაა ხორხის შეშუპება, ანაფილაქსიური შოკი, გულის და სასუნთქი ორგანოების ფუნქციის დარღვევა, ამიტომ პარენტერალური რკინის პრეპარატის დანიშვნა ხდება მხოლოდ გამოცდილი სპეციალისტის მიერ და მხოლოდ უკიდურესი სამედიცინო ჩვენების მიხედვით [44].

კატეგორიულად უკუნაჩვენებია პარენტერალური რკინის პრეპარატის მიღება მძიმე კორონარული უკმარისობის, არტერიული ჰიპერტენზიის, თირკმელების უკმარისობის, შაქრიანი დიაბეტის, ჰეპატიტის და ბევრი სხვა დაავადების დროს. ორსულთა მძიმე რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობისას საჭიროება განისაზღვრება უმკაცრესი ჩვენებით და კომპლექსურად [1,2,11].

1.5. ფიტოპრეპარატების გამოყენება რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობაში

1.5.1. რკინით მდიდარი მცენერეების ზოგადი დახასიათება.

რდა მკურნალობის კურსი ხანგრძლივია და არ შეიძლება მკურნალობის შეწყვეტა ჰემოგლობინის ნორმალიზაციის შემდეგ. კლინიკური კვლევები ადასტურებს, რომ ჰემოგლობინის რაოდენობა იმატებს უკვე პირველი კვირის შემდეგ. პაციენტები აღნიშნავენ თვითგრძნობის გაუმჯობესებას, მცირდება საერთო სისუსტე, თავბრუ, იშვიათდება თავის ტკივილის ეპიზოდები. სარწმუნოდ მომატებული ჰემოგლობინის რაოდენობა 1 თვის შემდეგ აღენიშნება ავადმყოფთა 50%, თუმცა მკურნალობის პროცესი გაცილებით ხანგრძლივია რკინის მარაგის და დეპო-ორგანოების შევსების მიზნით.

ხანგრძლივად რკინის პრეპარატების მიღება ზემოთჩამოთვლილი გვერდითი მოვლენების და უკუჩვენებების გამო გარკვეულ რისკთანაა დაკავშირებული [43]. ამიტომ უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება შესაბამისი დიეტის დაცვას და რკინით მდიდარი ცხოველური საკვები პროდუქტების მიღებას. ექიმები რეკომენდაციას ამლევენ სამკურნალო მცენარეებსაც, რომლებშიც ჭარბადაა სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება: ცილები, ნახშირწყლები, ფენოლური ნაერთები, გლიკოზიდები, ფლავონოიდები, კატექინები, ანტოციანები, ალკალოიდები, ეთერზეთები, მიკრო- და მაკროელემენტები [29]. ამავდროულად გასათვალისწინებელია, რომ რკინადეფიციტური ანემიის განვითარების შემთხვევაში მხოლოდ დიეტა აბსოლუტურად არასაკმარისია.

ამ ეტაპზე თანამედროვე ფარმაკოლოგიაში მიზანმიმართულად რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალოდ გამოყენებული რკინის მცენარეული პრეპარატი არ არსებობს. არსებობს რამდენიმე დასახელების ბიოლოგიურად აქტიური დანამატი, მათში რკინის შემცველობით. ასეთი ბადებია: ანტიანემინი, ჰემატოგენი, ჰემაქტინი და სხვა, რომლებიც ამჟამად საქართველოში პრაქტიკულად არ/აღარ გამოიყენებიან.

სახელობრ რკინის ფიტოპრეპარატის პრეპარატის შემუშავება აქტუალურ თემად რჩება. კვლევები ადასტურებს, რომ მცენარეებში მოიპოვება როგორც ორვალენტური, ისე სამვალენტური რკინა, რომლებიც ამავე მცენარეებში არსებულ ვიტამინებსა და რკინის აქტივატორებთან ერთად ეფექტურად შეიძლება გამოყენებული იქნას რკინის დეფიციტის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის მიზნით [20]. საკუთრივ მცენარეული პრეპარატების ღირებულებზე მეტყველებს ის ფაქტიც, რომ ფიტოპრეპარატები დამზადებულია ბუნებრივ ინგრედიენტებზე და მოქმედებენ მრავალმხრივ, კომპლექსურად და ხვედრდონად ქიმიურ პრეპარატებთან შედარებით.

მცენარეული რკინა ორგანიზმში ხვდება ბუნებრივ გარემოსთან ერთად, კერძოდ სხვადასხვა ამინომჟავებსა და ასკორბინის მჟავასთან ერთად, რომელთა გარეშეც რკინის აბსორბცია პრაქტიკულად არ ხდება.

1.5.2. ფიტოპრეპარატებით მკურნალობის ჩვენებები და უპირატესობა

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ რკინის სიჭარბე ორგანიზმში ისეთივე საშიშია, როგორც რკინის ნაკლებობა. ქიმიური პრეპარატების ოპტიმალური დოზის განსაზღვრა

პრაქტიკულად შეუძლებელია და ექიმები დამოკიდებული არიან იმ კლინიკურ გამოვლინებებზე, რასაც რკინის შემცველი სამკურნალწამლო საშუალებების მიღების პროცესში აწყდებიან.

- ფიტოპრეპარატში არსებული რკინის რაოდენობა გამორიცხავს ჭარბი რაოდენობის რკინის მოხვედრას ორგანიზმში, ხოლო ზედოზირების ალბათობა საერთოდ არ განიხილება [11,17,30];

- მცენარეული პრეპარატი არ იწვევს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის გაღიზიანებას და შესაბამისად, ამასთან დაკავშირებულ უსიამოვნო სუბიექტურ შეგრძნებებს;

- ფიტოპრეპარატი სასიამოვნო სუნის და გემოს მატარებელია და სუბიექტურად პაციენტის მიერ დადებითად აღიქმება;

- როგორც უმრავლესი ბუნებრივი პროდუქტი, ფიტოპრეპარატი აბსოლუტურად უვნებელია და არ გააჩნია გვერდითი ან უარყოფითი მოვლენები;

- ფიტოპრეპარატი უშიშრად შეგვიძლია დავნიშნოთ მთელი რიგი მძიმე თანმხლები დაავადების დროს, რადგან ასეთ სამკურნალწამლო საშუალებაში რკინის რაოდენობა მკაცრად ლიმიტირებულია. შესაბამისად კონტროლირებადია მძიმე ლითონის აბსორბციის დონე;

- პაციენტების უმრავლესობა ხანგრძლივი მიღებისთვის გამოყენებულ ქიმიურ პრეპარატებს აიგივებს მძიმე, ქრონიკულ და ხშირად განუკურნებელ დაავადებასთან, ამიტომ მცენარეული დანამატის გამოყენება უფრო ეფექტური და ფსიქოლოგიურად მისაღებია;

- შეუცვლელი იქნება მცენარეული დანამატის მიღება მორწმუნე მართლმადიდებლებისთვის მარხვის დღეებში რკინის დეფიციტის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის მიზნით;

- ტექნოლოგიური და სამრეწველო თვალსაზრისით, ველურად მზარდი რკინით მდიდარი მცენარეების შეგროვება, გადამუშავება და შემდგომ სამკურნალო ფიტოპრეპარატის დამზადება შეუდარებლად იაფი, მარტივი და ხელმისაწვდომია;

- შესაძლებელია ქიმიური და მცენარეული სამკურნალო საშუალებების კომბინაცია საბოლოო ეფექტის გაზრდის მიზნით. ეს ხელს შეუწყობს რკინის დეფიციტის საბოლოო აღმოფხვრას და რკინადეფიციტური ანემიის განკურნებას.

თავი 2. კვლევის ობიექტები და მეთოდები

კვლევის ობიექტებად აღებულია საქართველოს ეკოლოგიურად სუფთა მაღალმთიან რაიონებში ველურად მზარდი მცენარეები: ორსახლიანი ჭინჭარი, მოცვი, ანწლი და ასკილი, ასევე მათი ექსტრაქტები და სააფთიაქო ქსელში არსებული ფოლის მჟავის ტაბლეტირებული ფორმა.

სამკურნალო ფიტოპრეპარატის დამზადების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას მცენარეული ნედლეულის შეგროვების დრო და ადგილი. საქართველოს მაღალმთიან რაიონებში, სადაც დიდია მზის გამოსხივება, სასარგებლო ნივთიერებები მცენარეებში დიდი რაოდენობით აკუმულირდება. ნიადაგები ასეთ რაიონებში ნოყიერია, სამომხმარებლო მიზნებისთვის დაუმუშავებელი, შესაბამისად მდიდარია სხვადასხვა მინერალებით და მცენარისათვის აუცილებელი ორგანული სუბსტანციებით [31].

მცენარე არ უნდა შეგროვდეს მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებში, ქუჩების, ავტომაგისტრალების, რკინიგზის ახლოს, ასევე ინდუსტრიული ობიექტების ახლომდებარე ტერიტორიებიდან. მძიმე ლითონები, გამონაბოლქვი აირები და სხვადასხვა მავნე ნივთიერებები აუცილებლად გროვდება მცენარეთა ცალკეულ ნაწილებში და მათ სამკურნალწამლო მიზნებისთვის გამოუსადეგარს ხდის. ასეთი ნედლეულისგან დამზადებული პრეპარატები სარგებლობის ნაცვლად უდიდესი ზიანის მომტანია [19,32]. მცენარეთა პოპულაციის განადგურების თავიდან აშორების მიზნით უნდა შეგროვდეს ის ნაწილები, რომელიც საჭიროა მოცემული სამკურნალო საშუალების დასამზადებლად და არ უნდა დაზიანდეს მთელი მცენარე.

2.1. კვლევის ობიექტები

2.1.1. ორსახლიანი ჭინჭარი - *Urtica dioica* მრავალწლიანი მცენარეა და ფართოდაა გავრცელებული საქართველოში, როგორც სარეველა (სურ.1). ჭინჭარი ორსახლიანია და მამრობითი და მდედრობითი ძირი ერთმანეთისგან ყვავილედის ფორმით განსხვავდება. ტოტებსა და ფოთლებზე მოთავსებულია მსუსხავი ბუსუსები, რომლებიც უმნიშვნელო შეხებისას იოლად იმსხვრევა და წვეტიანი ბოლო კანში იჭრება. უჯრედის წვენი, რომელიც ამ დროს ცოცხალ ორგანიზმში გადადის, შეიცავს ჭიანჭველმჟავას, ჰისტამინს და ქოლინს [13].

ჭიანჭველმჟავა ერთფუძიანი ნაჯერი კარბონმჟავაა, ქიმიური ფორმულა HCOOH ,

ჰისტამინი ბიოგენური ამინია, რომელიც შენელებული ტიპის ალერგიული რეაქციების მედიატორს წარმოადგენს, ხოლო აცეტილქოლინი ნეირომედიატორია, რომელიც ორგანიზმში მოხვედრისას აცეტილქოლინესთერაზას ზემოქმედებით სწრაფად იშლება ქოლინად და ძმარმჟავად. ამ სამი ნივთიერების ზემოქმედება იწვევს დასუსხვის და წვის შეგრძნებას ჭინჭართან შეხების დროს.

ორსახლიანი ჭინჭრის ნედლეულში ჭარბადაა L-ასკორბინის მჟავა, ქიმიური ფორმულა $C_6H_8O_6$, მედიცინაში C ვიტამინის სახელით წოდებული. ეს ნივთიერება არ წარმოიქმნება ადამიანის ორგანიზმში, მიიღება მხოლოდ საკვების სახით და მონაწილეობას ღებულობს ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში. L-ასკორბინის მჟავა ასევე მონაწილეობს ნახშირწყლოვან ცვლაში, სისხლის შედედებაში, ქსოვილების რეგენერაციაში და ბევრი სხვა. ორსახლიანი ჭინჭრის მწვანე ფოთოლი შეიცავს 100-600 მგ% ასკორბინის მჟავას და წარმოდგენილია ორი სახით - საკუთრივ ასკორბინის მჟავა და მისი დაჟანგვით წარმოქმნილი დიჰიდროასკორბინის მჟავა. მათი რაოდენობა დამოკიდებულია მცენარის ვეგეტაციის ფაზაზე, თუმცა ფიზიოლოგიურად ორივე აქტიური ნივთიერებაა [14,23].

1 გ ჭინჭრის მწვანე ფოთლების ნედლეული შეიცავს ფილოქინონს ანუ ვიტამინ K_1 -ს, დაახლოებით 400 ბიოლოგიურ ერთეულს. ფილოქინონი რთული ორგანული ნივთიერებაა და მხოლოდ მცენარეებში გვხვდება (ცხოველური პროდუქტები და ბაქტერიები შეიცავს მენაქინონებს ანუ ვიტამინ K_2 -ს). ფილოქინონი მონაწილეობს პროთრომბინის სინთეზში, რომელიც აუცილებელია ჭრილობების და ქსოვილების სხვა დაზიანების დროს სისხლის დროული შედედებისათვის [3,15].

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთოლი შეიცავს β -კაროტინს - 45-60 მგ%, რითაც ის უსწრებს კაროტინით მდიდარ ისეთ პროდუქტს, როგორცაა სტაფილო. კაროტინი ბიოლოგიურად აქტიური ცხიმში ხსნადი მცენარეული პიგმენტია, ქიმიური ფორმულით $C_{40}H_{56}$ და A ვიტამინის, ანუ რეტინოლის პროვიტამინს წარმოადგენს. არსებობს კაროტინის ორი იზომერი - α -კაროტინი და β -კაროტინი. ეს უკანასკნელი ჭარბადაა ყვითელ, მწვანე და სტაფილოსფერ მცენარეთა ნაყოფსა და ფოთლებში. ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთოლში ჭარბადაა მაკროელემენტი რკინა, რომელიც შედის სხვადასხვა ფერმენტის შემადგენლობაში და მონაწილეობს ქლოროფილის და ცილების სინთეზში. მცენარეული ანუ არაჰემური რკინა წარმოდგენილია ძირითადად სამვალენტური რკინის წყალში ხსნადი ორგანული და არაორგანული მარილების სახით.

სამკურნალო მიზნით გამოიყენება ძირითადად ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლები.



სურ.1. ორსახლიანი ჭინჭარი *Urtica dioica*



სურ.2. ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთოლი

ჭინჭრის ექსტრაქტი შედის პრეპარატ ალოქოლის შემადგენლობაში, რომელიც გამოიყენება როგორც ნაღვლის გამომუშავების გამაძლიერებელი საშუალება ქოლეცისტიტების, ქოლანგიტების და ჰეპატიტების დროს [15,51].

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულია ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთოლი, შეგროვებული რაჭის მიდამოებში, შაორის ტბის მიმდებარე ტყეებსა და ტყის პირებზე, ივლისის თვეში, სათანადო შრობის და დაქუცმაცების შემდეგ (სურ.2).

2.1.2. მოცვი - Vaccinium მარადმწვანე ან ფოთოლმცვენი ნახევრადბუჩქები ან ბუჩქებია და აერთიანებს 100-მდე სახეობას. ნაყოფი მუქი ფერის, მომჟავო-ტკბილი, სასიამოვნო გემოს კენკრაა, მწიფდება ივლის - აგვისტოში. დასავლეთ საქართველოში უპირატესად გავრცელებულია ველურად მზარდი კავკასიური მოცვი *Vaccinium myrtillus* L (სურ.3).

მოცვის მუქი ლურჯი ნაყოფი შეიცავს ანტოციანების მნიშვნელოვან რაოდენობას. ანტოციანები შეფერილი მცენარეული გლიკოზიდებია და ფლავონოიდების ჯგუფს მიეკუთვნება. სახელი წარმოდგება ბერძნული სიტყვებიდან *anthos* - ყვავილი და *cyanos* - ლურჯი. მოცვის ანტოციანებს გააჩნიათ გამოხატული ანტიოქსიდანტური თვისება. განსაკუთრებული ტროპიზმი ახასიათებთ თვალის სტრუქტურების მიმართ, აძლიერებენ თვალის სისხლძარღვების ელასტიურობას, ხელს უშლიან თრომბოციტების აგრეგაციას, ააქტიურებენ ნივთიერებათა ცვლას ქსოვილოვან დონეზე. შესაბამისად, აუმჯობესებენ მხედველობას, განსაკუთრებით ღამით ან პირიქით, ინტენსიურ სინათლეზე. მოცვის ექსტრაქტისგან დამზადებულ პრეპარატებს ფართოდ იყენებენ ოფტალმოლოგიურ პრაქტიკაში.

მოცვი გამოირჩევა ფლავონოიდების დიდი რაოდენობის შემცველობით. ფლავონოიდები ბუნებრივი ბიოლოგიურად აქტიური ჰეტეროციკლური შენაერთებია ჟანგბადის ატომით რგოლში. სახელწოდება წარმოდგება ლათინური სიტყვიდან *flavus* - ყვითელი. სხვადასხვა მცენარეებიდან გამოყოფილი ფლავონოიდები გაერთიანებულია ერთ დიდ ჯგუფში, თუმცა მათ განსხვავებული ფარმაკოლოგიური თვისებები გააჩნიათ. ფლავონოიდების თერაპიული გამოყენების დიაპაზონი ძალზე ფართოა. ეს აბსოლუტურად არატოქსიური ნივთიერებებია და ანტიოქსიდანტური და P-ვიტამინური აქტივობა ახასიათებთ [13,14].

დიდი რაოდენობით მოცვის მიღება არასასურველია მასში დიდი რაოდენობით ტანინის არსებობის გამო. ტანინები მცენარეული ფენოლური ნივთიერებებია, რომელთაც გააჩნიათ მთრიმლავი თვისება ცილებთან და პოლისაქარიდებთან მყარი შეკავშირების უნარით. მოცვის ექსტრაქტში არსებული ჭარბი რაოდენობით ტანინები

და სხვა მთრიმლავი ნივთიერებები (მშრალი მასის დაახლოებით 12%) იწვევენ კუჭ-ნაწლავის ფუნქციის მოშლას და შეკრულობის განვითარებას [21,23].



სურ.3. ლურჯი მოცვი *Vaccinium myrtillus* L



სურ.4. მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფი

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულია კავკასიური მოცვის სამომხმარებლო სიმწიფის ნაყოფი, შეგროვებული ტყიბულის რაიონში, მთის ფერდობებზე და მიმდებარე ტყეებში, სათანადო შრობის და დაქუცმაცების შემდეგ (სურ.4).

2.1.3. ანწლი - *Sambucus nigra* L, იგივე დიდგულა, ბალის დიდგულა, ხელთოფა, ხეკრო, ბუჩქოვანი მცენარეა, ან პატარა ხე, 3-6 მ სიმაღლის. ყვავილობს მაის-ივნისში, ნაყოფები წვნიანია, შავი-იისფერი, მწიფდება აგვისტო-სექტემბერში (სურ.5).

ანწლი გვხვდება საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში, უხშირესად სვანეთში, გურიაში, აჭარაში, ქართლში, კახეთში, თრიალეთში, მესხეთში. იზრდება უმეტესად ზომიერად ნოყიერ, ნესტიან, წყალგამტარ ნიადაგებზე.

ანწლის ყვავილებში და ნაყოფში ჭარბადაა ციანოგენური გლიკოზიდი სამბუნირინი და ბიოფლავანოიდი რუთინი, რომელთა ბიოლოგიური აქტივობაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს ანწლის სამკურნალო თვისებებს.

გლიკოზიდები ორგანული მცენარეული (იშვიათად ცხოველური) წარმოშობის ნივთიერებებია, რომლებიც სინთეზური გზითაც მიიღება. სახელწოდება წარმოდგება ბერძნული სიტყვებიდან *glykys* - ტკბილი და *eidos* - სახე. გლიკოზიდის მოლეკულა შედგება შაქროვანი ნაწილის - გლიკონისა და არაშაქროვანი - აგლიკონისაგან. სამკურნალო თვისებები სწორედ აგლიკონურ ნაწილს გააჩნია. არსებობს საგულე გლიკოზიდები (შროშანი, ხეჭრელა, სათითურა), რომლებსაც კარდიოტონური მოქმედება აქვთ და შეუცვლელი არიან გულის დაავადებათა მკურნალობაში. მწარე გლიკოზიდები (ბაბუაწვერა, მრავალძარღვა, მზესუმზირა) გამოიყენება კუჭნაწლავის დაავადებების დროს, ჭრილობების რეგენერაციის მიზნით. ფლავონოიდური, ანუ ყვითელი გლიკოზიდები, რომლებიც ჭარბადაა ანწლსა და მოცვში, მრავალფეროვანი სამკურნალო თვისებებით გამოირჩევა [23].

სამბუნირინი იოლად იშლება შრობის პროცესში, ხოლო რუთინი ბოლომდე ინარჩუნებს თავის აქტიურობას. რუთინი მედიცინაში P ვიტამინის სახელითაა ცნობილი. ამ ნივთიერებას ორგანიზმი ვერ გამოიმუშავებს და P ვიტამინზე მოთხოვნილება მთლიანად საკვებში არსებულ რაოდენობაზეა დამოკიდებული. რუთინი აქვეითებს არტერიულ წნევას, აუმჯობესებს გულის მუშაობას, ამცირებს შეშუპებებს და ალერგიული რეაქციების რისკს [56].



სურ.5. აწლი *Sambucus nigra* L



სურ.6. აწლის ჰაერმშრალი ნაყოფი

გარდა ფლავონოიდებისა, ანწლის ნაყოფი შეიცავს ფისებს, ეთერზეთებს, ქოლინს, სხვადასხვა ორგანულ მჟავებს. აღმოჩენილია ასკორბინის მჟავა და კაროტინი. მაკროელემენტებიდან გარკვეული რაოდენობითაა კალიუმი, მაგნიუმი და რკინა.

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულია ანწლის მწიფე ნაყოფი, შეგროვებული აგვისტოში, ტყიბულის რაიონში, ტყიბულის წყალსაცავის მიდამოებში, სათანადო შრობის და დაქუცმაცების შემდეგ (სურ.6).

2.1.4. ასკილი - *Rosa canina* დეკორატიული, სამკურნალო და საკვები მცენარეა და ფართოდაა გავრცელებული საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე (სურ.7). ასკილი ყინვაგამძლე, გვალვაგამძლეა და იზრდება მწირ ნიადაგზეც, ისხამს საკვებად ვარგის ნაყოფს, რომელიც უმდიდრესია თავისი ვიტამინური შემადგენლობით. ასკილის გამომშრალ და გასუფთავებულ ნაყოფში C ვიტამინის რაოდენობა 1,2%-დან 5%-მდე მერყეობს, თუმცა ზოგიერთი სახეობის ასკილში C ვიტამინის კონცენტრაცია 20% შეიძლება იყოს. ნაყოფი მდიდარია კაროტინებით, B, K და Pჯგუფის ვიტამინებით, სხვადასხვა ორგანული მჟავებით, ფლავონოიდებით, კატექინებით, ანტოციანებით. ამ შემადგენლობის გამო ასკილს ბუნებრივი სამკურნალო ნივთიერებების კონცენტრატად მიიჩნევენ.

სამკურნალო მცენარეებს შორის ასკილი ყველაზე მეტად შესწავლილი კულტურაა, თუმცა შეუდარებლად დიდი რაოდენობის ასკორბინის მჟავის შემცველობის გამო მისი გამოყენება ფაქტიურად ცალმხრივი და მიზანმიმართულია.

სამკურნალო მიზნით გამოიყენება ასკილის ფოთლები, ყვავილები, ფესვები და ნაყოფი. მისგან მზადდება სხვადასხვა ნაყენები, ნახარშები, სიროფები, ექსტრაქტები, ტაბლეტები. ფართოდ გამოიყენება ასკილი ჰომეოპათიურ მედიცინაში. ასკილის ნაყოფის გადამუშავებით მიღებულია სამკურნალო საშუალება ქოლოსასი, რომელიც გამოიყენება ქოლეცისტიტების და ჰეპატიტების დროს, როგორც ნაღვლმდენი საშუალება [14].

ასკილის ნაყოფში შემავალი ასკორბინის მჟავა ხელს უწყობს სამვალენტური რკინის გარდაქმნას ორვალენტურად, რითაც ხელს უწყობს მის აბსორბციას ორგანიზმში. ასევე ხელს უწყობს ჭარბი რკინის გამოდევნას ორგანიზმიდან.



სურ.7. ასკილი *Rosa canina*



სურ.8. ასკილის ჰაერმშრალი ნაყოფი

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულია ასკილის სამომხმარებლო სიმწიფის ნაყოფი, შეგროვებული სექტემბერში, რაჭის მიდამოებში, ამბროლაურის რაიონში, სათანადო შრობის, გასუფთავების და დაქუცმაცების შემდეგ (სურ.8).

2.1.5. ფოლის მჟავა - acidi folici, იგივე ვიტამინი B₉, ქიმიური ფორმულა C₁₉H₁₉N₇O₆. სახელი წარმოდგება ლათინური სიტყვიდან folium - ფოთოლი, ვინაიდან პირველად გამოყოფილი იქნა მცენარეთა მწვანე ფოთლებიდან.

ორგანიზმი ფოლის მჟავას ღებულობს ძირითადად საკვების სახით - ე.წ. ეგზოგენური ფოლის მჟავა, მცირე ნაწილი კი გამომუშავდება ნაწლავთა მიკროფლორის მიერ - ენდოგენური ფოლის მჟავა. B₉ ვიტამინის მარაგი ორგანიზმში არ არსებობს, ამიტომ ადამიანმა ეს ნივთიერება უნდა მიიღოს ყოველდღიურად საკვების სახით. ბალანსირებული კვების დროს რაციონში არსებული ფოლის მჟავა აკმაყოფილებს ორგანიზმის მოთხოვნილებას 60%-ით, დანარჩენ რაოდენობას კი გამომუშავებს ნაწლავთა მიკროფლორა. ეს წონასწორობა იოლად ირღვევა არასრულფასოვანი კვების, სხვადასხვა დიეტების, დაავადების დროს. განსაკუთრებით ხშირია ფოლის მჟავის დეფიციტი ორსულებსა და მეძუძურ ქალებში. ვიტამინი B₉ მნიშვნელოვანი ფაქტორია ჩანასახის უჯრედების ჩამოყალიბებისა და დედის უჯრედების რეგენერაციის პროცესის სრულყოფილი წარმართვისთვის, ამიტომ ამ ვიტამინის საკმარისი რაოდენობით მიღება კატეგორიულად აუცილებელია ორსულობის დადგომისთანავე. ორსულობის პირველ ტრიმესტრში ყალიბდება ჩანასახის ნერვული სისტემა, რომლის შენებაშიც ფოლის მჟავა უშუალო და მნიშვნელოვან მონაწილეობას ღებულობს [89].

ფოლის მჟავა მოიპოვება როგორც მცენარეულ, ისე ცხოველურ პროდუქტებში, თუმცა ეს ჩამონათვალი არც თუ მდიდარია. ყველაზე დიდი რაოდენობითაა ფოლის მჟავა საფუარში, საქონლის და ღორის ხორცში, ღვიძლსა და თირკმელებში, კვერცხში, ზოგიერთი მცენარის მწვანე ფოთლებში [86,87].

სააფთიაქო ქსელში ფოლის მჟავა გამოდის 0.001გ (1მგ) და 0.005გ (5 მგ) ტაბლეტების სახით. შპს „ავერსის“ მიერ წარმოებულია პრეპარატი „ლომპასარი“, მასში 5 მგ ფოლის მჟავის შემცველობით.

ფოლის მჟავის მინიმალური დღიური დოზა 50მკგ-ია. სამკურნალო დოზა საშუალოდ 400 მკგ, თუმცა დოზა შეიძლება გაიზარდოს 1-5 მგ-მდე, რაც უსაფრთხოა და ზედოზირების საშიშროება არ არსებობს [11,43,54].

ჩვენი კვლევის ობიექტად აღებულია ფოლის მჟავა 0,005 გ (5 მგ), ტაბლეტების სახით, წარმოებული უკრაინაში.

2.2. კვლევის მეთოდები

2.2.1. ულტრა- და ნანოდისპერგირების მეთოდი გამოიყენება მცენარეული ნედლეულის მიკრონულ ზომამდე დაქუცმაცებისთვის. ამ დროს ხდება არა მარტო უჯრედის გარსის დარღვევა, არამედ მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის განთავისუფლება უჯრედშიგა ბიოპოლიმერული სტრუქტურისაგან. ნანოდისპერგირების მეშვეობით ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოსავლიანობა და ექსტრაქციის ინტენსიურობა მკვეთრად მატულობს [34].

ნანოდისპერგირება გულისხმობს მცენარეული ნედლეულის მაღალსიჩქარიან გრიგალისებურ დაქუცმაცებას ვიბროცენტრიდანული და პლანეტარული წისქვილების საშუალებით. დისპერგირებას ვახდენდით პლანეტარული ტიპის AFO-2 აქტივატორზე, რომელიც აღჭურვილი იყო სიჩქარის ვარიატორით. დანადგარი იძლეოდა ნედლეულის დაქუცმაცების საშუალებას ზომებით ათეული ნანომეტრიდან ასეულ მიკრონამდე დიაპაზონში. მიკრო- და ნანონაწილაკების ზომები კონტროლდებოდა ელექტრონული მიკროსკოპის მეთოდით, ელექტრონულ მიკროსკოპზე H-600 (ხიტაჩი, იაპონია).

2.2.2. კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები

ატომურ-აბსორბციული სპექტროსკოპია რაოდენობრივი ქიმიური ანალიზის მეთოდია, რომელიც ემყარება ნეიტრალურ მდგომარეობაში მყოფი ელემენტების ატომების მიერ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ვიწრო, მკვეთრად განსაზღვრული სიგრძის ტალღების (სპექტრალური ხაზების) შთანთქმის უნარს [55]. ნიმუშის ატომურ ორთქლში, რომელიც მიიღება ატომიზატორის მეშვეობით, გამოსხივება ტარდება 190-850 ნმ დიაპაზონში. სინათლის სხივის შთანთქმის შედეგად ატომები გადადიან აგზნებულ ენერგეტიკულ მდგომარეობაში. ენერჯის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ნიმუშის ატომების ძირითადი მდგომარეობიდან აღზნებულ მდგომარეობაში გადასაყვანად, სპეციფიურია და ზოგადად იწოდება ტალღის სიგრძედ. ამ გადასვლებს ატომურ სპექტრებში შეესაბამება ე.წ. რეზონანსული ხაზები, დამახასიათებელი მხოლოდ მოცემული ელემენტისათვის [36].

ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრი, ჩვეულებრივ, იყენებს ღრუ კათოდურ ნათურებს, როგორც სინათლის წყაროს, რომლის ტალღის სიგრძე ადექვატურია კონკრეტული ელემენტის ტალღის სიგრძისა. როდესაც ნათურის მიერ გამოსხივებული

სინათლე გადის ელემენტთა ატომების ორთქლში, ის აბსორბირდება ორთქლის მიერ. ელემენტის ატომების კონცენტრაცია ისაზღვრება აბსორბციის დონის განსაზღვრით.

ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონის მიხედვით, ელემენტის კონცენტრაციის საზომია ოპტიკური სიმკვრივე $A = \lg(I_0/I)$, სადაც I_0 - წყაროს გამოსხივების ინტენსივობაა მშთანთქავ ფენაში გავლამდე, ხოლო I - წყაროს გამოსხივების ინტენსივობა მშთანთქავ ფენაში გავლის შემდეგ [37].

მეთოდი საშუალებას გვაძლევს დიდი სიზუსტით გამოვთვალოთ ხსნარებში 80-მდე ელემენტის მცირე კონცენტრაცია. ის ფართოდ გამოიყენება ბიოლოგიაში, მედიცინაში, ფარმაცოტექნოლოგიაში, გეოლოგიაში, ნიადაგთმცოდნეობაში და მეცნიერების სხვა დარგებში. წყალხსნარებში ელემენტების განსაზღვრის მგრძობელობა მდებარეობს 0,005-დან 10 მკგ/მლ-მდე, ამავდროულად იხარჯება 0,1-დან რამდენიმე მილილიტრამდე ხსნარი.

ექსპერიმენტი ჩატარდა ატომურ-აბსორბციულ სპექტრომეტრზე, Atomic Absorption Spectrometer, „Skylab Instrument“ AAS6000.

მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფია ნივთიერებათა ანალიზის, დაყოფის და ფიზიკო-ქიმიური კვლევის მეთოდია და დამყარებულია საკვლევი ნივთიერების მოძრავ და უძრავ ფაზას შორის გადანაწილებაზე. უძრავი ფაზა ძირითადად წარმოდგენილია სორბენტის სახით, ხოლო მოძრავი ფაზა (ელიუენტი) სითხეა, რომელიც მოძრაობს სორბენტის ზედაპირზე ან იფილტრება სორბენტის შრეში. მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიების განმასხვავებელი თავისებურებებია მაღალი წნევის (400 ბარამდე) და წვრილმარცვლოვანი სორბენტების (1,8-5მკმ) გამოყენება, რაც ნივთიერებათა რთული ნარევების სრულად და სწრაფად დაყოფის საშუალებას იძლევა.

ორგანული ნივთიერებების ანალიზისათვის ხშირად იყენებენ მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდს, რადგანაც ის ერთმანეთს უთავსებს რთული ნარევების დაყოფისა და რეგისტრაციის პროცესს. ის არის ერთერთი მთავარი ანალიზის მეთოდი, რომლის საშუალებითაც შეიძლება განვსაზღვროთ მრავალკომპონენტური ნარევის შემადგენლობა. აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება კვების პროდუქტების კონტროლის, ეკოლოგიური მონიტორინგის, ტექნოლოგიური ხსნარების ანალიზისათვის, წამლების სამედიცინო დიაგნოსტიკისათვის და სხვა [38,39].

ქრომატოგრამა ძირითადად შედგება საბაზისო ხაზებისა და პიკებისაგან. საბაზისო ხაზი შეესაბამება დროის იმ მონაკვეთს, რომლის დროსაც დეტექტორში

რეგისტრირდება მოძრავი ფაზის სიგნალი. პიკები წარმოადგენს მრუდებს, რომლებიც მიახლოებულია გაუსის ნორმალური განაწილების კანონთან და აღწერს ხსნარების კონცენტრაციების თანდათანობით მატებას და ამავდროულად კლებას სვეტის გამოსასვლელზე.

ქრომატოგრამაზე პიკის მაქსიმუმი ცნობილია **შეკავების დროის** სახელწოდებით (t_g). მუდმივი მუშაობის პირობებში ქრომატოგრაფიული ფაზების სისტემების შეკავების დრო წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს მოცემული ნივთიერებებისათვის. ზოგიერთ შემთხვევაში ქრომატოგრამის დაწყებით ნაწილში რეგისტრირდება პიკი, რომლის ბუნებაც დაკავშირებულია სინჯის შეყვანის დროს სვეტის წონასწორობის პირობების დარღვევასთან. აქედან გამომდინარე აღნიშნულ პიკს შეესაბამება არასორბირებული ნივთიერების შეკავების დრო (t_g).

ნივთიერების შეკავების დრო განისაზღვრება ასევე სვეტში მიწოდებული მოძრავი ფაზის სიჩქარით (F):

$$V_n = t_n \cdot F \quad (1)$$

და არ არის დამოკიდებული აღნიშნულ სვეტში ნივთიერების დანახარჯზე.

მოცემული ნაერთის მოცულობის კოეფიციენტი ქრომატოგრაფიულ სისტემებში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$K = t_R - t / t_0 \quad (2)$$

აღნიშნული პარამეტრი დამოკიდებული არ არის სვეტის ზომებზე და ნივთიერების მიწოდების სიჩქარეზე.

ნივთიერებათა ორი გამყოფი პიკის შედარებითი თერმოდინამიკური მახასიათებელი გვამღებს ფარდობითი შეკავების დროს ანუ სელექტიურობას:

$$a_{i,j} = t_{Ri} - t_0 / t_{Rj} - t_0 \quad (3)$$

ეს სიდიდე გვიჩვენებს ქრომატოგრაფიული ანალიზის შესაძლებლობას სისტემის დაყოფისა ორ ნივთიერებად (i და j). სორბციისა და დესორბციის პროცესი უნდა მოხდეს დიდი სიჩქარით, რათა რეალიზებული იქნას ნივთიერებათა დაყოფის შესაძლებლობა, რაზეც მიუთითებს t_R - სხვაობა.

ექსპერიმენტი ჩატარდა მაღალი წნევის სითხურ ქრომატოგრაფებზე -Waters (USA), uv/visible Detector 2489, Binary HPLC Pump1525.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპია ორგანული ნივთიერებების კვლევის ერთერთი ძირითადი მეთოდია და გამოიყენება ნივთიერებათა სტრუქტურული თავისებურებების

დასადგენად. ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის საშუალებით შესაძლებელია ფუნქციონალური ჯგუფების (ჰიდროქსილის, კარბოქსილის, ამინური, ამიდური და სხვა) სწრაფი და საიმედო იდენტიფიცირება, მოლეკულათაშორისი და შიდამოლეკულური კავშირების კვლევა, ნახშირწყლების, სტეროიდების, ლიგნინების და სხვა ნივთიერებების სტრუქტურის შესწავლა [40].

ნიმუშების გამოკვლევა ჩავატარეთ FTIR - ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელ სპექტრომეტრზე “THERMO NIKOLET”, AVATAR 370, დიაპაზონი: 400 – 4000 სმ^{-1} ; გაზომვის სიზუსტე: 0,5 სმ^{-1} . სპექტრებს ვიღებდით ვაზელინის ზეთში (nujol). კერძოდ, საკვლევი ნიმუშის წვრილ-დისპერსიულ ფხვნილებს აგატის როდინზე კარგად ვურევდით ვაზელინის ზეთში და დაგვქონდა KBr-ის ფირფიტაზე, ხოლო წყალხსნარის შემთხვევაში საკვლევ ნიმუშს ვასხამდით მდუღარე წყალს და გაგრილების შემდეგ ვაწვეთებდით Ge-ის ფანჯარაზე (Avatar Multi-Bounce Flat Plate 45 degree Ge) თხელი ფენის სახით, ვაშრობდით დ შემდეგ ვიღებდით სპექტროგრამას.

2.2.3. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის მეთოდი.

ექსტრაქტების მიღებისა და მასში შემავალი თითოეული ელემენტის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდი უშუალო კავშირშია კომპოზიციაში შემავალი ნივთიერებების რაოდენობასა და მათი მიღების ოპტიმალურ ტექნოლოგიურ მახასიათებლებზე. ექსტრაქტების მიღებისა და ტექნოლოგიური რეჟიმების ოპტიმიზაციისათვის გამოყენებული იქნა ექსპერიმენტის დაგეგმვის მათემატიკური მეთოდები [41,42,58].

კვლევის საბოლოო მიზანს წარმოადგენდა ძირითადი ფაქტორების შერჩევა, რომლებიც გავლენას ახდენენ ნარევიდან ექტრაქტის მაქსიმალურ გამოსავლიანობაზე.

ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობითა და კვლევის ობიექტების შესწავლიდან გამომდინარე, გამოსავალ პარამეტრად განსაზღვრული იქნა ექსტრაქტის რაოდენობა, რადგანაც ეს მაჩვენებელი არის ძირითადი მაჩვენებელი ექტრაქციის პროცესში. აღნიშნულიდან გამომდინარე, კვლევის ამოცანა ჩამოყალიბებული იქნა, როგორც შემდეგი ფაქტორების ოპტიმიზების ძებნა: x_1 - ექსტრაქციის ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$), x_2 - ექსტრაქციის დრო (წთ), x_3 - ექსტრაქციის მოდული (ლ/კგ), რომლის დროსაც ნარევიდან ექსტრაქტის გამოსავლიანობა იქნებოდა მაქსიმალური, ანუ:

$$y = f(x_1, x_2, x_3) \rightarrow \max \quad (4)$$

საწყისი ამოცანა დაყოფილი იქნა ორ ქვეამოცანად:

- კვლევის ობიექტის მათემატიკური მოდელის მიღება, როგორც ექსპერიმენტის გამომდინარე ფუნქცია;
- გამომდინარე ფუნქციის ექსტრემუმების პოვნა.

პირველი მათგანის გადაწყვეტა შესაძლებელია ექსპერიმენტის დაგეგმვის მათემატიკური მეთოდების საფუძველზე, ხოლო მეორის - მათემატიკური მეთოდების ოპტიმიზაციის საფუძველზე.

ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით [45] და ექსპერიმენტული კვლევების მიხედვით ზემოთ მითითებული ამოცანა ატარებს არაწრფივ ხასიათს, აქედან გამომდინარე, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება ექსტრაქციის პროცესისათვის აგვეგო მათემატიკური მოდელი სამი ცვლადით და მეორე რიგის პოლინომის სახით:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_3^2 + a_7x_1x_2 + a_8x_1x_3 + a_9x_2x_3 \dots (5)$$

სადაც - $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ და ა.შ. რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტებია; x_1 - ექსტრაქციის ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$), x_2 - ექსტრაქციის დრო (წთ), x_3 - ექსტრაქციის მოდული; y - ექსტრაქტის რაოდენობა.

აღნიშნული ექსპერიმენტის მათემატიკური მოდელის აგებისათვის გამოყენებული იქნა დაგეგმარების მეორე რიგის როტატაბელური მეთოდი, რომელიც მაქსიმალურად ასახავს აღნიშნულ პროცესს [42].

კვლევის მეთოდების სიზუსტე განისაზღვრა შემდეგი მაჩვენებლების გამოთვლით: საშუალო კვადრატული გადახრა - σ , ექსპერიმენტის ცდომილება - m და ვარიაციის კოეფიციენტი - V .

სამეცნიერო კვლევების სანდოობა, დასკვნები და რეკომენდაციები, რომლებიც ჩამოყალიბებულია დისერტაციაში, თეორიულად დასაბუთებულია და ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია. მიღებული შედეგების ფარდობითი ცდომილებების ალბათობა 0.95-ის ტოლია და არ აღემატება 5%-ს ნებისმიერი კვლევისათვის [41].

თავი 3. მცენარეული ნედლეულის ფიზიკურ-ქიმიური კვლევა.

შემადგენლობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი.

3.1. მცენარეული ნედლეულის დისპერგირება

მცენარეული ნედლეული წარმოადგენს ფარმაცევტული პრეპარატებისა და ბიოდანამატების წარმოებაში ფართოდ გამოყენებულ ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებისა და ანტიოქსიდანტების ძირითად წყაროს. მისი ქიმიური გადამუშავების კინეტიკური პარამეტრები დამოკიდებულია მცენარის მორფოლოგიურ და ზემოლექულურ აგებულებაზე. მცენარეულ ნედლეულს, როგორც წესი, აქვს მრავალკომპონენტური შედგენილობა და რთული მორფოლოგიური სტრუქტურა. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები უმეტესწილად იმყოფებიან გარსში ბიოპოლიმერული კომპლექსების სახით, რომლებიც ექსტრაქციის არსებული ტექნოლოგიებით ნაკლებად გადადიან ბიოლოგიურად მისაწვდომ ფორმებში [33].

მცენარეული უჯრედის კედელი აგებულია ძირითადად პოლისაქარიდებისაგან, უმეტესწილად კი ცელულოზისაგან. პოლისაქარიდების გარდა მის შემადგენლობაში შესაძლებელია სხვადასხვა რაოდენობით შედიოდეს ლიგნინი, ცილები, მინერალური მარილები, პიგმენტები, ლიპიდები. ცელულოზა - უჯრედის კედლის ძირითადი კომპონენტი, წარმოადგენს გლუკოზის პოლიმერს, რომლის მოლეკულები შეერთებულია β -1,4-კავშირით. ცელულოზის მოლეკულებისგან ფორმირდება 10-დან 25 ნმ-მდე სისქის მიკროფიბრილები, რომლებიც, თავის მხრივ, ერთიანდებიან დაახლოებით 0,5 მკმ სისქისა და 4 მკმ-მდე სიგრძის მიკროფიბრილებად. მიკროფიბრილებში მოლეკულების მოწესრიგებულად და მოუწესრიგებელად განლაგებული არეების არსებობის გამო ცელულოზას გააჩნია ამორფულ-კრისტალური თვისებები [32,34].

უჯრედის კედლის ცელულოზის კარკასი შევსებულია მასში ჩაქსოვილი არაცელულოზური მოლეკულების, მათ შორის პოლისაქარიდების - ჰემიცელულოზას მატრიქსით, ლიგნინით და მცირე რაოდენობის სხვა ნივთიერებებით. ჰემიცელულოზები - განშტოებული პოლიმერები, ქმნიან მოკლე ფიბრილარულ სტრუქტურას, კრისტალური სტრუქტურა მათ არ გააჩნიათ. ლიგნინი ფენოლური რიგის შერეული ამორფული პოლიმერია, რომელიც გარსის ზრდის დამთავრების შემდეგ ცალკევდება და იწვევს გარსის მექანიკური თვისებების ცვლილებებს: მცირდება

პლასტიკურობა, მკვეთრად იზრდება სიმაგრე და სიმტკიცე, მნიშვნელოვნად მცირდება წყლისთვის უჯრედის გარსის შეღწევადობაც [56].

მცენარეული ნედლეულიდან ექსტრაგირების გზით ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაქსიმალურად გამოწვლილვის მიზნით აუცილებელია არა მარტო უჯრედის გარსის დარღვევა, არამედ მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის განთავისუფლება უჯრედშიდა ბიოპოლიმერული სტრუქტურისაგან. მცენარეული ნედლეულის დაქუცმაცება მიკრონულ ზომამდე იძლევა ექსტრაქციის პროცესის მნიშვნელოვანი ინტენსიფიკაციის შესაძლებლობას ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოსავლიანობის იმავდროული საგრძნობი გაზრდით [33,35]. ნანოდისპერგირებული მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები ადამიანის ფიზიოლოგიურ სითხეებში უფრო სწრაფად და სრულად შეიწოვება.

მცენარეული ნედლეულის ულტრა- და ნანოდისპერგირება ჩატარდა მაღალსიჩქარიანი გრიგალისებური დაქუცმაცებით ვიბროცენტრიდანული და პლანეტარული წისქვილებით. ჩვენი მიზანი იყო მცენარეული ნედლეულის დისპერგირების ხარისხის გავლენის შესწავლა ბიოლოგიურად აქტიური (ლიპოფილური, ჰიდროფილური) ნაერთების გამოსავლიანობაზე [110].

კვლევის ობიექტებად აღებული იყო შაორის ტბის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებული და 4-6 %-მდე ჰაერმშრალი ორსახლიანი ჭინჭრის (*Urtica Dioica L.*) ფოთოლი. მის დისპერგირებას ვახდენდით პლანეტარული ტიპის AFO-2 აქტივატორზე, რომელიც აღჭურვილი იყო სიჩქარის ვარიატორით. დანადგარი იძლეოდა ნედლეულის დაქუცმაცების საშუალებას ზომებით ათეული ნანომეტრიდან ასეულ მიკრონამდე დიაპაზონში. მიკრო- და ნანონაწილაკების ზომები კონტროლდებოდა ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდებით. მექანიკური აქტივაციის პროდუქტს ვიყენებდით მიკროსკოპული გამოკვლევებისათვის და საექსტრაქციოდ [59].

საწყისი ნედლეულისა და მისი მექანიკური აქტივაციის პროდუქტებს ვაფიქსირებდით პარაფორმალდეჰიდის 4%-იანი ხსნარით. ბუფერის სახით გამოვიყენეთ ხენკსის ხსნარი. გაუწყლოებას ვახდენდით ზრდადი კონცენტრაციების ეთანოლითა და აცეტონით. ნარევი ვუმატებდით ეპონ-არალდიტს. ულტრაწმინდა ანაჭრებს ვამზადებდით რეიხერტის (ავსტრია) ულტრატომზე, კონტრასტირებას ვახდენდით ურანილაცეტატით და ტყვიის ციტრატით. გამოკვლევებს ვაწარმოებდით ელექტრონულ

მიკროსკოპზე H-600 (ხიტაჩი, იაპონია) და ელექტრონულ მიკროსკოპზე Jem 1400 (ჯეოლი, იაპონია). ფოტოგრაფირებას ვახდენდით მიკროსკოპების ციფრული კამერებით.

გამოკვლევებს დაექვემდებარა წისქვილის დოლში სფეროების ცენტრიდანული აჩქარებისა ($n, 1/\bar{v}$) და მექანიკური დამუშავების ხანგრძლივობის ($t, \bar{v}t$) გავლენა ბიოლოგიურად აქტიური ლიპოფილური და ჰიდროფილური ბუნების ნაერთების გამოსავლიანობაზე. წინასწარი ექსპერიმენტით, გამოყენებული წისქვილის შესაძლებლობების გათვალისწინებით, დადგინდა მოქმედი ფაქტორების ძირითადი დონეები და მათი ვარირების ინტერვალები, რომლებიც მოყვანილია ცხრ.3-ში.

ცხრილი 3

ჭინჭრის დისპერგირებაზე მოქმედი ფაქტორები და მათი ვარირების დონეები

ფაქტორები და მათი დონეები	დამუშავების დრო t , წუთი	წისქვილის დოლის რხევის სიხშირე $n, 1/\bar{v}$
კოდური აღნიშვნა	X_1	X_2
ძირითადი დონე	3	50
ვარირების ინტერვალი	1,5	15
ზედა დონე + 1	4,5	65
ქვედა დონე - 1	1,5	35
ვარსკვლავური + 1,414	5,1	71
ვარსკვლავური - 1,414	0,9	29

მცენარეული ნედლეულის მექანიკური აქტივაციის შემდეგ დაქუცმაცებული მასა ექვემდებარებოდა ექსტრაქციას ტრიქლორმეთანით (ქლოროფორმით) მისი დუდილის ტემპერატურის ახლოს (დაახლოებით 50-55°C-ზე) 20 წუთის განმავლობაში (ლიპოფილური ფრაქცია) და 40 %-იანი ეთანოლით წყალში (ჰიდროფილური ფრაქცია). თანაფარდობა - გამხსნელი/ნედლეული ყველა ცდისათვის შეადგენდა 10:1. ექსტრაქციისათვის გამოიყენებოდა პერიოდული ქმედების ლაბორატორიული ექსტრაქტორი უკუმაცივრით. ექსტრაქციის შემდეგ ექსტრაქტები იფილტრებოდა ქაღალდის ფილტრში ვაკუუმ-ტუმბოს საშუალებით. შემდგომში ვახდენდით ექსტრაქტიდან ექსტრაგენტის გამოხდას ვაკუუმ-ამორთქლებელზე 30 კპა ვაკუუმის ქვეშ. ყოველი ცდის შემდეგ ლიპოფილური და ჰიდროფილური ფრაქციები იწონებოდა და განისაზღვრებოდა მათი გამოსავლიანობა %-ში. ორივე ფრაქციისათვის

გამოვიყენეთ ექსპერიმენტის ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური დაგეგმვის მატრიცა, რომელიც განხილული შემთხვევისათვის მოიცავს 13 ცდას: 4 ცდა სფე 2x2, 4 ცდა ვარსკვლავურ წერტილებზე მხარით +/- 1,414 და 5 ცდა ექსპერიმენტის ცენტრში.

მიღებული რეგრესიის განტოლებების კოეფიციენტების არსებითობას ვამოწმებდით სტიუდენტის კრიტერიუმით 0,95 ალბათობისათვის, ხოლო მიღებული რეგრესიის განტოლებების ადეკვატურობას - ფიშერის კრიტერიუმით [41].

მიღებული შედეგები და მათი განსჯა. მცენარეული უჯრედის კედლის ძირითადი ელემენტი, რომელიც უზრუნველყოფს მის სიმტკიცეს, ცელულოზის ჩონჩხია. ქსოვილები წარმოქმნილია მოგრძო მარღვოვანი უჯრედებით ცენტრალურ ნაწილში, ხოლო იზომეტრული უჯრედებით პერიფერიულ ნაწილებში. ქსოვილების მექანიკურ დამუშავებას მივყავართ მასალის დაქუცმაცებამდე ისე, რომ ქსოვილის ფრაგმენტაცია მიმდინარეობს უპირატესად უჯრედთა კედლების საზღვარზე.

მცენარეული ფოთლოვანი ნედლეულის ქსოვილის მექანიკური აქტივაციისას მიმდინარეობს უჯრედთა კედლების განშრევა, წარმოიშობა ნამტვრევები. დამუშავების ინტენსიურობის გაზრდით უჯრედის კედელში ჩნდება ბზარები, ჩამონატეხების რაოდენობა იზრდება და აქვთ უფრო მცირე ზომები. უჯრედის კედლის სტრუქტურული შრეების წესრიგის დარღვევას ადგილი არა აქვს მექანიკური აქტივაციისას აბრაზიული მასალების გამოყენებისასაც კი, რაც მიუთითებს განხილული ფოთლოვანი ნედლეულის უჯრედოვანი კედლის სტრუქტურის მაღალ მექანიკურ მდგრადობაზე [36].

ადეკვატურ რეგრესიის განტოლებებს, რომლებიც აღწერენ მექანიკურად აქტივირებული მცენარეული ნედლეულის - ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლისათვის ექსტრაქციის პროცესს, აქვთ სახე:

- ლიპოფილური ნივთიერებების გამოსავლიანობა, % :

$$B_L = 20,8 - 2,3 X_1 + 1,9 X_2 - 3,9 X_1 X_2 - 6,4 X_1^2 - 5,3 X_2^2; \quad (6)$$

- ჰიდროფილური ნივთიერებების გამოსავლიანობა, % :

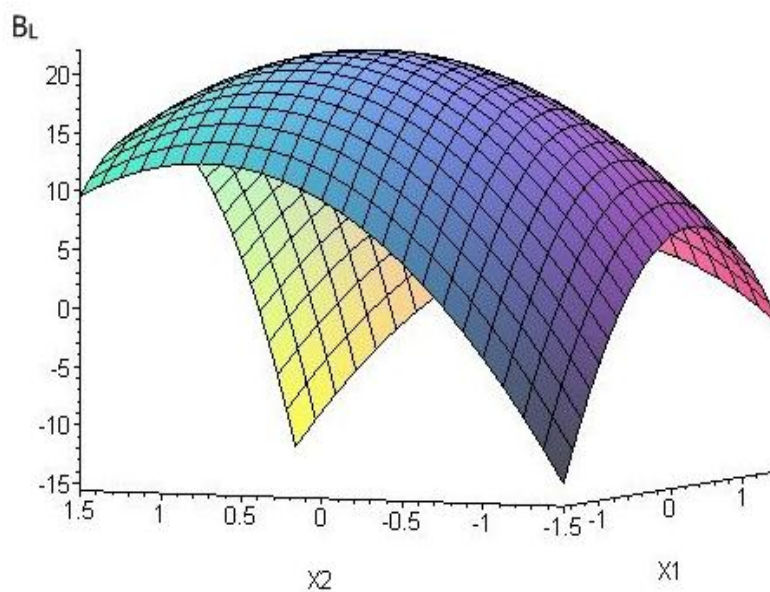
$$B_H = 44,0 - 4,3 X_1 + 5,7 X_2 - 4,3 X_1 X_2 - 7,1 X_1^2 - 5,6 X_2^2, \quad (7)$$

სადაც მოქმედი ფაქტორები მოცემულია ფარდობით ერთეულებში. მათი გადაყვანა ნატურალურში ხდება ცხრ.3-ის საშუალებით შემდეგი ფორმულებით:

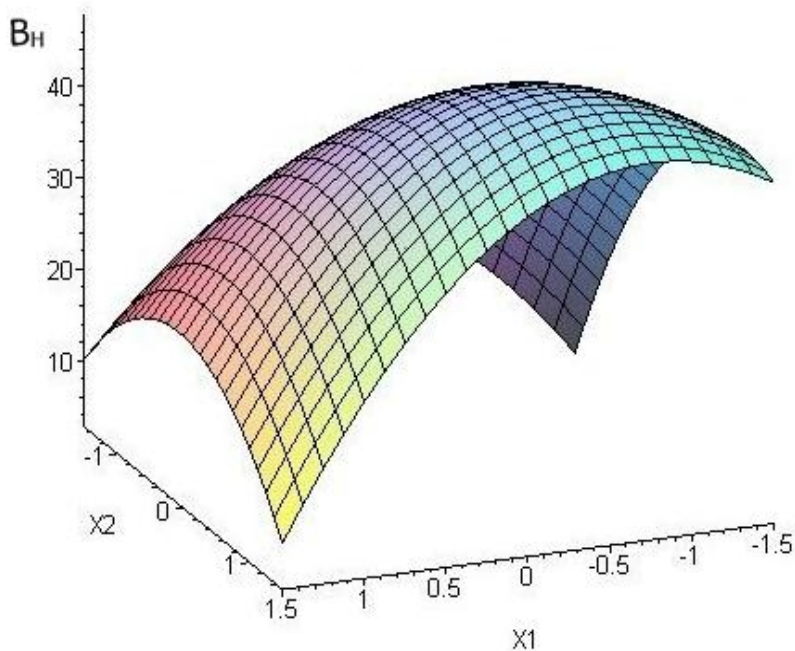
$$X_1 = (t - 3)/1,5; \quad X_2 = (n-50)/15. \quad (8)$$

რეგრესიის მიღებული განტოლებების გეომეტრიული ინტერპრეტაცია

მოცემულია ლიპოფილური კომპლექსისათვის ნახ.2-ზე, ხოლო ჰიდროფილური ნივთიერებებისათვის ნახ.3-ზე.



ნახ.2. ლიპოფილური ნივთიერების კომპლექსების გამოსავლიანობის დამოკიდებულება დამუშავების დროზე (X_1) და წისქვილის დოლის რხევის სიხშირე (X_2)



ნახ.3. ჰიდროფილური ნივთიერების კომპლექსების გამოსავლიანობის დამოკიდებულება დამუშავების დროზე (X_1) და წისქვილის დოლის რხევის სიხშირე (X_2)

მიღებული შედეგებიდან უპირველესად აღსანიშნავია, რომ მიუხედავად

მორფოლოგიური სტრუქტურისა და ქიმიური შედგენილობის აშკარა სხვადასხვაობისა, მექანიკური აქტივაციისა და ექსტრაქციის პროცესების ხასიათი პრაქტიკულად იდენტურია, განსხვავებულია მხოლოდ რაოდენობრივი მაჩვენებლები.

როგორც მიღებული სივრცული გამოსახულებების (პარაბოლოიდების) ანალიზი აჩვენებს, რომ ისინი მაქსიმუმს (ზედაპირის პიკურ მდგომარეობას) აღწევენ ექსპერიმენტის ცენტრთან ახლოს. შესაბამისად, ოპტიმუმი X_1 და X_2 ფაქტორებისთვის ექსპერიმენტის ცენტრთან უნდა ვეძებოთ.

პირობითი ექსტრემუმის ძიება შესაძლებელია ვაწარმოოთ მიღებული (6) და (7) განტოლებების ორივე ფაქტორისთვის კერძო წარმოებულების ნულთან გატოლებით. გვაქვს:

- ლიპოფილური ნივთიერებების გამოსავლიანობისათვის
 $X_1 = -0,37$, ანუ $t = 2,44$ წთ; $X_2 = 0,04$, ანუ $n = 51$ 1/წ;
- ჰიდროფილური ნივთიერებების გამოსავლიანობისათვის
 $X_1 = -0,52$, ანუ $t = 2,21$ წთ; $X_2 = 0,71$, ანუ $n = 61$ 1/წ.

შესრულებული კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ კერძო დასკვნა, რომ მცენარეული მშრალი ნედლეულის მექანიკური აქტივაცია მიზანშეწონილია მოვახდინოთ წისქვილის დოლის ბრუნვათა სიხშირის 50-60 1/წ პირობებში 2,2-2,5 წუთის განმავლობაში, ანუ ექსპერიმენტში განხილული ფაქტორების ძირითად დონეებთან ახლოს. ნებისმიერი მნიშვნელოვანი გადახრა როგორც მარცხნივ, ისე მარჯვნივ იწვევს ფრაქციების გამოსავლიანობის მკვეთრ შემცირებას (ნახ.2,3).

ანალოგიური სახით ჩატარდა მოცვის, ანწლის და ასკილის ჰაერმშრალი ნაყოფების დისპერგირება პლანეტარული ტიპის AFO-2 აქტივატორზე.

მექანიკური აქტივაცია მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის პროცესის ხანგრძლივობას ამცირებს 10-15-ჯერ. ამ დროს ლიპიდური ფრაქციის გამოსავლიანობა იზრდება 3-4-ჯერ, ხოლო ჰიდროფილურის - 2-3-ჯერ.

ნანოდისპერგირებული მცენარეული ნედლეულიდან ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტების აბსორბცია ასევე სწრაფად და სრულად მოხდება ადამიანის ფიზიოლოგიურ სითხეებში. შესაბამისად, გაიზრდება სამკურნალო საშუალების ფარმაკოთერაპევტული ეფექტი.

3.2. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა მცენარულ ნედლეულში.

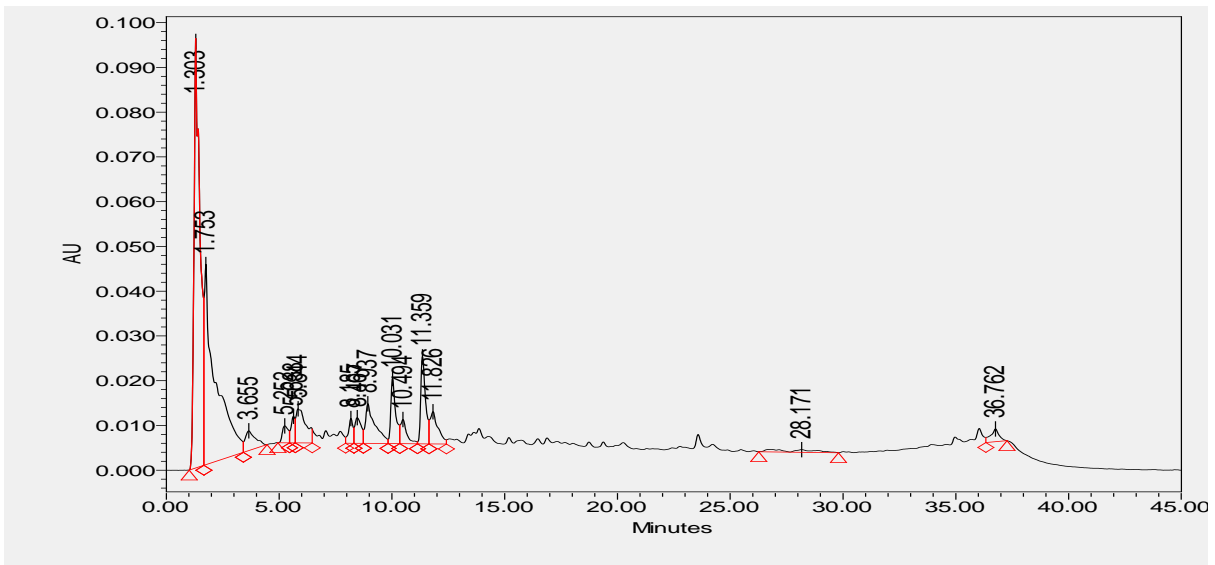
3.2.1. ორსახლიანი ჭინჭრის ქრომატოგრაფიული ანალიზი. კვლევის მიზანია დასავლეთ საქართველოს მთიან რაიონებში, კერძოდ რაჭის რეგიონში გავრცელებული ორსახლიანი ჭინჭრის ფითლების ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების რაოდენობრივი და თვისობრივი შემცველობის გამოკვლევა.

ფლავონოლების, კატექინების, ლეიკოანტოციანების და ფენოლკარბონმჟავების კვლევისათვის წინასწარ გამომშრალი და დისპერგირებული ნიმუშის ექსტრაქცია ხდებოდა 70 %-იანი ეთანოლით 70-80°C ტემპერატურის პირობებში. მიღებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით.

რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა შესაბამისი რეაგენტები და მათი შემცველობა განისაზღვრა სპექტრალური მეთოდით სტანდარტული ნაერთებით საკალიბრო მრუდის აგებით, ფლავონოლებისათვის - რუთინზე (400 ნმ), ანტოციანებისათვის - ციანიდინზე (550 ნმ), ფენოლკარბონმჟავებისათვის - კოფეინის მჟავაზე (325 ნმ) [107].

ფლავონოიდური გლიკოზიდებისა და ფენოლკარბონმჟავების თვისობრივი განსაზღვრა ჩავატარეთ მაღალი წნევის სითხურ ქრომატოგრაფზე Waters (USA), Waters HPLC system equipped with a model 525 pump; ქრომატოგრაფიული სვეტი - C₁₈ – 4,6x150 Symmetry; დეტექტირება - ანტოციანებისათვის 510 ნმ, ფლავონოლებისათვის 360 და 370 ნმ-ზე, ფენოლკარბონმჟავებისათვის 280 ნმ-ზე. მოძრავი ფაზას წარმოადგენდა - 5%-იანი ჟიანჟველმჟავა (A) და მეთანოლი (B), ხაზობრივი გრადიენტი. ასკორბინის მჟავას დეტექტირება ხდებოდა 254 ნმ, მოძრავი ფაზას წარმოადგენდა 20%-იანი მეთანოლი, pH 2,6. გამხსნელის სიჩქარე - 0,7მლ/წთ-ში, საკვლევი ნიმუშის რაოდენობა 20 µl [39].

ნახ. 4 წარმოდგენილია ორსახლიანი ჭინჭრის ფითლების ფენოლკარბონმჟავების მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრამა, ხოლო ცხრ. 4 მოყვანილია ფენოლკარბონმჟავების ქრომატოგრაფიული დახასიათება.



ნახ. 4 . ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების ფენოლკარბონმჟავების მწს ქრომატოგრამა, დეტექტირება 280 ნმ - ქლოროგენის მჟავა; კოფეინის მჟავა; ეპიკატეჟინი; რუთინი.

სტატისტიკური დამუშავება - ანალიზის შედეგების მათემატიკური დამუშავება ტარდებოდა $P < 0,05$ სიზუსტით [41].

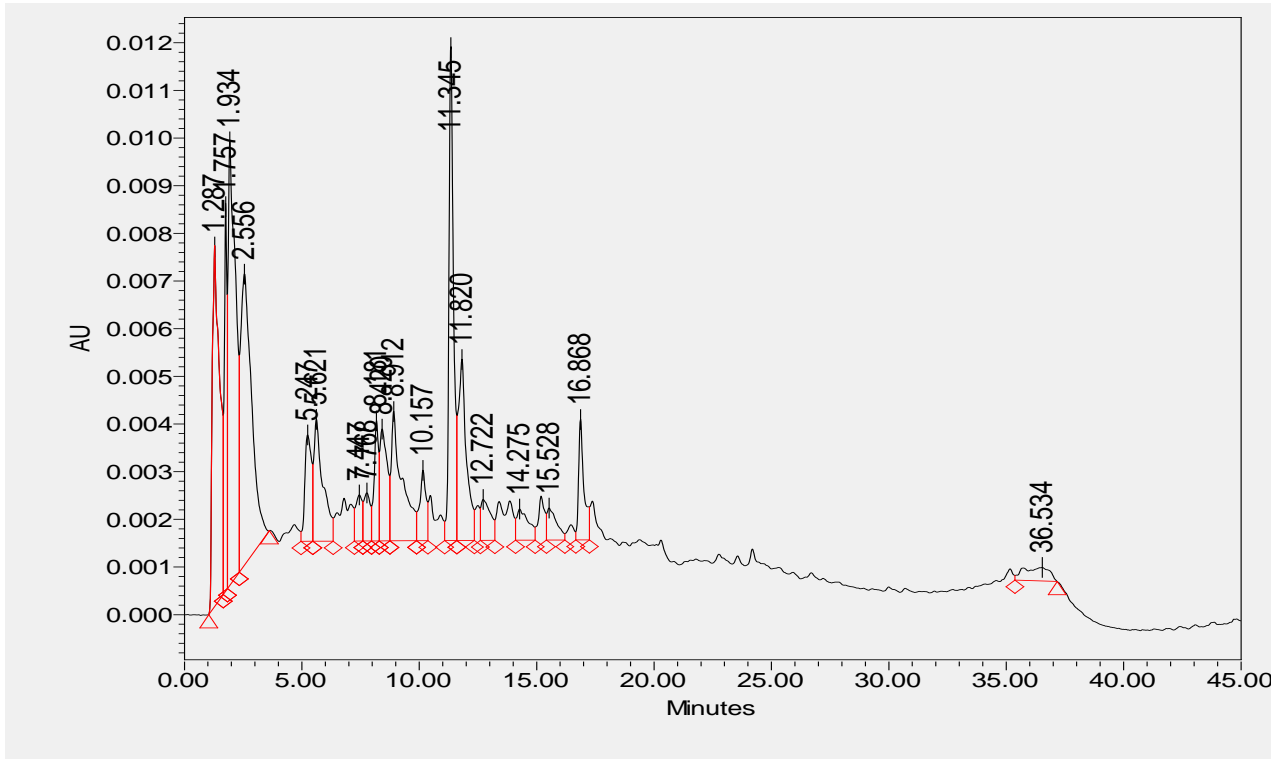
ცხრილი 4

ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების ფენოლკარბონმჟავების ქრომატოგრაფიული დახასიათება

№	ნიმუშის დასახელება	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობი ს %	სიმაღლე
1		1.303	1785433	34.19	95631
2		1.753	1535630	29.41	44734
3		3.655	138960	2.66	4437
4	ეპიკატეჟინი	5.252	69367	1.33	3784
5	კოფეინის მჟავა	5.638	70130	1.34	5963
6		5.844	234560	4.49	7634
7		8.185	75374	1.44	5556
8		8.467	113056	2.17	5741
9		8.937	264144	5.06	8877
10		10.031	220275	4.22	14599
11		10.494	104550	2.00	5418
12	ქლოროგენის მჟავა	11.359	289950	5.55	19560
13	რუთინი	11.826	178212	3.41	7225
14		28.171	66666	1.28	597
15		36.762	75131	1.44	2881

ორსახლიანი ჭინჭრის მშრალი ფოთლების ქრომატოგრაფიით იდენტიფიცირებულია ფენოლური ჯგუფის 10-მდე ნივთიერება, რომლებიც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სხვადასხვა კლასს განეკუთვნებიან [103-106].

ნახ. 5 წარმოდგენილია ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების ფენოლური ნაერთების მწს ქრომატოგრამა.

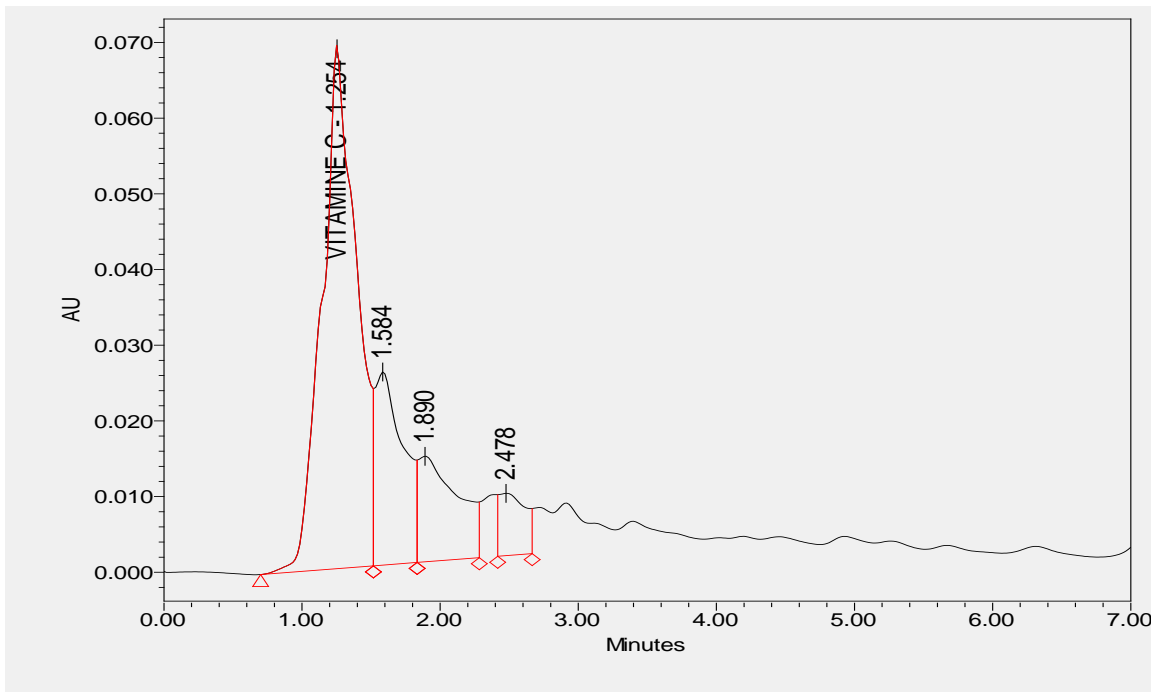


ნახ. 5. ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების ფენოლური ნაერთების მწს ქრომატოგრამა, დეტექტირება 360 ნმ

- იზორამნეტინი-3-რუტინოზიდი; კვერცეტინი-5გლუკოზიდი; იზოკვერცეტინი; რუტინი.

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლებში დიდი რაოდენობითაა აღმოჩენილი L-ასკორბინის მჟავა (ვიტამინი C). დეტექტირება ხდებოდა 254 ნმ, მოძრავ ფაზას წარმოადგენდა 20 %-იანი მეთანოლი, pH 2,6.

ნახ. 6 წარმოდგენილია ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების ასკორბინის მჟავის მწს ქრომატოგრამა, ხოლო ცხრ. 5 ასკორბინის მჟავის ქრომატოგრაფიული დახასიათება.



ნახ.6. ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების მწს ქრომატოგრამა, დეტექტირება 254 ნმ - ასკორბინის მჟავა

ცხრილი 5

ორსახლიანი ჭინჭრის ფოთლების L-ასკორბინის მჟავას (ვიტამინი C) ქრომატოგრაფიული დახასიათება

	№	ნიმუშის დასახელება	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %
1		ვიტამინი C	1.254	1201970	61.58
2			1.584	365054	18.70
3			1.890	275749	14.13
4			2.478	108988	5.58

ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების ქრომატოგრაფიით შესწავლილია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. აღმოჩენილია ასკორბინის მჟავა 260 მგ%-მდე, რაც ბევრად აღემატება უმრავლეს სამკურნალწამლო მცენარეში არსებული ასკორბინის მჟავის რაოდენობას. ასევე გამოვლენილია კაროტინოიდები, ფენოლური ნაერთები რუთინის, ქლოროგენის მჟავის, კვერცეტინი-5გლუკოზიდის, იზორამნეტინი-3-რუტინოზიდის სახით. იდენტიფიცირებულია ამინომჟავების ფართო სპექტრი. ნედლეულის სათანადო დამუშავების შემდეგ ნივთიერებათა შემადგენლობა და კონცენტრაცია უმნიშვნელოდ იცვლება.

3.2.2. მოცვის ქრომატოგრაფიული ანალიზი. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა დასავლეთ საქართველოს მთიანეთში, კერძოდ რაჭის რეგიონში გავრცელებული ველურად მზარდი მოცვის *Vaccinium myrtillus* L ნაყოფის ფენოლური ნაერთების (ანტოციანები, ფლავონოლები, კატექინები, ლეიკოანტოციანები, ფენოლკარბონმჟავები) რაოდენობრივი და თვისობრივი შემცველობა, დაგვედინა ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების გადამუშავების შემდგომი ცვალებადობა.

მოცვის ნიმუშების აღება ხდებოდა სამომხმარებლო სიმწიფის ეტაპებზე. შესაბამისად ამავე ეტაპებზე მომზადდა ექსტრაქტები და ჩატარდა ზოგიერთი ფენოლური ნაერთის თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევები სპექტრალური და მწსქ მეთოდებით.

ფლავონოლების, კატექინების, ლეიკოანტოციანების და ფენოლკარბონმჟავების კვლევისათვის ნიმუშის ექსტრაქცია ხდებოდა 70 %-იანი ეთანოლით 70-80°C ტემპერატურის პირობებში. ანტოციანების რაოდენობრივი ანალიზისათვის საკვლევი ნიმუშის ექსტრაქცია მიმდინარეობდა შემჟავებული ეთანოლით (3 % მარილმჟავით). ანტოციანების ექსტრაქციის მიზნით საუკეთესოა ექსტრაგენტისა და ნიმუშის დაყოვნება 15-18°C პირობებში. ანტოციანების საკვლევი ხსნარის მისაღებად ნიმუშს ვაქუცმაცებდით და ვამატებდით 40%-იან ეთანოლს, რომლის შემჟავება ხდებოდა 1%-იანი მარილმჟავით ან ლიმონმჟავით, ნიმუშისა და ექსტრაგენტის თანაფარდობა 1:10. ექსტრაქციის ხანგრძლივობა 24 საათი, ოთახის ტემპერატურაზე. რაოდენობრივი ანალიზისათვის თანაფარდობა შეადგენდა 1:50. მიღებულ ექსტრაქტებს ვფილტრავდით.

რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნა შესაბამისი რეაგენტები და ნივთიერებათა შემცველობა განისაზღვრა სპექტრალური მეთოდით სტანდარტული ნაერთებით საკალიბრო მრუდის აგებით, ფლავონოლებისათვის - რუთინზე (400 ნმ), კატექინებისათვის - (+) კატექინზე (500 ნმ), ლეიკოანტოციანებისათვის - ციანიდინზე (550 ნმ), ფენოლკარბონმჟავებისათვის - კოფეინის მჟავაზე (325 ნმ), ანტოციანებისათვის ციანიდინ-3-გლუკოზიდ ქლორიდზე გადაანგარიშებით (528 ნმ) [25].

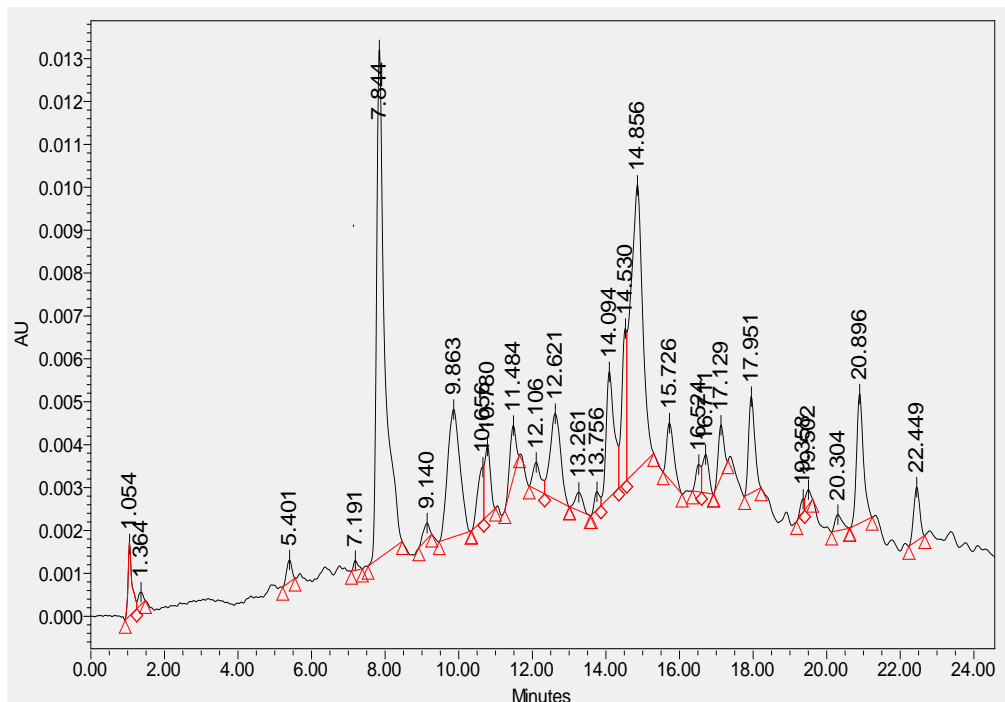
ანტოციანების, ფლავონოიდური გლიკოზიდებისა და ფენოლკარბონმჟავების თვისობრივი განსაზღვრა ჩავატარეთ მაღალი წნევის სითხურ ქრომატოგრაფზე Waters (USA), Waters HPLC system equipped with a model 525 pump; ქრომატოგრაფიული სვეტი - C₁₈ - 4,6x150 Symmetry; დეტექტირება - ანტოციანებისათვის 510 ნმ, ფლავონოლებისათვის 360 და 370 ნმ-ზე, ფენოლკარბონმჟავებისათვის 280 ნმ-ზე.

მოძრავი ფაზას წარმოადგენდა - 5%-იანი ჟიანჭველმჟავა (A) და მეთანოლი (B), ხაზობრივი გრადიენტი. ასკორბინის მჟავას დეტექტირება ხდებოდა 254 ნმ, მოძრავი ფაზას წარმოადგენდა 20 %-იანი მეთანოლი, pH 2,6. გამხსნელის სიჩქარე - 0,7მლ/წთ-ში, საკვლევი ნიმუშის რაოდენობა 20 μ ლ.

სტატისტიკური დამუშავება - ანალიზის შედეგების მათემატიკური დამუშავება ტარდებოდა $P < 0,05$ სიზუსტით.

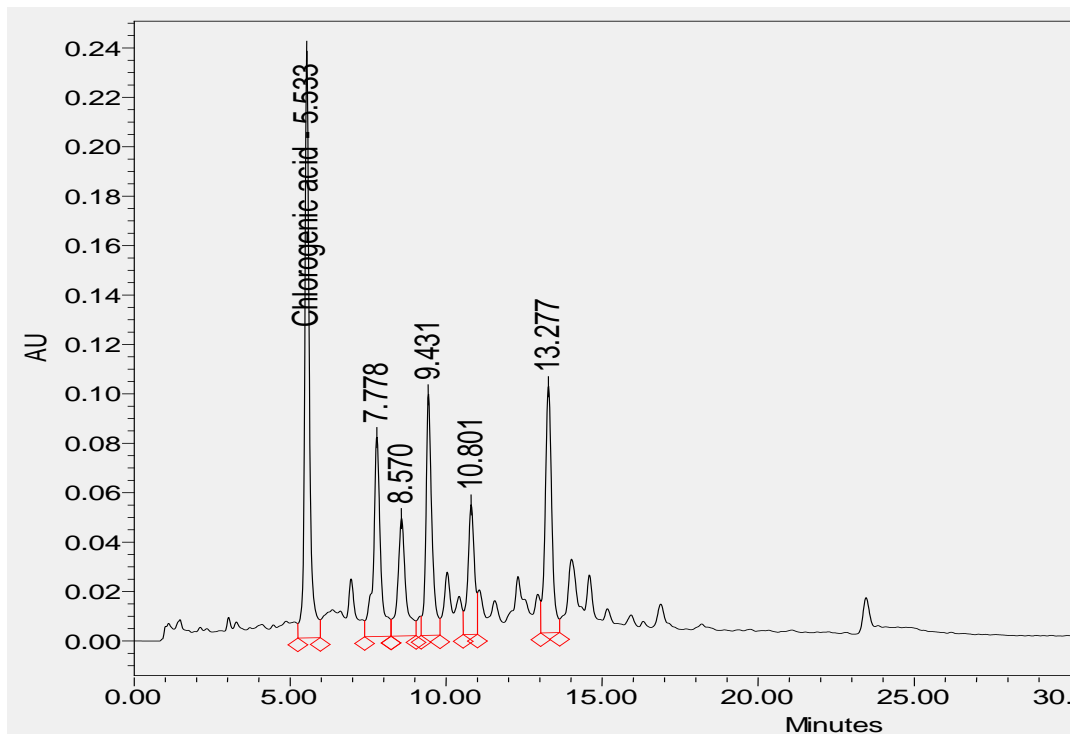
მოცვი, როგორც საკვებად და გადასამუშავებლად ვარგისი კენკრა, ფასდება მასში ფენოლურ ნაერთთა (ანტოციანები, ქლოროგენის მჟავა) მაღალი შემცველობის გამო, რაც ასევე მის სამკურნალო ეფექტსაც ზრდის [29].

მოცვის ნაყოფის თვისობრივი ანალიზის შედეგები (ქრომატოგრამები) მოცემულია ნახ. 7, 8, 9.



ნახ. 7. მოცვის ფლავონოლების მწს ქრომატოგრამა, დეტექტირება 360 ნმ
 - კვერცეტინ-3-გალაქტოზიდი (9,48წთ)
 - კვერცეტინ-3-გლუკოზიდი (14,27წთ)

მოცვის ნაყოფის ფლავონოლებიდან იდენტიფიცირებული იქნა კვერცეტინ-3-გალაქტოზიდი (9,48წთ) და კვერცეტინ-3-გლუკოზიდი (14,27წთ) (ნახ.7).

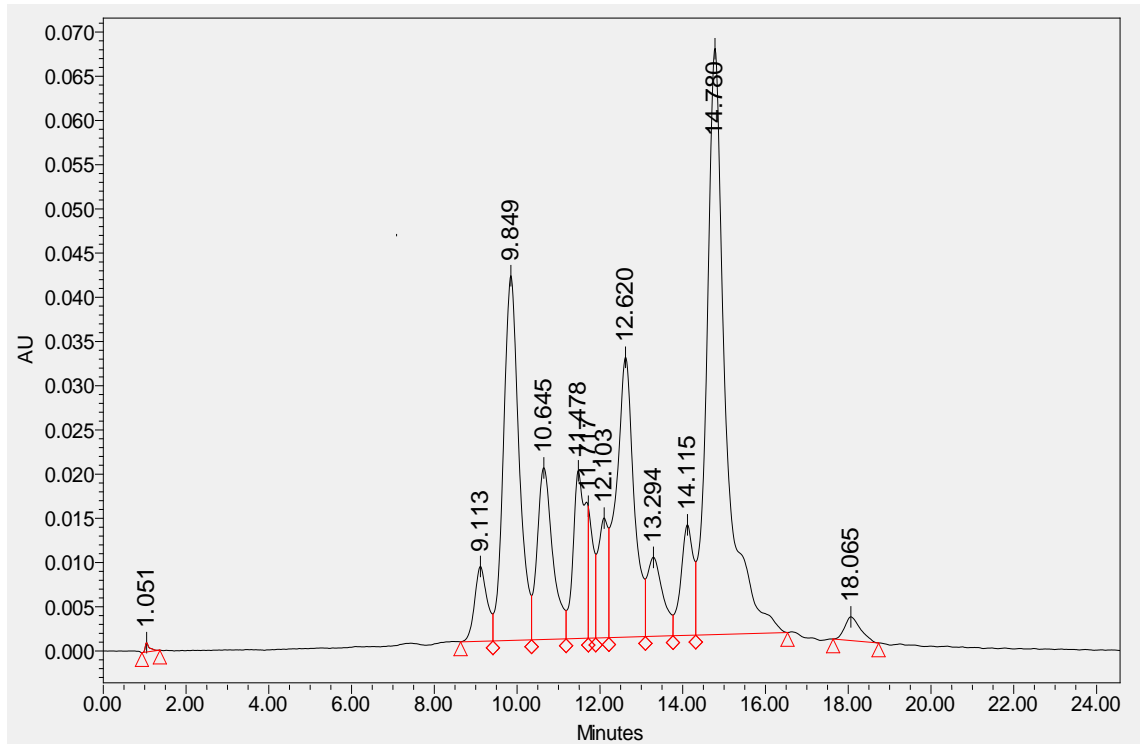


ნახ. 8. მოცვის ფენოლკარბონმჟავების მწს ქრომატოგრამა,
დეტექტირება 280 ნმ
- ქლოროგენის მჟავა

რაც შეეხება ფენოლურ მჟავებს, ისინი მცენარეში წარმოდგენილი არიან როგორც თავისუფალი, ისე შეკავშირებული ფორმით [101,102]. ფენოლკარბონმჟავებიდან, როგორც მოსალოდნელი იყო, დომინირებს მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობის მქონე ქლოროგენის მჟავა, რომელიც მათი საერთო შემცველობის მესამედზე მეტითაა წარმოდგენილი (ნახ.8).

მოცვის ნაყოფის ანტოციანებიდან დომინანტ ნივთიერებას წარმოადგენენ პეტუნინდინის, დელფინიდინის და მალვინიდინის გალაქტოზიდები (ნახ.9). ფენოლური ნაერთების შემცველობა მოცვის ნაყოფში დამოკიდებულია სიმწიფის ეტაპსა და გადამმუშავების პირობებზე [30,94,95].

კვლევებით დადგენილია ფლავონოლების, კატექინების და ლეიკოანტოციანების რაოდენობის მაჩვენებლები მოცვის სამომხმარებლო სიმწიფის ნაყოფში და ჰაერმშრალ ნაყოფში. დადასტურებულად შეიძლება ვთქვათ, რომ გაშრობის დროს ჩამოთვლილი ფენოლური ნაერთების შემცველობა მცირდება [38,39].



ნახ. 9. მოცვის ანტოციანების მწს ქრომატოგრამა, დეტექტირება 510 ნმ,~.

- დელფინიდინ-3-გალაქტოზიდი (9,849 წთ)
- პეტუნიდინ-3-გალაქტოზიდი (12,620 წთ)
- მალვიდინ-3-გალაქტოზიდი (14,7 წთ)

კვლევებით დადგენილი იქნა, რომ რაოდენობრივი თვალსაზრისით მოცვის მწიფე ნედლ ნაყოფში ანტოციანები ბევრად აღემატება ფლავონოლების შემცველობას. მშრალ ნაყოფში ეს მაჩვენებელი რამდენადმე კლებულობს, თუმცა შრობის შერჩეული რეჟიმით შესაძლებელია ანტოციანების რაოდენობა მაქსიმალურად იქნას შენარჩუნებული (90 %-მდე), რაც პრეპარატებში მშრალი მასის უშუალოდ გამოყენების საშუალებას იძლევა [99].

ცხრ. 6. მოცემულია ფლავონოლების, კატექინების და ლეიკოანტოციანების შემცველობის რაოდენობრივი მაჩვენებლები მოცვის სამომხმარებლო სიმწიფის ნაყოფში და ჰაერმშრალ ნაყოფში.

ცხრილი 6

ფლავონოიდების შემცველობა ნედლ და გამშრალ მოცვის ნაყოფში

ნიმუშის აღების ადგილი	მოცვის ნაყოფი	ფლავონოლები მგ/კგ 70% C ₂ H ₅ OH		კატეჟინები მგ/კგ 70% C ₂ H ₅ OH		ლეიკოანტოციანები მგ/კგ, 70% C ₂ H ₅ OH	
		ნედლ მასაზე	მშრალ მასაზე	ნედლ მასაზე	მშრალ მასაზე	ნედლ მასაზე	მშრალ მასაზე
Vaccinium myrtillus (რაჟა)	მწიფე ნედლი ნაყოფი	842,53	3370,12	62,85	251,40	125,07	500,28
	მშრალი ნაყოფი	855,34	1069,18	64,04	80,05	97,64	122,05

ნაყოფის გაშრობის შედეგად ნაყოფში იცვლება ფენოლკარბონმჟავების და ანტოციანების რაოდენობაც [100]. ცხრ. 7 და ცხრ. 8 წარმოდგენილია მოცვის სამომხმარებლო სიმწიფის ნაყოფში და ჰაერმშრალ ნაყოფში ფენოლკარბონმჟავების და ანტოციანების რაოდენობის მაჩვენებლები.

ცხრილი 7

ფენოლკარბონმჟავების შემცველობა ნედლ და გამშრალ მოცვის ნაყოფში

ნიმუშის აღების ადგილი	მოცვის ნაყოფი	ფენოლკარბონმჟავები მგ/კგ-ში 70% C ₂ H ₅ OH	
		ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით	მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით
Vaccinium myrtillus (რაჟა)	მწიფე ნედლი ნაყოფი	1556,92	6227,68
	მშრალი ნაყოფი	1603,1	2003,875

ანტოციანების შემცველობა მოცვის ნედლ და მშრალ ნაყოფში

ნიმუშის ადგილი	აღების მაყვალის ნაყოფი	ანტოციანები მგ/კგ-ში 3%HCl 40% C ₂ H ₅ OH	
		ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით	მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით
Vaccinium myrtillus L (რაჭა)	მწიფე ნედლი ნაყოფი	4583,53	18334,12
	მშრალი ნაყოფი	4639,16	5798,95

რაჭის რეგიონში გავრცელებული მოცვის *Vaccinium myrtillus L* ნაყოფის ანტოციანების, ფლავონოიდური გლიკოზიდების და ფენოლკარბონმჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობის შესწავლით დადგენილ იქნა, რომ *Vaccinium myrtillus L* ნაყოფში ფენოლკარბონმჟავები წარმოდგენილია ძირითადად ქლოროგენის მჟავას სახით, რომლიც ნარჩუნდება ნაყოფის გაშრობის შემდგომ და წარმოებულ პრეპარატში [103].

ფლავონოიდური გლიკოზიდებიდან იდენტიფიცირებულია კვერცეტინ-3-გალაქტოზიდი და კვერცეტინ-3-გლუკოზიდი, რომლებიც ნაყოფის გადამუშავებისას ძირითადად შენარჩუნებულია.

დადგენილია, რომ მოცვის ნაყოფში წარმოდგენილ ფენოლურ ნაერთთაგან ყველაზე მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი კატექინები, ლეიკოანტოციანები და ფლავონოიდური გლიკოზიდები.

მოცვის ნაყოფში ფენოლურ ნაერთთა შორის დომინანტ ნივთიერებას წარმოადგენს ანტოციანური პიგმენტები, რომლებიც 50%-მდეა შენარჩუნებული გადამუშავების დროს..

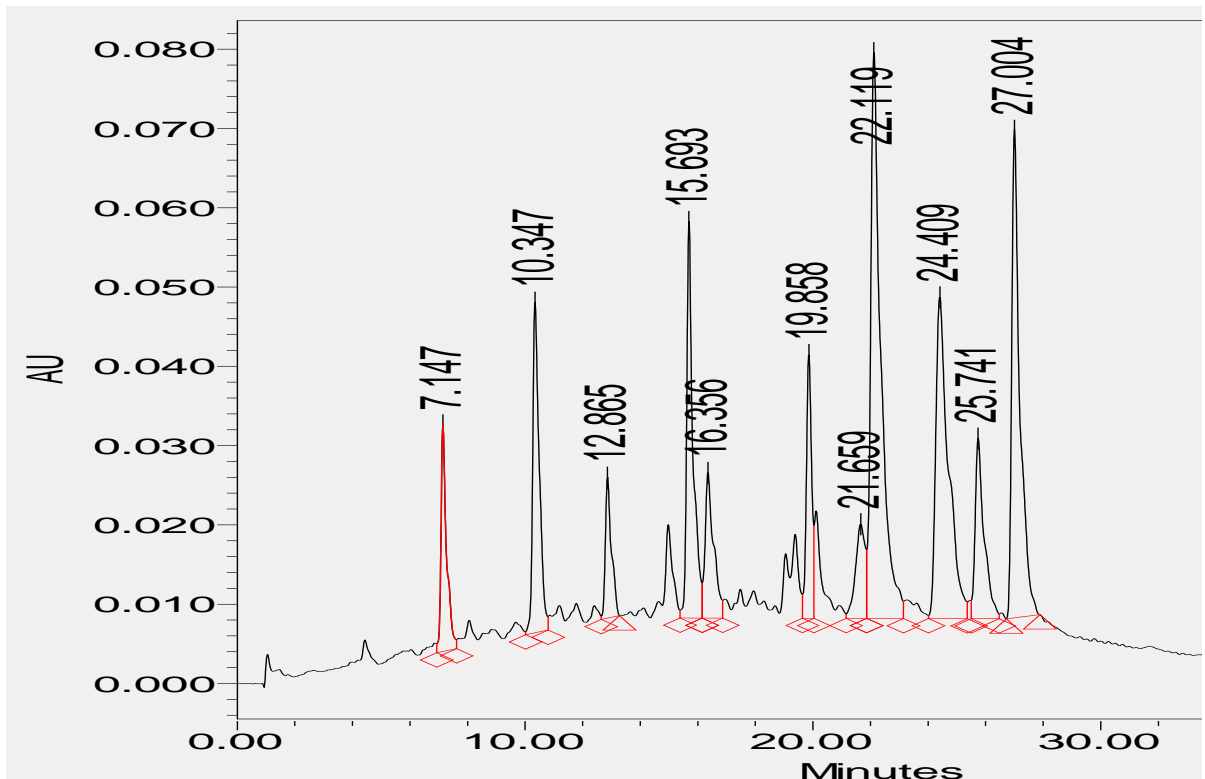
3.2.3. ანწლის ქრომატოგრაფიული ანალიზი. ჩვენი სამუშაოს მიზანია რაჭის მთიანეთში აღებული ანწლის - *Sambucus edulus* ნაყოფის ფლავონოიდური გლიკოზიდებისა და ანტოციანების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემცველობის განსაზღვრა [108,112].

ნიმუშის მოსამზადებლად 5-10 გრ ნედლ ნაყოფს ემატება 100 მლ ეთანოლი (დამატებულია 3% მარილმჟავა ან სხვა ორგანული მჟავა). ანწლის ნაყოფიდან ანტოციანების ექსტრაქციის მიზნით საუკეთესოა ექსტრაგენტისა და ნიმუშის დაყოვნება

15-18°C პირობები.

ნიმუშის თვისობრივი ანალიზისათვის ვიყენებდით გრადიენტულ ქრომატოგრაფს -Waters (USA), uv/visible Detector 2489, Binary HPLC Pump1525, ქრომატოგრაფიული სვეტი Symmetry C18, დეტექტირება 510 ნმ-ზე. მოძრავი ფაზა 5 %-იანი ჟიანჭველმჟავა (A) და მეთანოლი (B), ხაზობრივი გრადიენტი, გამხსნელის სიჩქარე 1მლ/წთ-ში საკვლევი ნიმუშის რაოდენობა 20µლ.

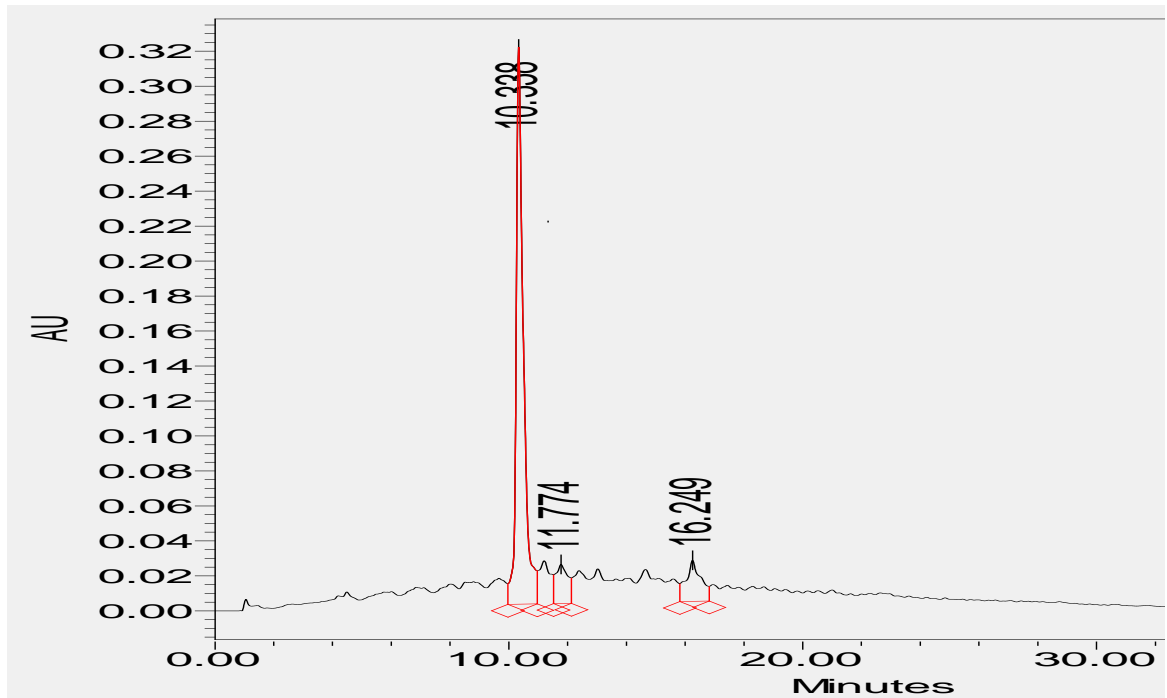
ქრომატოგრაფირებით დასტურდება, რომ ანწლის ნაყოფში სულ მცირე 10 ნაერთია, რომელიც 370 ნმ-ზე დეტექტირდებიან. მათ შორის დომინირებული პიკი 4-ია (შეკავების დრო 22.119 წთ, მთელი ფართობის 22,5 %, სავარაუდოდ რუთინი). ეს ნაერთი გამოყოფილია სუფთა სახით და გრძელდება შემდგომი იდენტიფიკაცია (ნახ.10)



ნახ. 10. ანწლის ფლავონოიდური გლიკოზიდების მწსქ, დეტექტირება 370 ნმ

- რუთინი
- კვერცეტინ-3-0-გლიკოზიდი
- კვერცეტინ-3-0-რუთინოზიდი
- სამბუნიგრინ

ანტოციანებიდან (დეტექტირება 510 ნმ-ზე) დომინირებს, სავარაუდოდ, ციანიდინის გლიკოზიდი (შეკავების დრო 10.338, ფართობის 78.42 %) (ნახ. 11).



ნახ. 11 . ანწლის ნაყოფის ანტოციანების მწსქ, დეტექტირება 510 ნმ
 - ციანიდინ-3-გლიკოზიდი
 - ციანიდინ-3-გლიკოზიდი-5-სამბუბიოზიდი

ცხრ. 9 მოცემულია ფლავონოიდების, ანტოციანების და კატექინების შემცველობის რაოდენობრივი მაჩვენებლები ანწლის მწიფე ნაყოფში.

ცხრილი 9

ანწლის ნაყოფში ფენოლური ნაერთების შემცველობა

ნიმუშის დასახელება		ფენოლური ნაერთები მგ/კგ			
		ანტოციანები	ლეიკოანტოციანები	კატექინები	ფლავონოიდები
ანწლის ნედლი ნაყოფი	ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით	244,32	74,2	61,4	78
	მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით	1110,54	337,27	279,09	289
ანწლის მშრალი ნაყოფი	ნედლ მასაზე გადაანგარიშებით	780,7	235,2	197,2	209
	მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით	950,3	268,5	210,2	220,5

კვლევებით დადასტურებულია, რომ ანწლის ნაყოფი მდიდარია ფენოლური ნაერთებით, მათ შორის დომინირებადი ბუნებრივია ანტოციანებია (1110,54 მგ/კგ-ზე მეტი). აღსანიშნავია, რომ ანტოციანების შემცველობა ბევრად აღემატება სხვა სახის ფენოლური ნაერთების რაოდენობას და პრაქტიკულად უცვლელად შეიძლება შევინარჩუნოთ ნაყოფის გამრობის შემდეგ [29,98,109].

ანწლის ნაყოფის ანტოციანები ძლიერი ანტიოქსიდანტური თვისებებით ხასითდებიან და ანეიტრალენ თავისუფალი რადიკალების მავნე მოქმედებას. ხასიათდებიან ფერის მაღალი ინტენსივობით, მდგრადი არიან დამჟანგველების, ტემპერატურის ცვალებადობის და მჟავიანობის ცვლილებების მიმართ. თუმცა ანწლის ნედლეულად გამოყენების დროს გარკვეული სიფრთხილე გვმართებს მის ნაყოფში ტოქსიური ეფექტის მქონე გლიკოზიდ სამბუნგრინის შემცველობის გამო.

3.2.4. ასკილის ქრომატოგრაფიული ანალიზი. სამუშაოს მიზანს შეადგენდა საქართველოში, კერძოდ რაჭის მთიანეთში გავრცელებული ასკილის - *Rosa canina* ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების კვლევა მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფირებით.

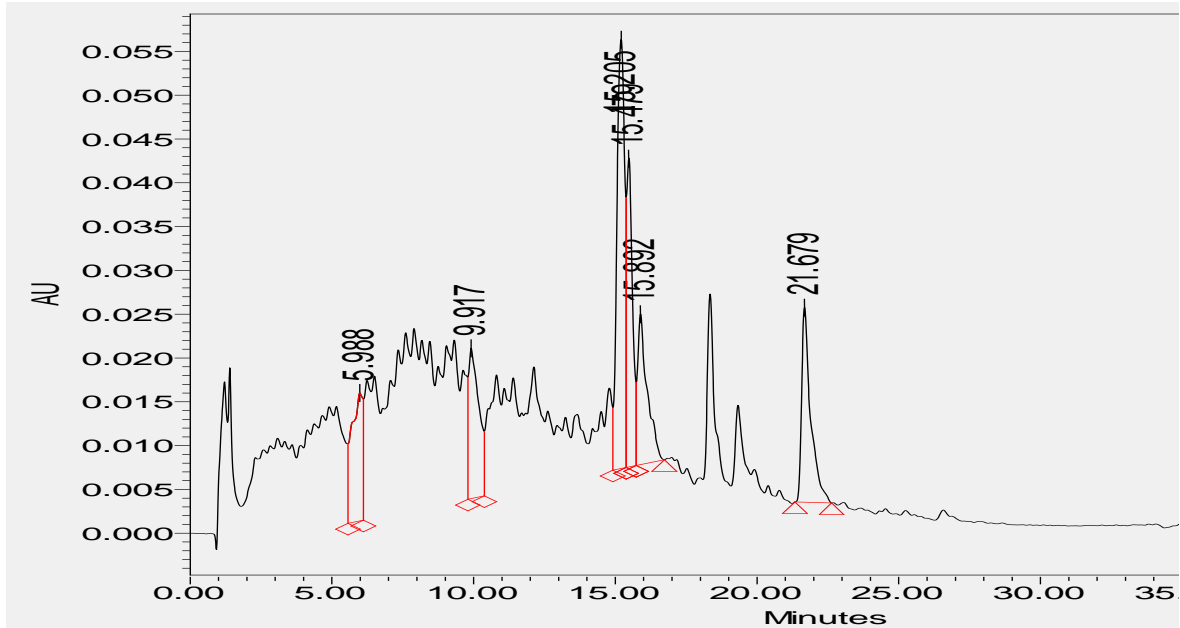
ნიმუშის მოსამზადებლად 5-10 გრ მშრალ და გასუფთავებულ ნაყოფის რბილობს ემატება 100 მლ ეთანოლი (ანტოციანებისათვის დამატებულია 3 % მარილმჟავა ან სხვა ორგანული მჟავა). ასკილის ნაყოფში ასკორბინის მჟავას (ვიტამინი C) განსასაზღვრავად ნიმუში მუშავდებოდა გამოხდილი წყლით (თავისუფალი ასკორბინის მჟავა), ხოლო საერთო რაოდენობის განსაზღვრისთვის (თავისუფალი+ბმული ასკორბინის მჟავა) ხდებოდა მჟაუნმჟავათი შემჟავებული წყლით გამოწვლილვა.

ასკილის ნიმუშში ფენოლური ნაერთების თვისობრივი ანალიზისათვის ვიყენებდით გრადიენტულ ქრომატოგრაფს -Waters (USA), uv/visible Detector 2489, Binary HPLC Pump1525, ქრომატოგრაფიული სვეტი Symmetry C18, დეტექტირება 510 ნმ-ზე. მოძრავი ფაზა 5 %-იანი ჟიანჟველმჟავა (A) და მეთანოლი (B), ხაზობრივი გრადიენტი, გამხსნელის სიჩქარე 1მლ/წთ-ში საკვლევი ნიმუშის რაოდენობა 20 μ ლ.

ასკორბინის მჟავას (ვიტამინი C) დეტექტირება ხდებოდა 254 ნმ, მოძრავი ფაზას წარმოადგენდა 20 %-იანი მეთანოლი pH 2,6.

მწესქ მეთოდით განსაზღვრულია ასკილის ნაყოფის რბილობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. ნახ. 12 წარმოდგენილია ასკილის ნაყოფის

ფლავონოიდური გლიკოზიდების ქრომატოგრამა. დომინირებს კემპფეროლ-3-0-გლუკოზიდი (იზომერები).



ნახ. 12. ასკილის ფლავონოიდური გლიკოზიდების მწსქ, დეტექტირება 370 ნმ - კემპფეროლ-3-0-გლუკოზიდი

ცხრ. 10 მოცემულია ასკილის რბილობის ფლავონოიდური გლიკოზიდების ქრომატიგრაფიული დახასიათება.

ცხრილი 10

ასკილის ფლავონოიდური გლიკოზიდების ქრომატოგრაფიული დახასიათება

№	ნიმუშის დასახელება	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %
1		5.988	403034	12.66
2		9.917	437550	13.74
3	კემპფეროლ-3-0-გლიკოზიდი	15.205	928020	29.15
4		15.479	510937	16.05
5		15.892	409854	12.87
6		21.679	494333	15.53

ცხრ. 10 წარმოდგენილია ფენოლური ნაერთების რაოდენობა. კვლევებით დადგენილია, რომ ასკილის ნაყოფი საკმაოდ მდიდარია ფენოლური ნაერთებით (1800 მგ/კგ -მდე), რომელთა შემცველობა 80-90%-ით შენარჩუნებულია ნაყოფის სწორად

შერჩეული ტექნოლოგიით გაშრობის შემდგომ (1600 მგ/კგ-მდე). ანტოციანები შეინიშნება მხოლოდ წითლად შეფერილ ნაყოფებში. შესაბამისად ასეთ ნაყოფში ფენოლური ნაერთების ჯამური შემცველობაც გაცილებით მეტია. ფლავონოიდების საერთო შემცველობის 45%-მდე კემპფეროლ-3-0-გლუკოზიდითაა წარმოდგენილი.

ანტოციანების იდენტიფიკაცია კვლევის ამ ეტაპზე არ ჩატარებულა.

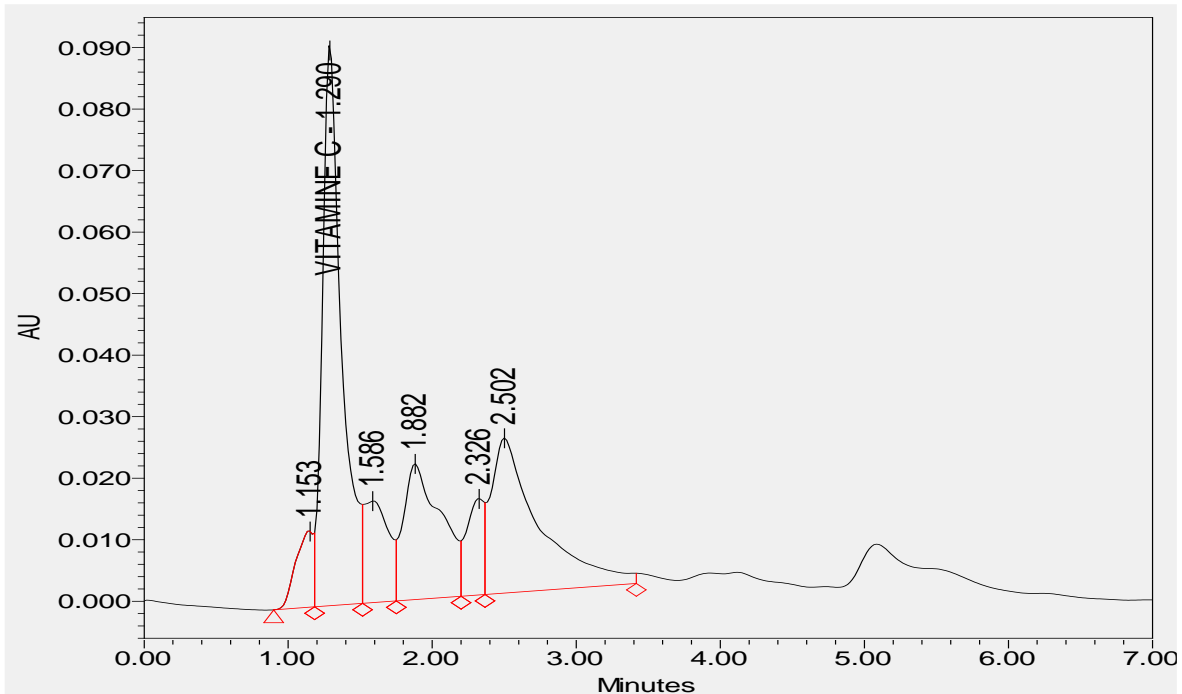
ცხრილი 11

ასკილის ნაყოფში ფენოლური ნაერთების შემცველობა

ასკილის ნაყოფის რბილობი	ფენოლური ნაერთები მგ/კგ					
	ფლავონოიდები		კატექინები		ანტოციანები	
	ნედლ მასაზე გადაანგარი შებით	მშრალ მასაზე გადაანგარი შებით	ნედლ მასაზე გადაანგარ იშებით	მშრალ მასაზე გადაანგა რიშებით	ნედლ მასაზე გადაანგა რიშებით	მშრალ მასაზე გადაანგა რიშებით
მწვანე მოყვითალო	90,53	251,47	11,73	32,5	-	-
მოყვითალო- ნარინჯისფერი	185,94	516,5	68,25	189,05	-	-
ნარინჯისფერი	111,56	309,88	236,6	655,4	540,0	1500,0
გამშრალი ნაყოფი	253,8	288,4	40,21	45,7	1174,27	1334,4

ასკილის ნაყოფში დიდი რაოდენობითაა სხვადასხვა ორგანული მჟავები, როგორცაა ფენოლკარბონმჟავები, ამინომჟავები, ლიმონმჟავა, ვაშლის მჟავა და სხვ. მაგრამ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ასკილის ნაყოფში L-ასკორბინის მჟავას (ვიტამინი C) შემცველობა. ასკორბინის მჟავას რაოდენობა მკვეთრად მერყეობს ასკილის სახეობის, შეგროვების ადგილის და დროის მიხედვით. აღსანიშნავია, რომ ასკილში არსებული ასკორბინის მჟავა მდგრადია და ნაყოფის გადამუშავებისას მისი რაოდენობა პრაქტიკულად შენარჩუნებულია.

ნახ. 13 წარმოდგენილია ასკილის ნაყოფის რბილობის ქრომატოგრამა.



ნახ. 13. ასკილის ნაყოფის მწსქ, დეტექტირება 274 ნმ
- ასკორბინის მჟავა

ცხრ. 12 ნაჩვენებია ასკილის ნაყოფის რბილობში ვიტამინი C ქრომატოგრაფიული დახასიათება.

ცხრილი12

ასკილის L-ასკორბინის მჟავას (ვიტამინი C) ქრომატოგრაფიული დახასიათება

№	ნიმუშის დასახელება	შეკავების დრო	ფართობი	ფართობის %	სიმაღლე	რაოდენობა	ერთეული
1		1.153	105662	4.64	12292		
2	ვიტამინი C	1.290	849680	37.31	91271	1550	მგ/გ
3		1.586	197467	8.67	16497		
4		1.882	401719	17.64	22068		
5		2.326	132187	5.81	15693		
6		2.502	590351	25.93	25206		

კვლევებით დადგენილია, რომ ჩვენს მიერ აღებულ ნიმუშში ასკორბინის მჟავას რაოდენობა აღწევს 1550 მგ/გ, რაც განაპირობებს მის მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ აქტიურობას [96,97].

3.3. მცენარეულ ნედლეულში რკინის რაოდენობის განსაზღვრა ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

წინასწარ დანაცრულ მასალაში რკინის შემცველობა განისაზღვრა ატომურ-აბსორბციული მეთოდით. (სამწუხაროდ ხელსაწყოზე 2 და 3 ვალენტის იონების დაყოფა არ მოხერხდა).

100 გ მშრალ მცენარეულ ნედლეულში ელემენტარული რკინის რაოდენობა წარმოდგენილია ცხრ. 13.

ცხრილი 13

რკინის შემცველობა 100მგ მშრალ მცენარეულ ნედლეულში

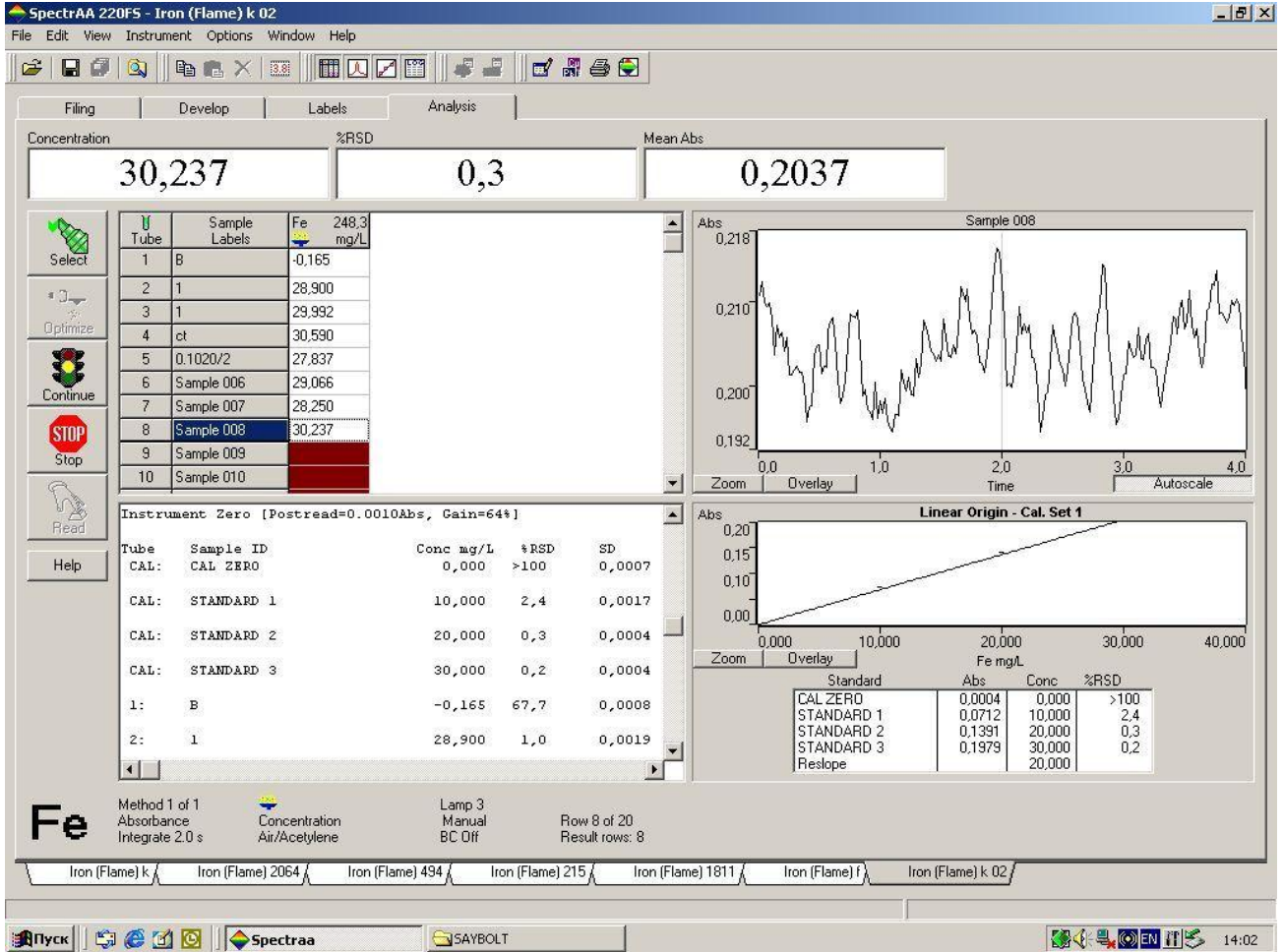
№	ნიმუშის დასახელება	ტენის შემცველობა, %	ნაცრის შემცველობა, %	რკინის შემცველობა, მგ/100გ,
1	ჭინჭარი ფოთოლი მშრალი	13,6	21,85	58,8
2	მოცვი ნაყოფი მშრალი	18,06	1,92	13,1
3	ანწლი ნაყოფი მშრალი	17,47	3,53	13,4

მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქტების წინასწარ დანაცრულ მასალაში რკინის შემცველობა წარმოდგენილია ცხრ. 14.

ცხრილი 14

რკინის შემცველობა 1 გ მცენარეული ნედლეულის მშრალ ექსტრაქტში

№	ნიმუშის დასახელება	ტენის შემცველობა, %	ნაცრის შემცველობა, %	რკინის შემცველობა, მგ/გ
1	ჭინჭრის ფოთლების ექსტრაქტი	15,6,	19,02	33,65
2	მოცვი ნაყოფის ექსტრაქტი	21,5	4,20	2,353
3	ანწლის ნაყოფის ექსტრაქტი	24,3	5,08	1,075



3.4. მცენარეული ნედლეულის და სამკურნალწამლო ფიტოპრეპარატების სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ანალიზი ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით

მცენარეული ნედლეულის და სამკურნალწამლო ფიტოპრეპარატების ფუნქციონალური ჯგუფების ანალიზისა და იდენტიფიკაციისათვის ფართოდ გამოიყენება ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდი. ის არკვევს მოლეკულათა აღნაგობის, მოლეკულათაშორისი და მოლეკულის შიგნით ურთიერთქმედებებს, ასევე საშუალებას იძლევა დავაფიქსიროთ ფუნქციონალური ჯგუფების ცვლილებები ქიმიური რეაქციების დროს.

მეთოდის საშუალებით ვხდება საკვლევი ნივთიერების სპექტროგრამაზე სპეციფიური შთანთქმის ზოლების დაფიქსირება ვალენტური კავშირებისა და ატომთა ჯგუფების განსაზღვრის მიზნით.

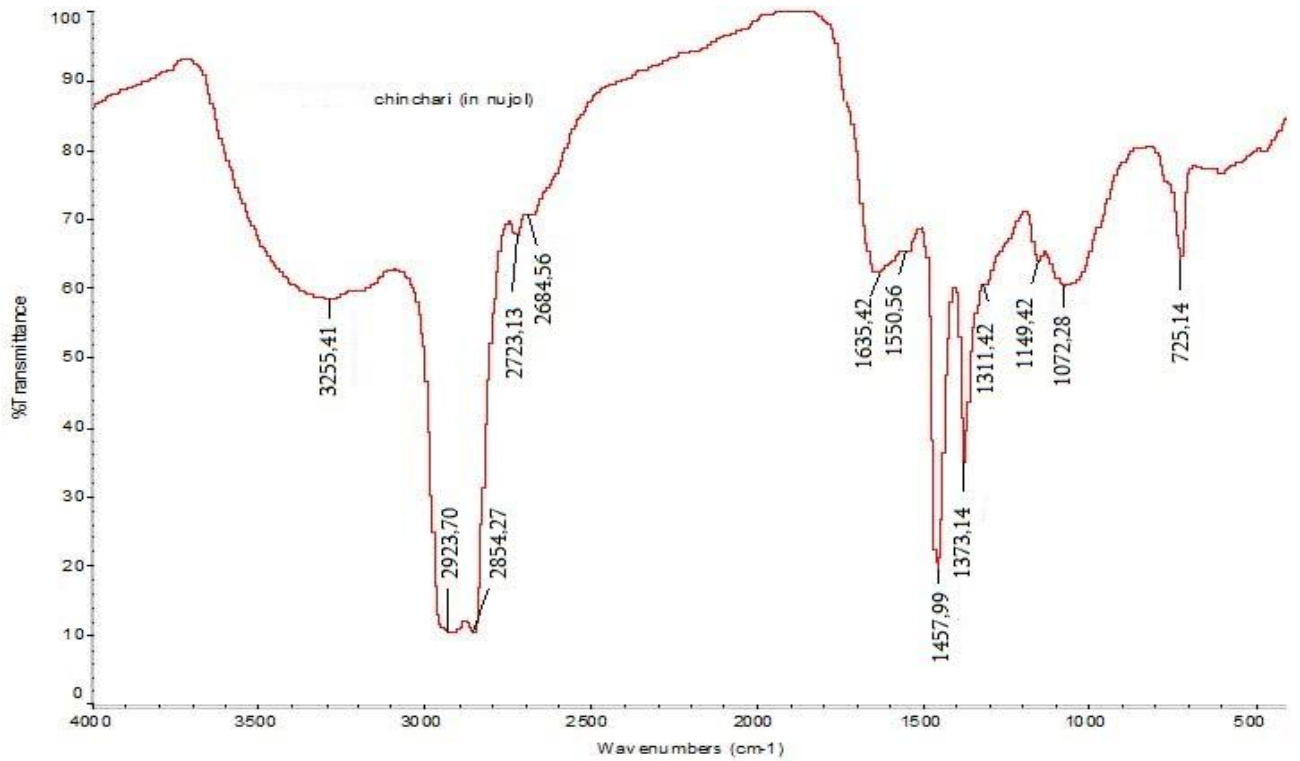
მრავალატომიანი მოლეკულების რხევით მოძრაობებში ერთდროულ მონაწილეობას ღებულობს ყველა ვალენტური კავშირი, თუმცა ნებისმიერი რთული რხევა შეიძლება დაიშალოს განსაზღვრული რაოდენობის მარტივ რხევებად. თითოეულ მარტივ რხევაში მონაწილეობას ღებულობს კონკრეტული ვალენტური კავშირი ან ატომთა ჯგუფი, რაც სპექტროგრამაზე აისახება შესაბამისი შთანთქმით ზოლით და ინტენსივობით [40].

3.4.1. მცენარეული ნედლეულის სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ანალიზი.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია ორსახლიანი ჭინჭრის მშრალი ექსტრაქტი. ნახ. 14-ზე წარმოდგენილია ჭინჭრის სპექტროგრამა. შესასწავლ სპექტრებში მაღალსიხშირულ არეში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 3255 სმ^{-1} შეესაბამება მჟავების დიმერებში შეკავშირებული - OH ჯგუფის ($\nu_{\text{O-H}}$) ვალენტურ რხევას; 2923 სმ^{-1} და 2854 სმ^{-1} შეესაბამება C-H ჯგუფის ($\nu_{\text{C-H}}$) ვალენტურ რხევებს; 2723 სმ^{-1} და 2684 სმ^{-1} შეესაბამება -C(O)H ალდეჰიდური ჯგუფის ($\nu_{\text{-C(O)H}}$) ვალენტურ რხევას.

საშუალო და დაბალსიხშირულ არეებში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1635 სმ^{-1} და 1550 სმ^{-1} შეესაბამება ამინომჟავების C =NH ჯგუფის ($\delta_{\text{C=NH}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1311 სმ^{-1} შეესაბამება - OH ჯგუფის ($\delta_{\text{-OH}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1149 სმ^{-1} შეესაბამება მარტივი ეთერების C-O-C ჯგუფის ($\delta_{\text{C-O-C}}$) დეფორმაციულ რხევებს; 1072 სმ^{-1} შეესაბამება C- O კავშირის ($\nu_{\text{C-O-C}}$) ვალენტურ რხევას.

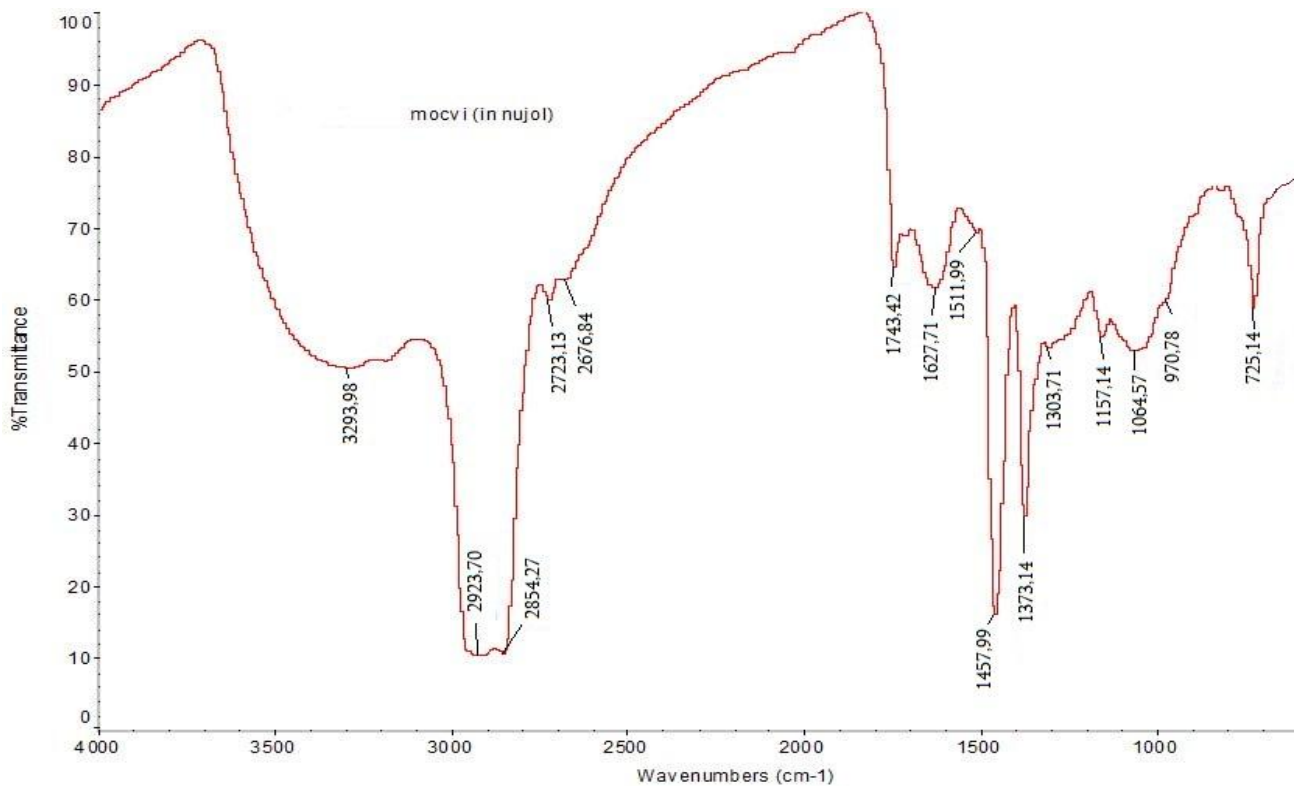
რადგან ნიმუშები გამზადებულია ვაზელინის ზეთზე, სპექტროგრამაზე იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1457 სმ^{-1} , 1373 სმ^{-1} და 725 სმ^{-1} , რომელიც შეესაბამება ვაზელინის ზეთის შთანთქმის სპექტრებს.



ნახ.14. ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების ექსტრაქტის სპექტროგრამა

ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია ლურჯი მოცვის მშრალი ექსტრაქტი. ნახ. 15-ზე წარმოდგენილია მოცვის სპექტროგრამა. შესასწავლ სპექტრებში მაღალსიხშირულ არეში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 3293 სმ⁻¹ შეესაბამება მჟავების დიმერებში შეკავშირებული - OH ჯგუფის (ν_{O-H}) ვალენტურ რხევას; 2923 სმ⁻¹ და 2854 სმ⁻¹ შეესაბამება C-H ჯგუფის (ν_{C-H}) ვალენტურ რხევებს; 2723 სმ⁻¹ და 2676 სმ⁻¹ შეესაბამება -C(O)H ალდეჰიდური ჯგუფის (ν_{C(O)H}) ვალენტურ რხევას.

საშუალო და დაბალსიხშირულ არეებში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1743 სმ⁻¹ შეესაბამება C = O კარბონილის ჯგუფის (δ_{C=O}) დეფორმაციულ რხევას; 1627 სმ⁻¹ და 1511 სმ⁻¹ შეესაბამება ამინომჟავების C -NH ჯგუფის (δ_{C - NH}) დეფორმაციულ რხევებს; 1303 სმ⁻¹ შეესაბამება არომატული ამინების C-N ჯგუფის (ν_{C-N}) ვალენტურ რხევას; 1157 სმ⁻¹ შეესაბამება მარტივი ეთერების C- O - C ჯგუფის (δ_{C-O-C}) დეფორმაციულ რხევებს; 1064 სმ⁻¹ შეესაბამება C- O კავშირის (ν_{C-O-C}) ვალენტურ რხევას; 970 სმ⁻¹ შეესაბამება ალკენების CH ჯგუფის (δ_{-CH}) ჩონჩხის რხევას.



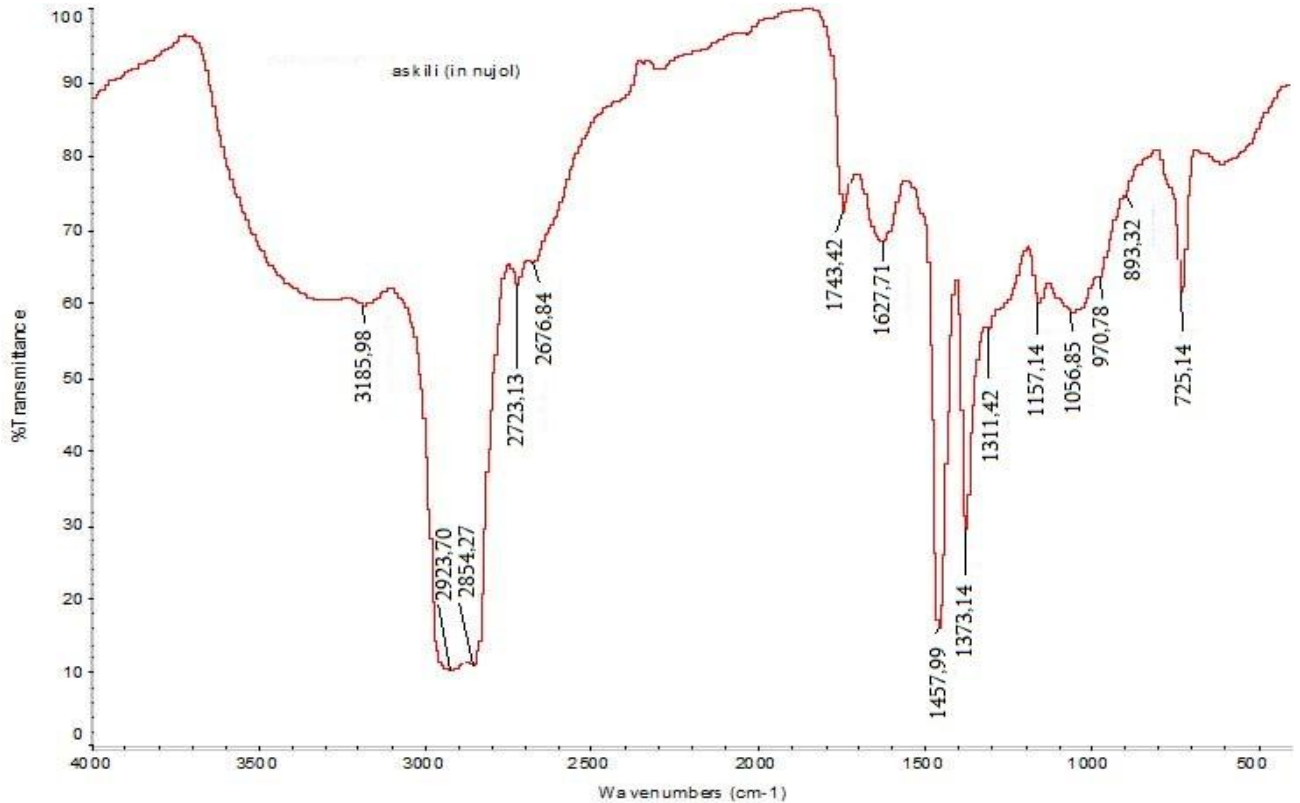
ნახ.15. მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფის ექსტრაქტის სპექტროგრამა

რადგან ნიმუშები გამზადებულია ვაზელინის ზეთზე, სპექტროგრამაზე იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1457 სმ^{-1} , 1373 სმ^{-1} და 725 სმ^{-1} , რომელიც შეესაბამება ვაზელინის ზეთის შთანთქმის სპექტრებს.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია ველური ასკილის ჰაერმშრალი მწიფე ნაყოფის დისპერგირებული რბილობი. ნახ. 16-ზე წარმოდგენილია ასკილის სპექტროგრამა. შესასწავლ სპექტრებში მაღალსიხშირულ არეში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 3185 სმ^{-1} შეესაბამება ფენოლის მოლეკულაში შეკავშირებული -OH ჯგუფის ($\nu_{\text{O-H}}$) ვალენტურ რხევას; 2923 სმ^{-1} და 2854 სმ^{-1} შეესაბამება C-H ჯგუფის ($\nu_{\text{C-H}}$) ვალენტურ რხევებს; 2723 სმ^{-1} და 2676 სმ^{-1} შეესაბამება -C(O)H ალდეჰიდური ჯგუფის ($\nu_{\text{C(O)H}}$) ვალენტურ რხევას.

საშუალო და დაბალსიხშირულ არეებში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1743 სმ^{-1} შეესაბამება C = O კარბონილის ჯგუფის ($\delta_{\text{C=O}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1627 სმ^{-1} შეესაბამება ამინომჟავების C -NH ჯგუფის ($\delta_{\text{C-NH}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1311 სმ^{-1} შეესაბამება -OH ჯგუფის ($\delta_{\text{-OH}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1157 სმ^{-1} და 1056 სმ^{-1} შეესაბამება C- O - C ჯგუფის ($\delta_{\text{C-O-C}}$) დეფორმაციულ რხევებს; 970 სმ^{-1} შეესაბამება

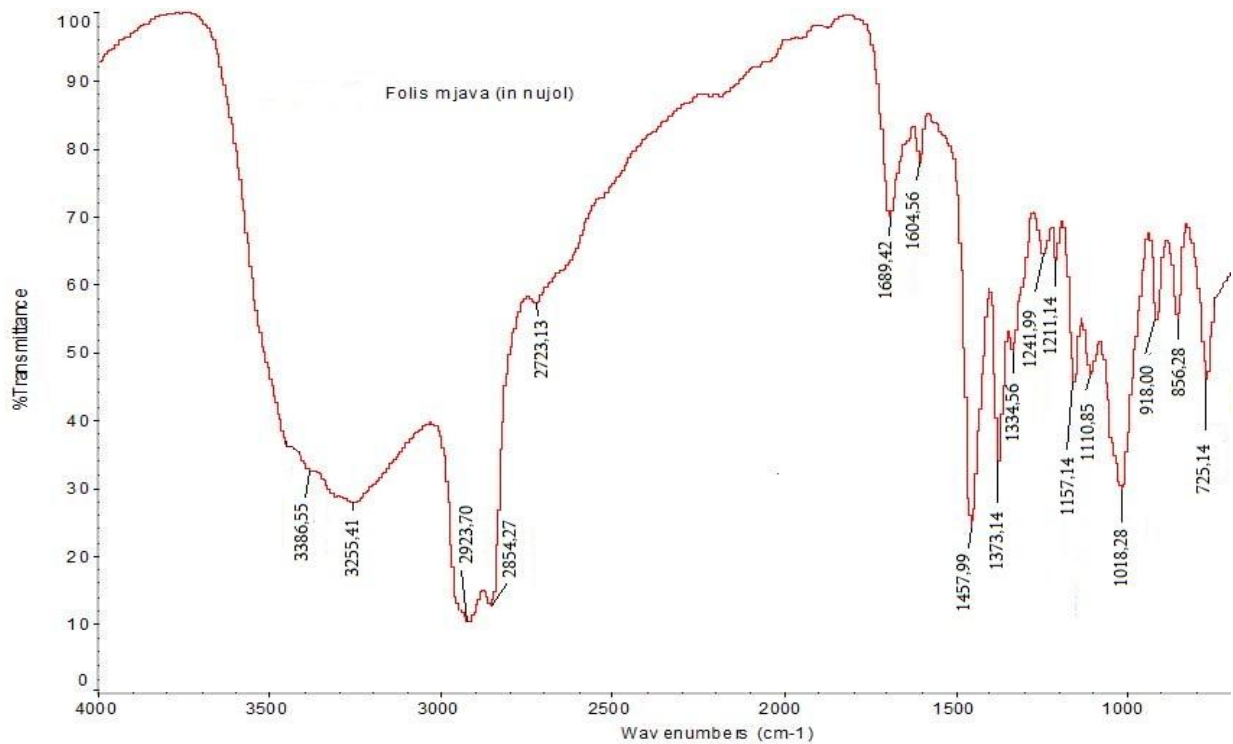
ალკენების CH ჯგუფის (δ -CH) ჩონჩხოვან რხევას; 893 cm^{-1} შეესაბამება არენების CH ჯგუფის (δ -CH) ჩონჩხოვან რხევას.



ნახ.16. ასკილის ნაყოფის ჰაერმშრალი რბილობის სპექტროგრამა

რადგან ნიმუშები გამზადებულია ვაზელინის ზეთზე, სპექტროგრამაზე იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1457 cm^{-1} , 1373 cm^{-1} და 725 cm^{-1} , რომელიც შეესაბამება ვაზელინის ზეთის შთანთქმის სპექტრებს.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია ფოლის მჟავას ფხვნილი. ნახ. 17-ზე წარმოდგენილია ფოლის მჟავას სპექტროგრამა. შესასწავლ სპექტრებში მაღალსიხშირულ არეში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 3386 cm^{-1} შეესაბამება პირველადი ამინების N-H ჯგუფის ($\nu_{\text{N-H}}$) ვალენტურ რხევას; 3255 cm^{-1} შეესაბამება მჟავების დიმერებში შეკავშირებული -OH ჯგუფის ($\nu_{\text{O-H}}$) ვალენტურ რხევას; 2923 cm^{-1} და 2854 cm^{-1} შეესაბამება C-H ჯგუფის ($\nu_{\text{C-H}}$) ვალენტურ რხევებს; 2723 cm^{-1} შეესაბამება -C(O)H ალდეჰიდური ჯგუფის ($\nu_{\text{C(O)H}}$) ვალენტურ რხევას.



ნახ.17. ფოლის მჟავის სპექტროგრამა

საშუალო და დაბალსიხშირულ არეებში იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1689 სმ^{-1} შეესაბამება $\text{C}=\text{O}$ კარბონილის ჯგუფის ($\delta_{\text{C}=\text{O}}$) დეფორმაციულ რხევას; 1627 სმ^{-1} შეესაბამება ამინომჟავების $\text{C}-\text{NH}$ ჯგუფის ($\delta_{\text{C}-\text{NH}}$) დეფორმაციულ რხევებს; 1334 სმ^{-1} შეესაბამება არომატული ამინების $\text{C}-\text{N}$ ჯგუფის ($\nu_{\text{C}-\text{N}}$) ვალენტურ რხევას; 1241 სმ^{-1} და 1211 სმ^{-1} შეესაბამება $\text{C}-\text{N}$ ჯგუფის ($\delta_{\text{C}-\text{N}}$) დეფორმაციულ რხევებს; 1157 სმ^{-1} და 1110 სმ^{-1} შეესაბამება მარტივი ეთერების $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ ჯგუფის ($\delta_{\text{C}-\text{O}-\text{C}}$) დეფორმაციულ რხევებს; 1018 სმ^{-1} შეესაბამება $\text{C}-\text{O}$ კავშირის ($\nu_{\text{C}-\text{O}-\text{C}}$) ვალენტურ რხევას; 918 სმ^{-1} შეესაბამება ალკენების CH ჯგუფის ($\delta_{-\text{CH}}$) ჩონჩხოვან რხევას; 856 სმ^{-1} შეესაბამება არენების CH ჯგუფის ($\delta_{-\text{CH}}$) ჩონჩხოვან რხევას.

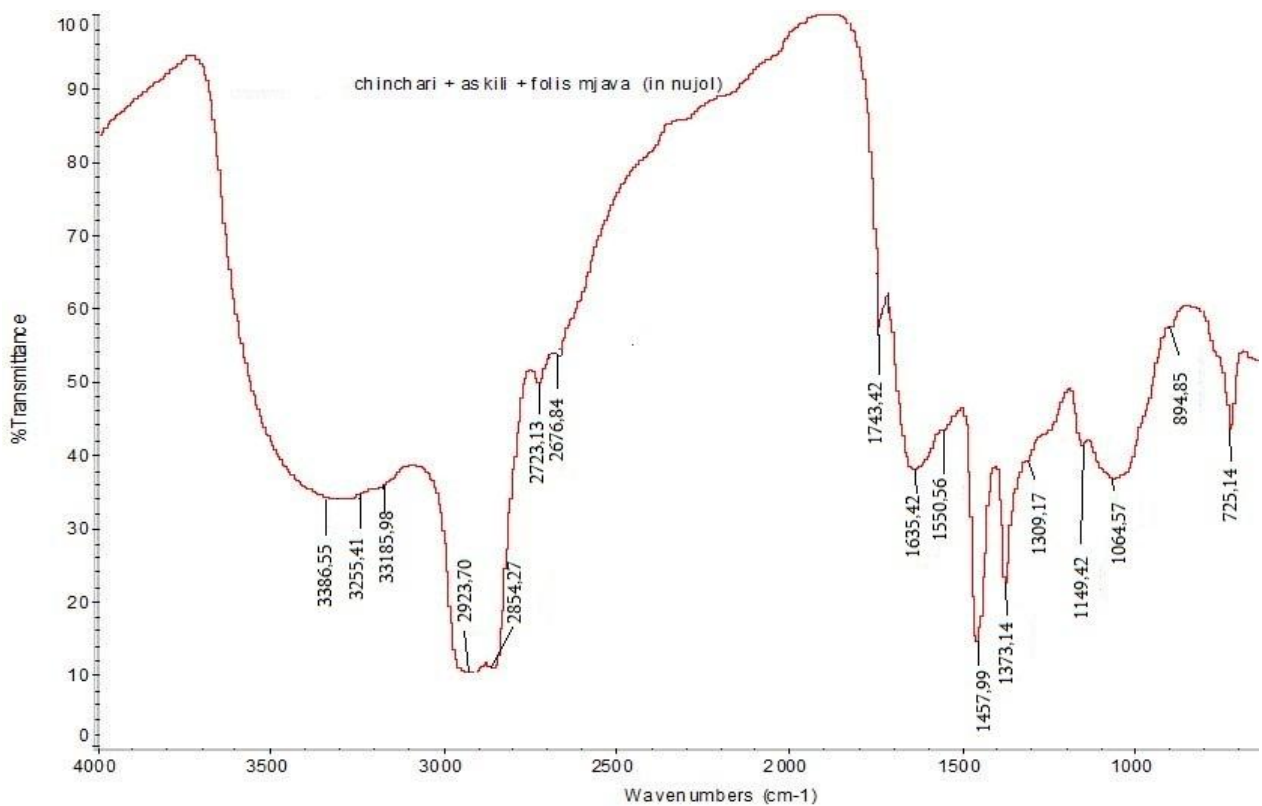
რადგან ნიმუშები გამზადებულია ვაზელინის ზეთზე, სპექტროგრამაზე იკვეთება შემდეგი შთანთქმის ზოლები: 1457 სმ^{-1} , 1373 სმ^{-1} და 725 სმ^{-1} , რომელიც შეესაბამება ვაზელინის ზეთის შთანთქმის სპექტრებს.

3.4.2. სამკურნალწამლო ფიტოპრეპარატების სტრუქტურულ-ფუნქციონალური ანალიზი.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით გამოკვლეულია ჭინჭრის ექსტრაქტის ფუძეზე დამზადებული ფიტოპრეპარატის ფხვნილი, რომელიც შეიცავს ჭინჭრის

ექსტრაქტს, ფოლის მჟავას და ასკილის რბილობს. ნახ. 18-ზე წარმოდგენილია კომპოზიციის სპექტროგრამა, რომლის ანალიზის შედეგად ჩანს, რომ აღნიშნული სპექტროგრამა წარმოადგენს ნახ.14 (ჭინჭარი), ნახ.16 (ასკილი) და ნახ. 17 (ფოლის მჟავა) სპექტროგრამების ნაკრებს. აღსანიშნავია, რომ შთანთქმის პიკების ტალღური რიცხვები პრაქტიკულად არ იცვლება, მცირე სხვაობა შეინიშნება შთანთქმის ინტენსივობაში, რაც დაკავშირებულია კომპოზიციაში კომპოზიტების რაოდენობრივ შემცველობაზე. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ფიტოპრეპარატში შემავალი ნივთიერებები ერთმანეთთან ქიმიურ რეაქციაში არ შედიან. ეს მტკიცდება იმით, რომ ფიტოპრეპარატის სპექტროგრამაზე (ნახ. 18) შენარჩუნებულია ძველი შთანთქმის პიკები და ახალი პიკები არ წარმოქმნილა [111].

ფიტოპრეპარატი სპექტროსკოპიულად გამოკვლეული იქნა მრავალჯერადად. პირველი კვლევა ჩატარდა უშუალოდ კომპოზიტების შერევის შემდეგ. განმეორებითი კვლევები განხორციელდა 1 საათის შემდეგ, 24 საათის შემდეგ, 1 თვის და 3 თვის შემდეგ. სპექტროგრამები იყო იდენტური.

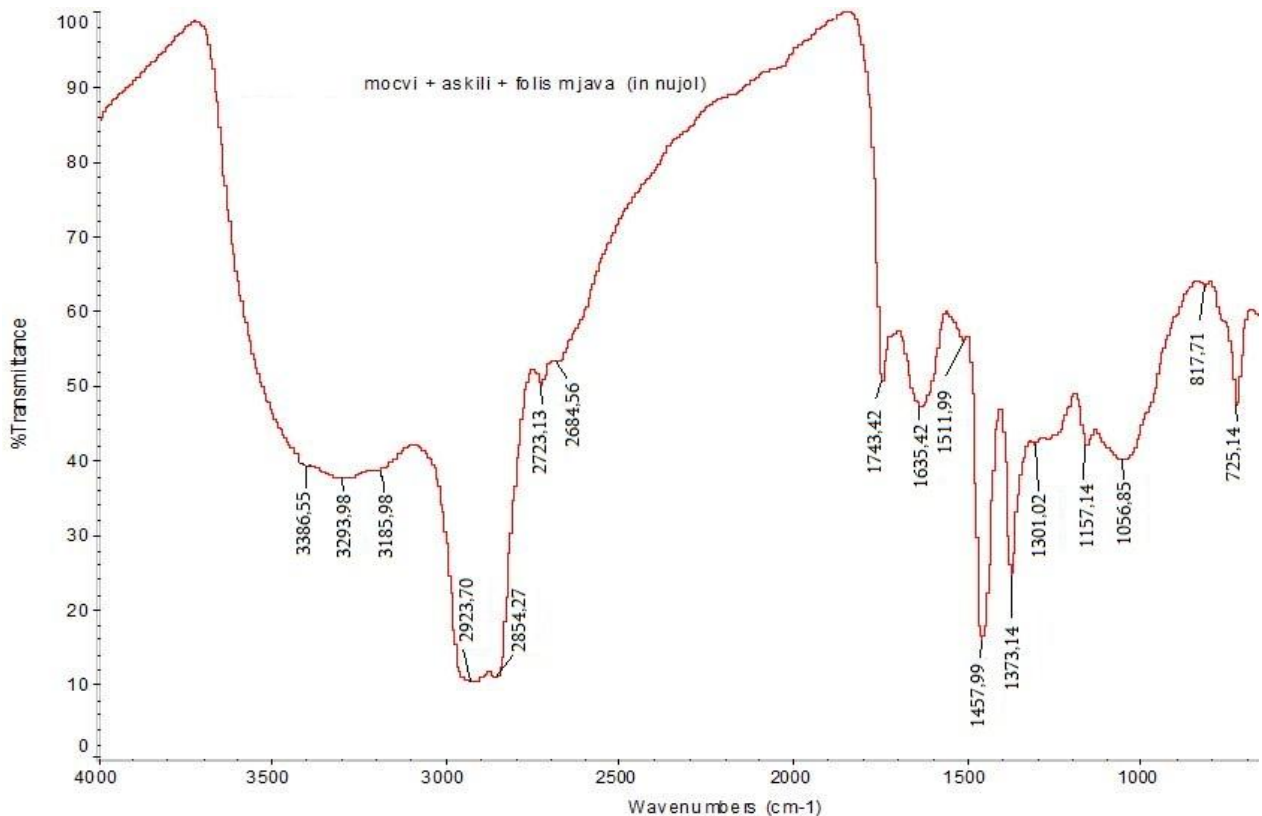


ნახ.18. ჭინჭრის ექსტრაქტის ფუძეზე დამზადებული ფიტოპრეპარატის სპექტროგრამა

ფიტოპრეპარატის შენახვის პირობები იყო დაცული და შეესაბამებოდა საერთო ნორმებს.

ანალოგიური კვლევა ჩატარდა მოცვის ფუძეზე დამზადებულ ფიტოპრეპარატზე, რომლის შემადგენლობაში შედის მოცვის ექსტრაქტი, ფოლის მჟავა და ასკილის რბილობი. ნახ.19 წარმოდგენილია სპექტროგრამა, რომელიც წარმოადგენს ნახ.15 (მოცვი), ნახ.16 (ასკილი) და ნახ.17 (ფოლის მჟავა) სპექტროგრამების ნაკრებს. აქაც შთანთქმის პიკების ტალღური რიცხვები პრაქტიკულად არ შეცვლილა, შენარჩუნებულია ძველი შთანთქმის პიკები და ახალი პიკები არ წარმოქმნილა.

ფიტოპრეპარატი სპექტროსკოპიულად გამოკვლეული იქნა მრავალჯერადად. პირველი კვლევა ჩატარდა უშუალოდ კომპოზიტების შერევის შემდეგ. განმეორებითი კვლევები განხორციელდა 1 საათის შემდეგ, 24 საათის შემდეგ, 1 თვის და 3 თვის შემდეგ. სპექტროგრამები იყო იდენტური.



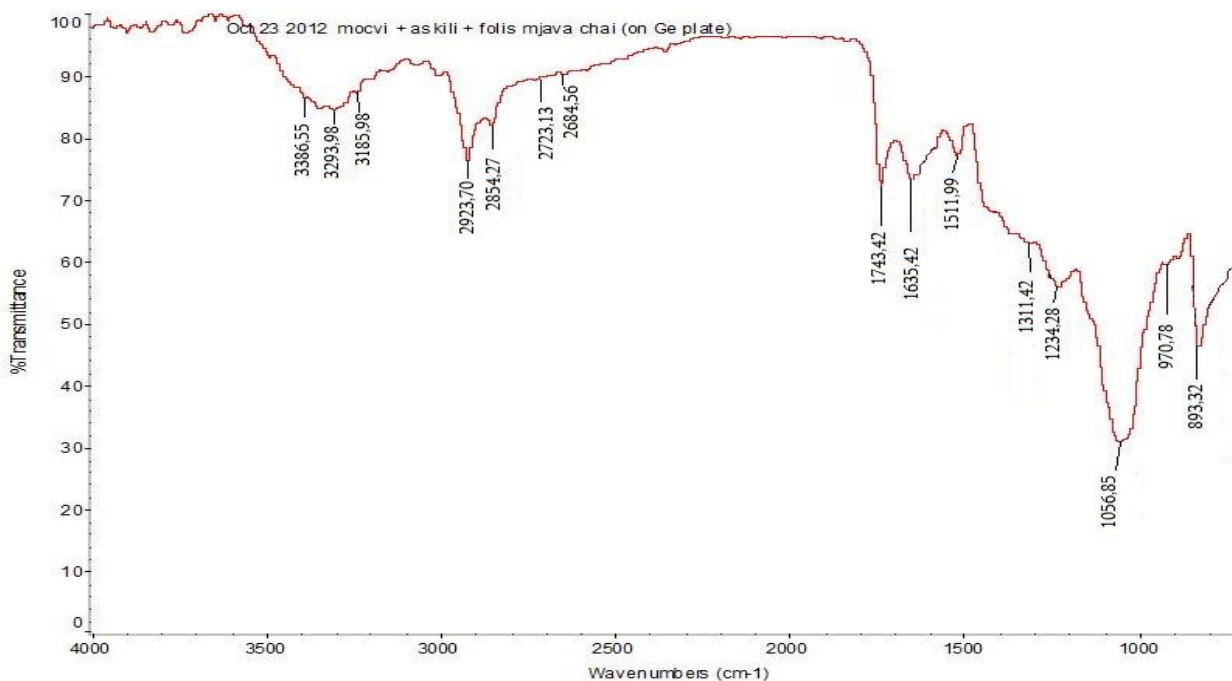
ნახ.19. მოცვის ფუძეზე დამზადებული ფიტოპრეპარატის სპექტროგრამა

ფიტოპრეპარატის შენახვის პირობები იყო დაცული და შეესაბამებოდა საერთო ნორმებს.

კვლევის პროცესში გამოიკვეთა, რომ მოცვის ექსტრაქტი შეიცავს შედარებით ნაკლები რაოდენობის ელემენტურ რკინას, შესაბამისად, ოპტიმალური წონის

ტაბლეტის დამზადება მის ფუძეზე არ მოხერხდა. მიღებული იქნა გადაწყვეტილება მოცვის ექსტრაქტის ფუძეზე დამზადებული სამკურნალწამლო საშუალება წარმოგვედგინა ფიტოჩაის სახით. ჩაის დამზადებისას პრეპარატი იმყოფება მდულარე წყლის ზემოქმედების ქვეშ, რის გამოც სავარაუდოდ ინაქტივაციას განიცდის კომპოზიციის შემადგენლობაში არსებული ზოგიერთი თერმოლაბილური ნივთიერება. როგორც ცნობილია, ასკორბინის მჟავა და ფოლის მჟავა მაღალი ტემპერატურის ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად ინაქტივირდებიან. აქედან გამომდინარე, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება, გამოგვეკვლია პრეპარატის მდგრადობა დუდილის ტემპერატურის მქონე წყლის ზემოქმედების პირობებში.

დამზადებული იქნა ფიტოჩაი და ხსნარის გაგრილების შემდეგ ჩატარდა სითხის სპექტროსკოპიული ანალიზი გერმანიუმის მაგიდაზე. ნახ.20 წარმოდგენილია მოცვის ექსტრაქტის ფუძეზე დამზადებული ფიტოჩაის სპექტროგრამა. მაღალ და საშუალო სიხშირის არეში იკვლევს შთანთქმის ინტენსივობა, რაც დაკავშირებულია ფოლის მჟავისა და ასკორბინის მჟავის ნაწილობრივ დაშლასთან. დაბალსიხშირულ არეში არ ფიქსირდება შთანთქმის ზოლები 1457 cm^{-1} , 1373 cm^{-1} და 725 cm^{-1} არეში, რადგანაც ნიმუში დამზადებულია გერმანიუმის მაგიდაზე, ხოლო აღნიშნული შთანთქმის ზოლები განეკუთვნება ვაზელინის ზეთს.



ნახ.20. მოცვის ფუძეზე დამზადებული ფიტოჩაის სპექტროგრამა

მოცვის ექსტრაქტის ფუძეზე დამზადებული ფიტოჩაი სპექტროსკოპიულად გამოკვლეული იქნა მრავალჯერადად. განმეორებითი კვლევები განხორციელდა 1 საათის შემდეგ, 24 საათის შემდეგ, 1 თვის და 3 თვის შემდეგ. სპექტროგრამები იყო იდენტური, რაც მიუთითებს აღნიშნული სამკურნალო კომპოზიტების ნარევის მდგრადობაზე.

თავი 4. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების რეცეპტურების ოპტიმიზაცია და წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება

4.1. საკითხის დასმა

ლაბორატორიული გამოკვლევებით შეირჩა და საწარმოო-ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს დაექვემდებარა ელემენტური რკინის შედარებით დიდი რაოდენობის შემცველი მცენარეული ნედლეული, კერძოდ, ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ნედლეული და მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფი.

აღნიშნული ნედლეულიდან მოქმედი ნივთიერების - ელემენტური რკინის შემცველი კონცენტრატის მიღებას ვახდენთ წყლით ექსტრაგირებით (გამორეცხვით). შესაბამისად, საჭირო გახდა ამ პროცესის ოპტიმალური რეჟიმების დადგენა [5].

გამოკვლევებს ვატარებდით შემდეგი სქემით:

- ექსპერიმენტის მომზადება, რომელიც ითვალისწინებს ოპტიმიზაციის პარამეტრების შერჩევას, ვარირებადი ფაქტორებისა და მათი დონეების დადგენას;
- ექსპერიმენტის დაგეგმვა, რომელიც მოიცავს დაკვირვებების საერთო რაოდენობის განსაზღვრას, ექსპერიმენტის ჩატარების წესის, რანდომიზაციის მეთოდის შერჩევას და მათემატიკური მოდელის დამუშავებას;
- ექსპერიმენტის ანალიზი, რომელიც მოიცავს შედეგების შეგროვებას, მათ მოწესრიგებას, სტატისტიკურ გამოთვლებს და შედეგების ინტერპრეტაციას;
- ოპტიმიზაციის ამოცანის ამოხსნა, რომელიც ითვალისწინებს ოპტიმიზაციის მეთოდის შერჩევას, ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად მათემატიკური მოდელის რეალიზაციას და ოპტიმალური გადაწყვეტის ანალიზს.

გამოსაკვლევი ექსტრაქტების ყოველი ცალკეული ნიმუშისათვის მიღებული შედეგები დამუშავდება სტატისტიკურად. ოპტიმალური რეჟიმების დასადგენად გამოვიყენებთ ექსპერიმენტის დაგეგმვის მათემატიკურ მეთოდებს, კერძოდ, ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური დაგეგმვის მატრიცას, რომელიც კარგად ესადაგება აღნიშნული ხასიათის ტექნოლოგიურ პროცესებს. ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მისაღებად გამოვიყენებთ ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლთა კლასიკურ მეთოდს.

შემდგომში, ექსპერიმენტით მიღებული ოპტიმიზაციის შედეგები დაედება საფუძვლად რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ახალი

ფიტოპრეპარატების კომპოზიციებისა და ფარმაცევტული ტექნოლოგიის შემუშავებას.

4.2. ჰაერმშრალი ნედლეულის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის პირობების დასაბუთება.

გამოსაკვლევ ჰაერმშრალ ნედლეულში (ორსახლიანი ჭინჭარი, მოცვის ნაყოფი) ელემენტური რკინა, ორვალენტური Fe^{+2} და სამვალენტური რკინის Fe^{+3} იონების სახით, შედის წყალხსნადი რკინის მარილების და ორგანული ნაერთების (სულფატების, ქელატების) შემადგენლობაში. შესაბამისად, ექსტრაგენტად ვიყენებთ გასუფთავებულ წყალს.

მცენარეული ნედლეულის ექსტრაგირების პროცესების დამუშავებისას ოპტიმიზაციის ძირითად პარამეტრებად ვღებულობთ 1 გ საექსტრაქციო ჰაერმშრალი მასიდან (ორსახლიანი ჭინჭარი, მოცვი) მიღებული მშრალი ბიოლოგიურად აქტიური ექსტრაქტის რაოდენობას E, მგ/გ. ეს პარამეტრი განისაზღვრა აორთქლებისა და მუდმივ წონამდე დაყვანის მეთოდით; მეორე ძირითადი პარამეტრია ჰაერმშრალი მცენარეული ნედლეულის (ჭინჭარი, მოცვი) 1 გ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტარული რკინის რაოდენობა, F, მგ/გ. ამ პარამეტრის განსაზღვრას ვახდენთ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით Agilent Technologies წარმოების ატომურ აბსორბციული სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით. ამ პარამეტრების ექსპერიმენტულად განსაზღვრის პარალელურად განისაზღვრება წარმოებული პარამეტრი

$$K = (E \times F)/1000, \quad [\text{მგ/გ}] \quad (9)$$

რომელიც წარმოადგენს ყოველი 1 გ ჰაერმშრალი ნედლეულიდან ელემენტური რკინის გამოსავლიანობის რიცხობრივ მახასიათებელს, მგ-ში.

ჩვენ მივისწრაფვით ისეთი ტექნოლოგიური რეჟიმების ძიებისაკენ, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი იქნება მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის მაქსიმალური გამოსავლიანობა სხვა კომპონენტების (ექსტრაქტული ნივთიერებების) შესაძლო მინიმალური შემცველობის ფონზე. აღნიშნული გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ შემდგომში მზა ფიტოპრეპარატში ძირითადი ნივთიერება - რკინა შედის მცენარეული მშრალი ექსტრაქტის სახით და ამ უკანასკნელში სხვა ნივთიერებების (ჩვენი შემთხვევისათვის ბალასტის) შემცველობა უნდა იყოს მინიმალური [46].

ექსპერიმენტისათვის აღებულია რაჭის რეგიონის ორსახლიანი ქიჩორის ნედლეული და ტყიბულის რაიონის ლურჯი მოცვი, რაც ექსპერიმენტატორისათვის უფრო ხელმისაწვდომი იყო ერთი მხრივ და მეორე მხრივ, მხოლოდ დაახლოებით ერთი ადგილმდებარეობის ნედლეულის გამოყენება მოგვცემს შედარებით ერთგვაროვან შედეგებს.

შემდგომში ჩვენ მოვძებნეთ ისეთი ტექნოლოგიური რეჟიმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ელემენტარული რკინის მაქსიმალურ კონცენტრაციას ჰაერმშრალი ნედლეულის მშრალ ექსტრაქტში. ჩვენ დავამუშავეთ მათემატიკური მოდელები რეგრესიის განტოლებების სახით, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი იქნა ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმების დადგენა, მათი უზრუნველყოფისა და სუბოპტიმალური მართვის მეთოდების დამუშავება [41].

ლაბორატორიულმა ექსპერიმენტების შედეგებმა და ლიტერატურული მასალების ანალიზმა მოგვცა საშუალება დაგვედგინა ოპტიმიზაციის პარამეტრებზე მოქმედი რიგი ფაქტორების მოქმედების ხასიათი და დიაპაზონი, მათ შორის, ექსტრაქციის ტემპერატურა და ხანგრძლივობა, ექსტრაგენტის და ჰაერმშრალი ნედლეულის მასური თანაფარდობა. ამას გარდა, ოპტიმიზაციის პარამეტრებზე მოქმედებენ რიგი არარეგულირებადი ფაქტორები, ნედლეულის ადგილმდებარეობა და კლიმატური პირობები, აღების დრო, შრობის პირობები და მრავალი სხვა. ყველა ჩამოთვლილი ფაქტორის გათვალისწინება დაგეგმილ ექსპერიმენტში პრაქტიკულად შეუძლებელია, დაკავშირებულია დროისა და საშუალებების მრავალჯერად ზრდასთან და, რაც მთავარია, მიგვიყვანს ნაკლებად საიმედო შედეგებამდე.

ლაბორატორიული ექსპერიმენტებისა და სხვადასხვა მცენარეული დაკონცენტრირებული ექსტრაქტების წარმოების მრავალწლიანი გამოცდილების გათვალისწინებით, ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცაში შევიდა სამი ფაქტორი: ექსტრაქციის ტემპერატურა t , °C ; ექსტრაქციის ხანგრძლივობა T , წთ; წყლისა და ნედლეულის მასური თანაფარდობა (მოდული) n , ლ/კგ; რაც შეეხება ექსტრაქციის პროცესში საექსტრაქციო მასის პულსაციის საკითხს, აქ დავეყრდენით ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგებს და ოპტიმალურ მუდმივ სიდიდეებად მივიღეთ რხევების ამპლიტუდა 1 მმ-ის და რხევების სიხშირე 5 წ⁻¹-ის ტოლს. რხევები განვახორციელეთ პერიოდულად, ყოველ 5 წუთში 1 წუთის განმავლობაში.

ჰაერმშრალი ნედლეულის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის პირობები

ფაქტორები	ტემ- პერატურა t, °C	ხანგრძლივობა T, წთ	ექსტრაგენტი/ნედლეული n, ლ/კგ
კოდირებუ- ლი აღნიშვნა	X ₁	X ₂	X ₃
ძირითადი დონე	60	40	6
ვარირების ინტერვალი	10	10	1
ზედა დონე (+1)	70	50	7
ქვედა დონე (-1)	50	30	5
მხარი (+1,683)	77	57	7,7
მხარი (- 1,683)	43	23	4,3

განსაკუთრებული განხილვას მოითხოვს ექსტრაგირების წინ ნედლეულის დისპერგირების საკითხი.

მცენარეულ ნედლეულს, როგორც წესი, აქვს მრავალკომპონენტური შედგენილობა და რთული მორფოლოგიური სტრუქტურა. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები უმეტესწილად იმყოფებიან გარსში ბიოპოლიმერული კომპლექსების სახით, რომლებიც ექსტრაქციის არსებული ტექნოლოგიებით ნაკლებად გადადიან ბიოლოგიურად მისაწვდომ ფორმებში [34].

მცენარეული უჯრედის კედელი ძირითადად აგებულია პოლისაქარიდებისაგან, უმეტესწილად კი ცელულოზისაგან. პოლისაქარიდების გარდა მის შემადგენლობაში შესაძლებელია სხვადასხვა რაოდენობით შედიოდეს ლიგნინი, ცილები, მინერალური მარილები, პიგმენტები, ლიპიდები. ცელულოზა - უჯრედის კედლის ძირითადი კომპონენტი, წარმოადგენს გლუკოზის პოლიმერს, რომლის მოლეკულები

შეერთებულია b-1,4-კავშირით. ცელულოზის მოლეკულებისგან ფორმირდება 10-დან 25 ნმ-მდე სისქის მიკროფიბრილები, რომლებიც, თავის მხრივ, ერთიანდებიან დაახლოებით 0,5 მკმ სისქისა და 4 მკმ-მდე სიგრძის მიკროფიბრილებად. მიკროფიბრილებში მოლეკულების მოწესრიგებულად და მოუწესრიგებელად განლაგებული არეების არსებობის გამო ცელულოზას გააჩნია ამორფულ-კრისტალური თვისებები.

უჯრედის კედლის ცელულოზის კარკასი შევსებულია მასში ჩაქსოვილი არაცელულოზური მოლეკულების, მათ შორის პოლისაქარიდების - ჰემიცელულოზას მატრიქსით, ლიგნინით და მცირე რაოდენობის სხვა ნივთიერებებით. ჰემიცელულოზები - განშტოებული პოლიმერები, ქმნიან მოკლე ფიბრილოზურ სტრუქტურას, კრისტალური სტრუქტურა მათ არ გააჩნიათ. ლიგნინი ფენოლური რიგის შერეული ამორფული პოლიმერია, რომლის შემადგენლობამაც შესაძლებელია 30 %-მდე მიაღწიოს. ლიგნინი გარსის ზრდის დამთავრების შემდეგ ცალკეედება და იწვევს გარსის მექანიკური თვისებების ცვლილებებს: მცირდება პლასტიკურობა, მკვეთრად იზრდება სიმაგრე და სიმტკიცე, მნიშვნელოვნად მცირდება წყლისათვის უჯრედის გარსის შეღწევადობაც.

მცენარეული ნედლეულიდან ექსტრაგირების გზით ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაქსიმალურად გამოწვლილვის მიზნით აუცილებელია არა მარტო უჯრედის გარსის დარღვევა, არამედ მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის განთავისუფლება უჯრედშიგა ბიოპოლიმერული სტრუქტურისაგან. მცენარეული ნედლეულის დაქუცმაცება მიკრონულ ზომამდე იძლევა ექსტრაქციის პროცესის მნიშვნელოვანი ინტენსიოფიკაციის შესაძლებლობას ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოსავლიანობის იმავდროული საგრძნობი გაზრდით. წინასწარი მონაცემებით, ჩვენს მიერ შესრულებულმა ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ექსტრაქციის მიკროდისპერგირება ექსტრაქციის პროცესის პროცესის ხანგრძლივობას ამცირებს 10-15-ჯერ, რაც დადებითად აისახება ნედლეულიდან მოქმედი ადვილადჟანგვადი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (ანტოციანები, სხვა ფლავონოიდები, ვიტამინი C და სხვა) გამოსავლიანობაზე [35].

მცენარეული ნედლეულის ულტრა- და ნანოდისპერგირება მიმდინარეობს სხვადასხვა ტექნოლოგიების გამოყენებით - მაღალსიჩქარიანი გრიგალისებური დაქუცმაცებით ვიბროცენტრიდანული და პლანეტარული წისქვილებით. ამ სახით

დაქუცმაცებული ნედლეულიდან რამდენჯერმე იზრდება ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოსავლიანობა და ექსტრაქციის ინტენსიურობა.

დისპერგირებას ვახდენდით პლანეტარული ტიპის AFO-2 ტიპის აქტივატორზე, რომელიც აღჭურვილი იყო სიჩქარის ვარიატორით. დანადგარი იძლეოდა ნედლეულის დაქუცმაცების საშუალებას ზომებით ათეული ნანომეტრიდან ასეულ მიკრონამდე დიაპაზონში. მიკრო- და ნანონაწილაკების ზომები კონტროლდებოდა ელექტრონული მიკროსკოპის მეთოდებით.

წინასწარი ექსპერიმენტით დავადგინეთ, რომ მექანიკური აქტივაცია მიზანშეწონილია მოვახდინოთ წისქვილის დოლის ბრუნვათა სიხშირის 30-35 ბრ/წმ პირობებში 2,5-3,0 წუთის განმავლობაში.

ექსტრაქციას ვახორციელებთ პერიოდული ქმედების დანადგარში ერთ საფეხურად. ექსტრაგენტად, წინასწარი ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგებსა და ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით, ვიღებთ გასუფთავებულ წყალს.

ფაქტორები, რომლებიც შევიდნენ საწარმოო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცაში, მათი დონეები და ვარირების ინტერვალები მოყვანილია ცხრ.15-ში. ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცად გამოვიყენეთ ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური გეგმა, რომელიც ყველაზე უფრო მოსახერხებელია ნაშრომში დასახული მიზნის რეალიზაციისათვის.

4.3. ჰაერმშრალი ნედლეულის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის პირობები.

საკვებ-სამკურნალო მცენარეების კომპლექსური და უნარჩენო გამოყენება თანამედროვე პირობებში განსაკუთრებით აქტუალურია. საქართველოში ბიოლოგიურად აქტიური საკვებ-სამკურნალო მცენარეული ექსტრაქტების სამრეწველო წარმოება პრაქტიკულად აღარ არსებობს, თუ არ ჩავთვლით რამდენიმე მცირე საწარმოს, რომელთა საერთო სიმძლავრეც (წარმოებული პროდუქციით) ამ ოციოდე წელს არსებულის 10%-ს არ აღემატება. ეს ტენდენცია დღესაც გრძელდება, რომლის შესაჩერებლადაც საჭიროა მცენარეული ნედლეულის სრულიად ახალი მიმართულების კომპლექსური უნარჩენო ტექნოლოგიური ასპექტების მეცნიერული წინაპირობებისა და შესაბამისი არატრადიციული საკვებ-პროფილაქტიკური და სამკურნალო-ფარმაცევტული დანიშნულების ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტების შემცველი კონცენტრატების წარმოების საფუძვლების დამუშავება.

მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქცია, სხვა მყარი სხეულებიდან განსხვავებით, ხასიათდება უჯრედების სტრუქტურისა და ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებთან დაკავშირებული მრავალი თავისებურებით. ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები განთავსებული არიან უჯრედებში, უჯრედშორის ფორებსა და ნაპრალეებში და ექსტრაგენტმა მათში შესაღწევად უნდა გადალახოს უჯრედული და სხვა შიგა ბარიერები. ნედლი და მშრალი მცენარეული ნედლეულის ექსტრაქციის პროცესი ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება. პირველ შემთხვევაში მოქმედი ნივთიერებები იმყოფებიან უჯრედის შიგნით ხსნარში, მეორე შემთხვევაში – მშრალი კონგლომერატების სახით უჯრედების კედლებზე ან ფორებში. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა ექსტრაქციის პროცესისადმი მიდგომაც. ორსახლიანი ჭინჭრის ექსტრაქციის პროცესის შესწავლისას განიხილება ორივე შემთხვევა: როგორც ნედლი მასის დაქუცმაცება-ექსტრაქცია, ისე ნედლეულის სხვადასხვა რეჟიმულ პარამეტრებზე შრობა კონდიციურ, შენახვისათვის ოპტიმალურ ტენიანობამდე, შემდგომი დაქუცმაცებითა და ექსტრაქციით. პირველი შემთხვევა გამართლებულია მხოლოდ სეზონური წარმოებისათვის [47,48,49].

მცენარეული ნედლეულის შრობის დროს უჯრედების თვისებები იცვლება და ისინი გადადიან პლაზმურ მდგომარეობაში. უჯრედული მემბრანები იძენენ ფოროვანი ტიხრების თვისებებს, რომლებიც მოითვლიან რამდენიმე ათას ფორს დიამეტრით 0,2-0,3 მმ-დან რამდენიმე ათეულ ნანომეტრამდე. ექსტრაქციის პროცესი ამ დროს ფოროვან მემბრანაში დიალიზის ხასიათს იძენს [46].

ექსტრაგენტის უჯრედში შეღწევის პროცესი განისაზღვრება ნედლეულის ჰიდროფილურობის ხარისხით, ექსტრაგენტის თვისებებით, უჯრედთა კედლების ფორების ზომებითა და რაოდენობით. ამასთან, მცენარეული ნედლეული წარმოადგენს კაპილარულ-ფოროვანი სტრუქტურის სხეულს და რაც მეტია მსგავსება სხეულსა და ექსტრაგენტს შორის, მით უფრო სწრაფად ხდება კაპილარების დასველება და მასში ექსტრაგენტის მოხვედრა: მაკრო-და მიკროზხარებიდან, უჯრედშორისი გზით, უჯრედის ფორებიდან დიფუზიის გზით. ამ დროს ექსტრაგენტით იჟღენთება უჯრედოვანი სტრუქტურის შემადგენელი ცელულოზა და სხვა მაღალმოლეკულური ნივთიერებები, მიმდინარეობს მასალის მოცულობის გაზრდა. ამავდროულად წარმოიქმნება შიგაუჯრედული წვენი – ექსტრაგენტი აღწევს უჯრედის შიგნით, ხსნის უჯრედის გამშრალ წვენს. პროცესის ხანგრძლივობა სტაციონარულ პირობებში დამოკიდებულია მცენარეული ნედლეულის მორფოლოგიურ თავისებურებებზე და გრძელდება 3-4 საათიდან 20-30 საათამდე.

საწარმოო ექსპერიმენტისათვის გამოვიყენეთ ვ. ხვედელიძის მიერ დამუშავებული სპეციალური ექსპერიმენტულ-საწარმოო დანადგარი. ნედლეულის წინასწარ დისპერგირებული მასა გარკვეული რაოდენობით იყრება ექსტრაქტორში და ესხმება ექსტრაგენტი ექსპერიმენტის პირობების გათვალისწინებით ისე, რომ ექსტრაქტორის მოცულობა შეივსოს 70-75 %-მდე. ამის შემდეგ ხდება გამაცხელებელ პერანგში ორთქლის გატარება და მიმდინარეობს საკუთრივ ექსტრაქცია გარკვეულ, ექსპერიმენტის პირობებით განსაზღვრულ ტემპერატურაზე [46]. ექსტრაქტორიდან ექსტრაქტი შესაძლებელია მივიღოთ სპეციალური ფილტრების გავლით ვაკუუმ-ტუმბოს გამოყენებით. თუ საჭიროება მოითხოვს, ნარჩენები შეიძლება გამოყენებული იქნას სხვა დანიშნულებით, მაგალითად, ლიპიდური კომპლექსების მისაღებად ორგანული გამხსნელით განმეორებითი ექსტრაქციის გზით [45].

ექსტრაქტორიდან გამოტანილი ექსტრაქტი თავსდება სპეციალურ ჭურჭელში, სადაც ხდება მისი დაყოვნება 2-3 სთ განმავლობაში, მექანიკური მინარევების დალექვა და ნალექის მოცილება. ამგვარად გასუფთავებული ექსტრაქტი იფილტრება სპეციალურ ფილტრებში (მაგალითად, ღვინის ფილტრში ან ვაკუუმფილტრებში) და ექვემდებარება ჯერ ვაკუუმის პირობებში შესქელებას სტანდარტულ 30-32% კონცენტრაციამდე, მაგალითად, „ლანგი“-ს ტიპის ორსაფეხურიან ამაორთქლებელზე, ხოლო შემდეგ საბოლოო შრობას ვაკუუმ-ამაორთქლებელ აპარატში. მიღებული მშრალი ექსტრაქტი გამოიყენება მიზნობრივ ფიტოპრეპარატში, როგორც ძირითადი ელემენტური რკინის შემცველი კომპონენტი.

4.4. ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთლების საწარმოო ექსპერიმენტის რეალიზაცია

საწარმოო ექსპერიმენტი ჩავატარეთ სამრეწველო-ექსპერიმენტულ ექსტრაქტორში. ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური დაგეგმვის მატრიცა და ცდების შედეგები მოცემულია ცხრ.16-ში. ექსპერიმენტი შედგება სამფაქტორიანი სრული ფაქტორული ექსპერიმენტისაგან – 8 ცდა, ვარსკვლავურ წერტილებში ცდებისაგან – 6 ცდა და ცდებისაგან ექსპერიმენტის ცენტრში – 6 ცდა. სულ ექსპერიმენტის რეალიზაციისათვის განხორციელდა 20 ცდა.

სისტემატური და შემთხვევითი ცდომილებების ნიველირებისთვის გამოვიყენეთ რანდომიზაციის მეთოდი. ცდები ტარდებოდა შემთხვევითი რიცხვების მიმდევრობით. ყველა ცდა ტარდებოდა ერთი და იგივე მეთოდიკით იდენტურ პირობებში.

ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა და ცდების შედეგები
(ორსახლიანი ჭინჭრისათვის)

# რიგზე	ცდის #	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁ (E)	Y ₂ (F)
1	13	-1	-1	-1	12,7	34,7
2	9	1	-1	-1	14,9	32,7
3	2	-1	1	-1	12,9	32,3
4	11	1	1	-1	15,1	32,5
5	10	-1	-1	1	12,1	33,9
6	1	1	-1	1	14,3	31,9
7	12	-1	1	1	17,1	29,3
8	3	1	1	1	19,3	27,3
9	14	-1,683	0	0	12,7	34,2
10	5	1,683	0	0	16,4	30,9
11	8	0	-1,683	0	12,5	34,0
12	7	0	1,683	0	17,3	30,0
13	4	0	0	-1,683	13,6	33,9
14	6	0	0	1,683	16,7	28,9
15	15	0	0	0	16,1	29,8
16	16	0	0	0	15,8	30,1
17	17	0	0	0	15,9	30,2
18	18	0	0	0	16,2	30,2
19	19	0	0	0	16,2	29,9
20	20	0	0	0	15,8	29,8

ექსპერიმენტის დაგეგმვის შერჩეული მატრიცის რეალიზაციამ არაარსებითი ეფექტების გამორიცხვის შემდეგ საშუალება მოგვცა საბოლოოდ ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი დაქუცმაცებული ნედლეულიდან ელემენტარული რკინის შემცველი კონცენტრატის ექსტრაქციის ტექნოლოგიური პროცესი წარმოგვედგინა შემდეგი სახის ადეკვატური რეგრესიის განტოლებებით ფარდობით ერთეულებში:

$$E = 16 + 1,1X_1 + 1,3X_2 + 0,9X_3 - 0,5X_1^2 - 0,4X_2^2 - 0,3X_3^2 + 1,2 X_2 X_3 ; \quad [\text{მგ/გ}] \quad (10)$$

$$F = 30 - 1,0X_1 - 1,2X_2 - 1,5X_3 + 0,9X_1^2 + 0,7X_2^2 + 0,5X_3^2 - 1,1 X_2 X_3 ; \quad [\text{მგ/გ}] \quad (11)$$

ცდების დისპერსიის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრ.17-ში.

ცხრილი 17

ცდების დისპერსიის საანგარიშო მონაცემები

#	Y _{1, ექსპ}	Y _{1, ფორმ}			Y _{2, ექსპ}	Y _{2, ფორმ}		
1	16,3	16	0,3	0,09	29,7	30	0,3	0,09
2	15,8	16	0,2	0,04	29,6	30	0,4	0,16
3	15,7	16	0,3	0,09	30,3	30	0,1	0,09
4	16,2	16	0,2	0,04	30,2	30	0,2	0,04
5	16,2	16	0,2	0,04	30,4	30	0,4	0,16
6	15,8	16	0,2	0,04	29,8	30	0,2	0,04

$(Y_{1, ექსპ} - Y_{1, ფორმ})^2 = 0,34;$ $(Y_{2, ექსპ} - Y_{2, ფორმ})^2 = 0,58.$

ცდების დისპერსიები იქნება:

E პარამეტრისათვის $S^2_y = 0,34 : 5 = 0,068;$

F პარამეტრისათვის $S^2_y = 0,58 : 5 = 0,116,$

სადაც $f_1 = N_0 - 1 = 6 - 1 = 5$ – თავისუფლების ხარისხია ექსპერიმენტის ცენტრში;

$N_0 = 6$ ცდების რიცხვია ექსპერიმენტის ცენტრში.

(10) და (11) განტოლებების კოეფიციენტების არსებითობა შევამოწმეთ სტიუდენტის კრიტერიუმით, ხოლო მოდელების ადეკვატურობა – ფიშერის კრიტერიუმით. სტატისტიკური ანალიზის შედეგები 0,95 ალბათობისათვის გვიჩვენებენ განტოლებების ადეკვატურობასა და ვარგისიანობას ნაშრომში დასახული მიზნების რეალიზაციისათვის (ცხრ.18).

ცხრილი 18

რეგრესიის განტოლებების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები

მახასიათებლები	f_1	f_2	S^2_y	$F_{ცააზ}$	$F_{ფიშ}$	$t_{31;0,95}$	α
E, მგ/გ	5	7	0,116	3,96	4,88	2,086	0,95
F, მგ/გ	5	7	0,068	4,08	4,88	2,086	0,95

პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს მოქმედი ფაქტორების ვარიაციის

პირობებში ყოველი 1 გ ჰაერმშრალი ჭინჭრის ნედლეულიდან ელემენტური რკინის გამოსავლიანობა, მგ/გ. ეს პარამეტრი იანგარიშება როგორც

$$K = (E \times F)/1000 \quad [\text{მგ/გ}] \quad (12)$$

მიღებულ რეგრესიის განტოლებებში ფაქტორების ფარდობითი მნიშვნელობებიდან ნატურალურ მნიშვნელობებზე გადასვლას ექსპერიმენტის პირობების გათვალისწინებით (ცხრ.15) ვაწარმოებთ შემდეგი ფორმულებით:

$$X_1 = (t - 60)/10; \quad X_2 = (T - 40)/10; \quad X_3 = n - 6. \quad (13)$$

ამრიგად, მიღებული ადექვატური მათემატიკური მოდელები (10) და (11) გვაძლევენ ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ნედლეულიდან ელემენტური რკინის ნაერთების შემცველი კონცენტრატის ექსტრაქციის ტექნოლოგიური რეჟიმების ანალიზისა და კონტროლის საშუალებას ყოველ კონკრეტულ საწარმოო სიტუაციაში [50].

მიღებული (10) და (11) მათემატიკური მოდელების სივრცული გამოსახულება მოცემულია ნახ. 21-26-ზე. მათი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ყველა განხილული ფაქტორი მნიშვნელოვნად მოქმედებს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმებზე. ისინი მაქსიმუმს (ზედაპირის პიკურ მდგომარეობას) აღწევენ ექსპერიმენტის ცენტრთან ახლოს. შესაბამისად, ოპტიმუმი X_1 და X_2 ფაქტორებისთვის ექსპერიმენტის ცენტრთან უნდა ვეძებოთ.

როგორც ვხედავთ, მისწრაფება ერთდროულად ისეთი ტექნოლოგიური რეჟიმების ძიებისაკენ, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი იქნება მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის მაქსიმალური გამოსავლიანობა ($F = \max$), სხვა კომპონენტების (ექსტრაქტული ნივთიერებების, $E = \min$) შესაძლო მინიმალური შემცველობის ფონზე, შეუძლებელია და საჭიროა კომპრომისული ამოცანის გადაწყვეტა.

ოპტიმიზაციის ამოცანად დავისახეთ ორსახლიანი ჭინჭრის ერთეული მასის ექსტრაგირებით მიღებულ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის შემცველობის მაქსიმიზაცია, საექსტრაქციო ჰაერმშრალი ჭინჭრიდან ბიოლოგიურად აქტიური მშრალი ექსტრაქტის შეზღუდული რაოდენობით მიღების ფონზე (ამ სიდიდეს ვიღებთ ექსპერიმენტის ცენტრის ახლოს, მარცხნივ). აღნიშნული ამოცანა ჩვენი შემთხვევისათვის, არაწრფივი პროგრამირების ასპექტში, შესაძლებელია შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ:

$$F(X_i) \rightarrow \max; \text{ როცა } E(X_i) = 14; \quad -2 \leq X_i \leq 2; \quad i = 1, 2, 3. \quad (14)$$

მიზნობრივი ფუნქციის (5) პირობითი ექსტრემუმის კლასიკურ მეთოდს

(მიღებული შეზღუდვების გათვალისწინებით) წარმოადგენს ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლთა მეთოდი. შემოგვაქვს დამხმარე ფუნქცია Φ და პირობითი ექსტრემუმის ამოცანა დაგვყავს უპირობო ექსტრემუმის ამოცანამდე. ეს ფუნქცია ფორმირდება შემდეგი სახით

$$\Phi = F(X_i) + \lambda [E(X_i) - 14], \quad (15)$$

სადაც λ - ლაგრანჟის განუსაზღვრელი მამრავლია და გამოდის როგორც დამოუკიდებელი ცვლადი X_i ცვლადების თანაბრად.

თუ ავიღებთ (15) ფუნქციის კერძო წარმოებულებს ყველა ცვლადისათვის და გავუტოლებთ ნულს, მივიღებთ $(i + 1)$ განტოლებათა სისტემას:

$$\partial \Phi / \partial X_i = 0; \quad \partial \Phi / \partial \lambda_2 \quad (16)$$

კერძოდ, ჩვენი შემთხვევისათვის გვექნება:

$$\begin{aligned} 1,8X_1 - X_1 \lambda_2 + 1,1 \lambda_2 - 1 &= 0; \\ 1,4X_2 - 1,1X_3 - 0,8X_2 \lambda_2 - 1,2X_3 \lambda_2 - 1,3 \lambda_2 - 1,2 &= 0; \\ -1,1X_2 + X_3 + 1,2X_2 \lambda_2 - 0,6X_3 \lambda_2 + 0,9 \lambda_2 - 1,5 &= 0; \\ 1,1X_1 + 1,3X_2 + 0,9X_3 - 0,5X_1^2 - 0,4X_2^2 - 0,3X_3^2 + 1,2X_2X_3 + 2 &= 0. \end{aligned} \quad (17)$$

(17) სისტემის ამონახსნს, რომელიც აკმაყოფილებს (5) შეზღუდვებს, კოდირებულ მასშტაბში აქვს შემდეგი სახე:

$$\lambda_2 = 0,20; \quad X_1 = 0,50; \quad X_2 = -0,44; \quad X_3 = -1,73. \quad (18)$$

ფაქტორების ფარდობითი მასშტაბიდან ნატურალურში გადაყვანას ვახდენთ (13) ფორმულებით. გვაქვს

$$t = 65 \text{ }^\circ\text{C}, \quad T = 35,6 \text{ }^\circ\text{C}; \quad n = 4,27 \text{ ლ/კგ.}$$

ამრიგად, ორსახლიანი ჭინჭრიდან ორვალენტური რკინის შემცველი ნაერთების ექსტრაქციის ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმი შეგვიძლია შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ:

$$\begin{aligned} \text{ექსტრაქციის ტემპერატურა} & \quad t = 65 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \text{ექსტრაქციის ხანგრძლივობა} & \quad T = 35,6 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \text{ექსტრაქციის მოდული} & \quad n = 4,27 \text{ ლ/კგ.} \end{aligned}$$

ფაქტორების აღნიშნულ მნიშვნელობებს შეესაბამება პარამეტრების შემდეგი ოპტიმალური მნიშვნელობები:

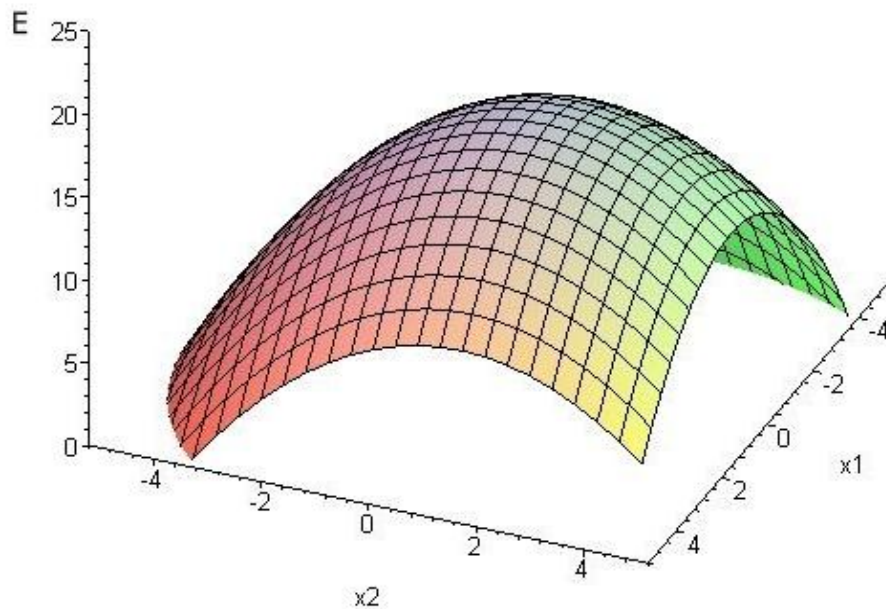
ერთი გ საექსტრაქციო ჰაერმშრალი ორსახლიანი ჭინჭრის მასიდან მიღებული

მშრალი ბიოლოგიურად აქტიური ექსტრაქტის რაოდენობა $E = 14,23$ მგ/გ;

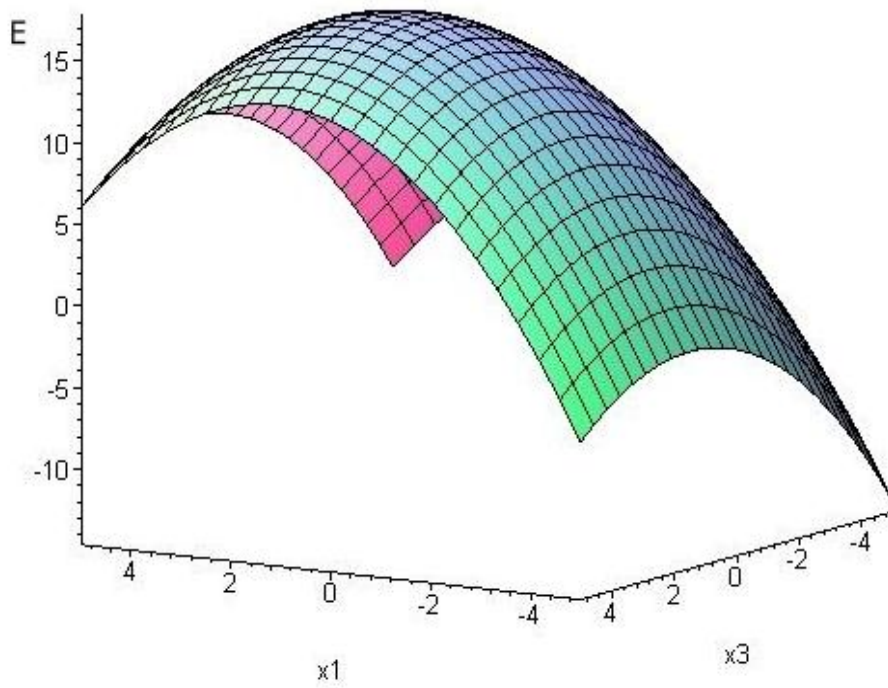
ორსახლიანი ჭინჭრის 1 გ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის რაოდენობა $F = 33,65$ მგ/გ;

ოპტიმალური რეჟიმის დაცვით 1 გ ჰაერმშრალი ჭინჭრის ნედლეულიდან ელემენტური რკინის გამოსავლიანობა $K = 0,479$ მგ/გ.

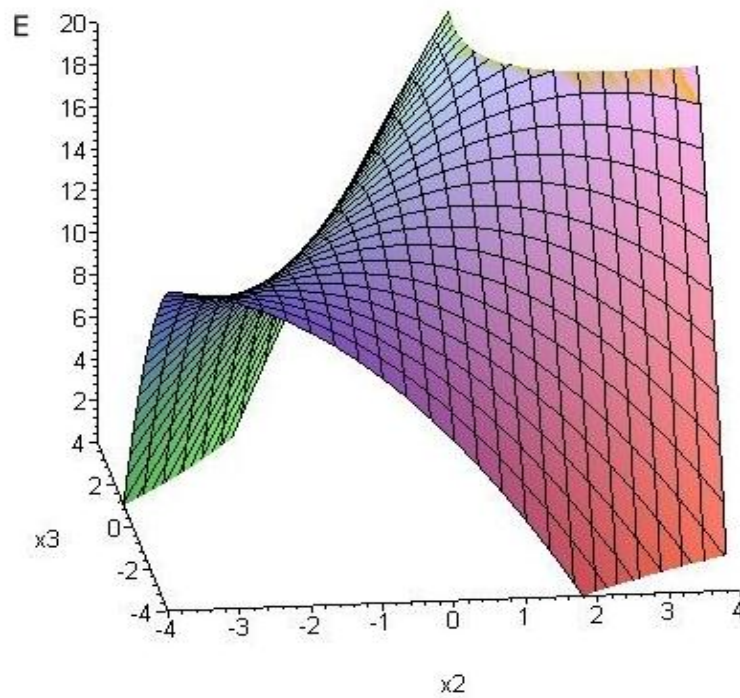
რეგრესიის განტოლებების (10) და (11) გეომეტრიული ინტერპრეტაცია წარმოდგენილია ნახ. 21-26 :



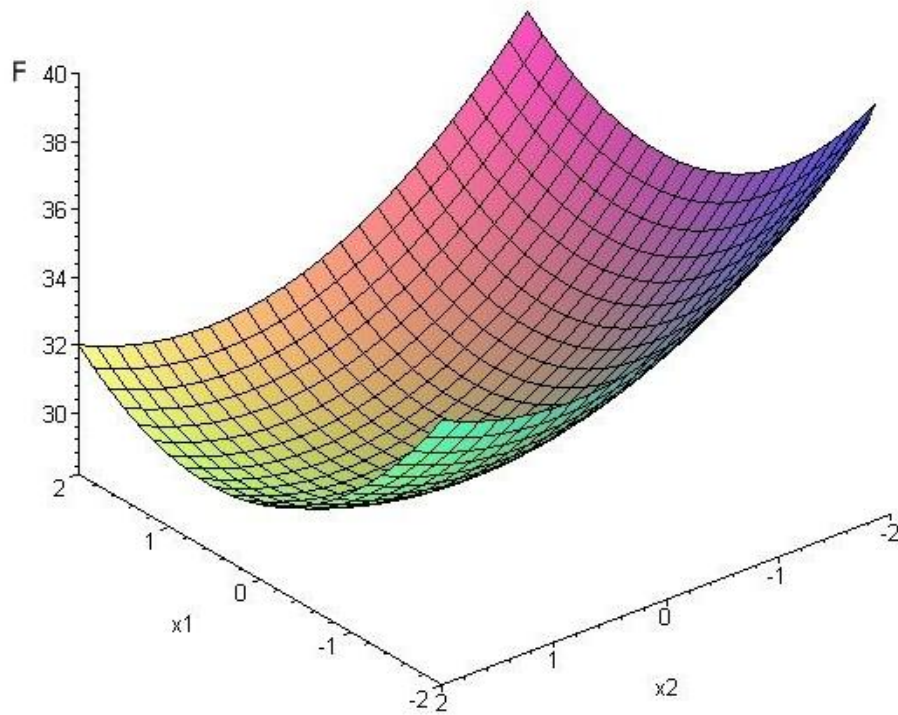
ნახ. 21. ჭინჭრის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და დროზე (X_2)



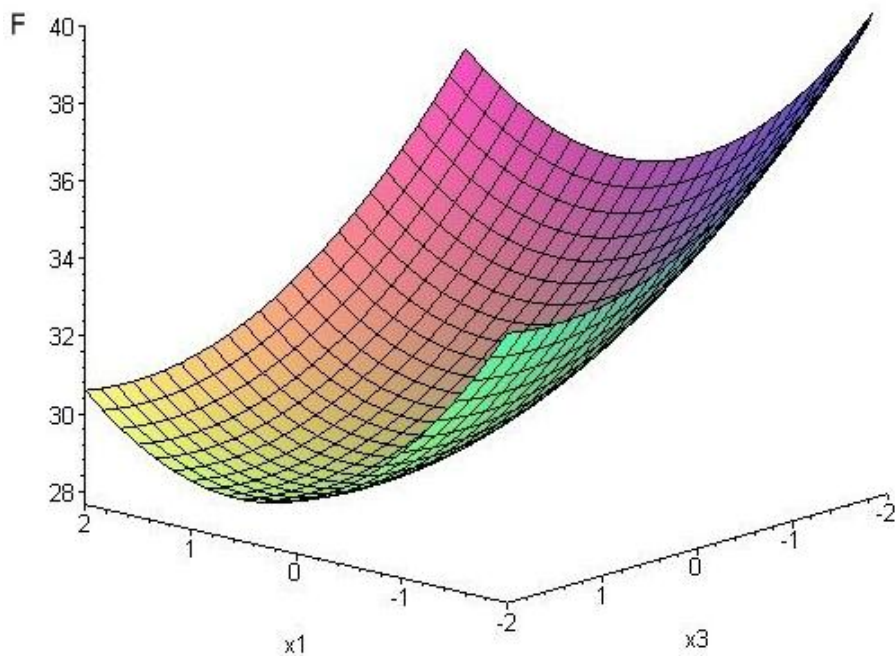
ნახ. 22 . ჭინჭრის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



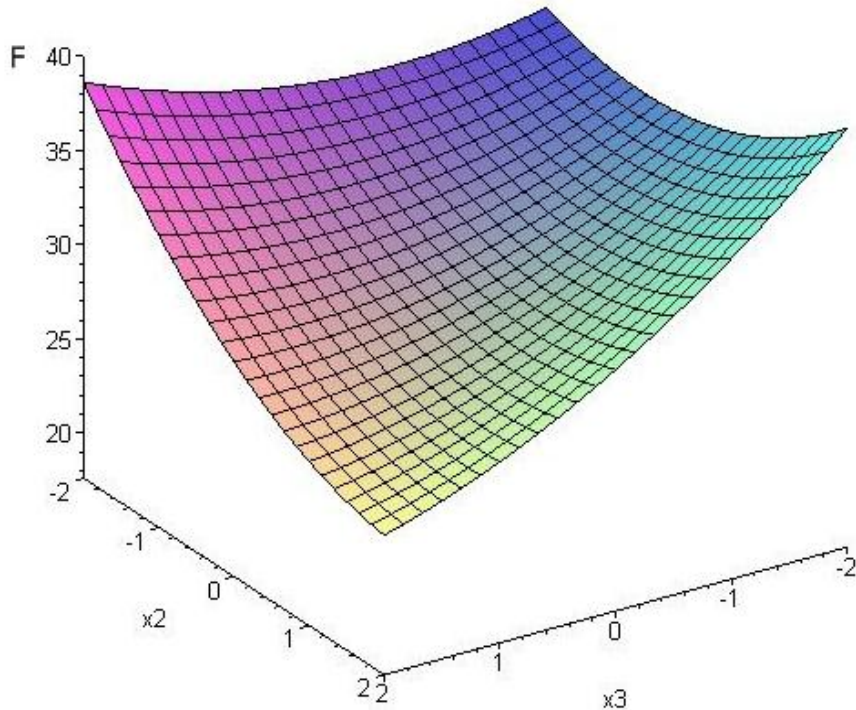
ნახ. 23 . ჭინჭრის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის დროზე (X_2) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



ნახ. 24. ჭინჭრის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ხანგრძლივობაზე (X_2)



ნახ. 25 . ჭინჭრის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



ნახ. 26. ჭინჭრის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ხანგრძლივობაზე (X_2) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)

4.5. მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფის ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის რეალიზაცია.

ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ნედლეულის მსგავსად, საწარმოო ექსპერიმენტი მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფისათვის ასევე ჩავატარეთ სამრეწველო-ექსპერიმენტულ ექსტრაქტორში.

ცენტრალური კომპოზიციური როტატაბელური დაგეგმვის მატრიცა და ცდების შედეგები მოცემულია ცხრ.19. აქაც ექსპერიმენტი შედგება სამფაქტორიანი სრული ფაქტორული ექსპერიმენტისაგან – 8 ცდა, ვარსკვლავურ წერტილებში ცდებისაგან – 6 ცდა და ცდებისაგან ექსპერიმენტის ცენტრში – 6 ცდა. სულ ექსპერიმენტის რეალიზაციისათვის განხორციელდა 20 ცდა.

სისტემატური და შემთხვევითი ცდომილებების ნიველირებისათვის გამოვიყენეთ რანდომიზაციის მეთოდი. ცდები ტარდებოდა შემთხვევითი რიცხვების მიმდევრობით (ცხრ.19). ყველა ცდა ტარდებოდა ერთი და იგივე მეთოდიკით იდენტურ პირობებში.

ექსტრაქციის საწარმოო ექსპერიმენტის დაგეგმვის მატრიცა და
ცდების შედეგები (მოცვის ნაყოფისათვის)

# რიგზე	ცდის #	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁ (E)	Y ₂ (F)
1	13	-1	-1	-1	53,4	2,47
2	9	1	-1	-1	57,8	2,27
3	2	-1	1	-1	53,8	2,45
4	11	1	1	-1	58,2	2,25
5	10	-1	-1	1	52,2	2,39
6	1	1	-1	1	56,6	2,17
7	12	-1	1	1	62,2	1,93
8	3	1	1	1	66,6	1,73
9	14	-1,683	0	0	53,5	2,42
10	5	1,683	0	0	60,9	2,08
11	8	0	-1,683	0	54,1	2,40
12	7	0	1,683	0	62,1	2,00
13	4	0	0	-1,683	55,3	2,39
14	6	0	0	1,683	61,3	1,89
15	15	0	0	0	61,0	1,91
16	16	0	0	0	62,1	1,95
17	17	0	0	0	57,8	2,15
18	18	0	0	0	59,2	2,18
19	19	0	0	0	60,8	1,85
20	20	0	0	0	59,1	1,96

ექსპერიმენტის დაგეგმვის შერჩეული მატრიცის რეალიზაციამ არაარსებითი ეფექტების გამორიცხვის შემდეგ საშუალება მოგვცა საბოლოოდ მოცვის ჰაერმშრალი დაქუცმაცებული ნაყოფიდან რკინის შემცველი კონცენტრატის ექსტრაქციის ტექნოლოგიური პროცესი წარმოგვედგინა შემდეგი სახის ადეკვატური რეგრესიის განტოლებებით კოდირებულ მასშტაბში:

$$E = 60 + 2,2X_1 + 2,6X_2 + 1,8X_3 - 1,0X_1^2 - 0,8X_2^2 - 0,6X_3^2 + 2,4 X_2 X_3 ; \quad [\text{მგ/გ}] \quad (19)$$

$$F = 2,00 - 0,10X_1 - 0,12X_2 - 0,15X_3 + 0,09X_1^2 + 0,07X_2^2 + 0,05X_3^2 - 0,11X_2 X_3 ; \quad [\text{მგ/გ}] \quad (20)$$

ცდების დისპერსიის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრ.20-ში.

ცდების დისპერსიის საანგარიშო მონაცემები

#	Y _{1, ექსპ}	Y _{1, ფორმ}			Y _{2, ექსპ}	Y _{2, ფორმ}		
1	61,0	60	1,0	1,00	1,91	2,00	0,09	0,0081
2	62,1	60	2,1	4,41	1,95	2,00	0,05	0,0025
3	57,8	60	2,2	4,84	2,15	2,00	0,15	0,0225
4	59,2	60	0,8	0,64	2,18	2,00	0,18	0,0324
5	60,8	60	0,8	0,64	1,85	2,00	0,15	0,0225
6	59,1	60	0,9	0,81	1,96	2,00	0,04	0,0016

$(Y_{1, ექსპ} - Y_{1, ფორმ})^2 = 13,34;$ $(Y_{2, ექსპ} - Y_{2, ფორმ})^2 = 0,0896.$

ცდების დისპერსიები იქნება:

E პარამეტრისათვის $S^2_y = 13,34 : 5 = 2,6680;$

F პარამეტრისათვის $S^2_y = 0,0896 : 5 = 0, 0179,$

სადაც $f_1 = N_0 - 1 = 6 - 1 = 5$ – თავისუფლების ხარისხია ექსპერიმენტის ცენტრში;

$N_0 = 6$ ცდების რიცხვია ექსპერიმენტის ცენტრში.

(19) და (20) განტოლებების კოეფიციენტების არსებითობა შევამოწმეთ სტიუდენტის კრიტერიუმით, ხოლო მოდელების ადეკვატურობა – ფიშერის კრიტერიუმით. სტატისტიკური ანალიზის შედეგები 0,95 ალბათობისათვის გვიჩვენებენ განტოლებების ადეკვატურობასა და ვარგისიანობას ნაშრომში დასახული მიზნების რეალიზაციისათვის (ცხრ.21).

რეგრესიის განტოლებების სტატისტიკური ანალიზის შედეგები

მახასიათებლები	f_1	f_2	S^2_y	$F_{ცაზმ}$	$F_{ფიშ.$	$t_{31;0,95}$	α
E, მგ/გ	5	7	2,6680	4,56	4,88	2,086	0,95
F, მგ/გ	5	7	0,0179	4,08	4,88	2,086	0,95

პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს მოქმედი ფაქტორების ვარიაციის პირობებში ყოველი 1 გ მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფიდან ელემენტური რკინის გამოსავლიანობა, მგ/გ. ეს პარამეტრი იანგარიშება, როგორც

$K = (E \times F)/1000$ [მგ/გ] (21)

მიღებულ რეგრესიის განტოლებებში ფაქტორების ფარდობითი მნიშვნელობე-

ბიდან ნატურალურ მნიშვნელობებზე გადასვლას, ექსპერიმენტის პირობების გათვალისწინებით (ცხრ.19), ვაწარმოებთ შემდეგი ფორმულებით:

$$X_1 = (t - 60)/10; \quad X_2 = (T - 40)/10; \quad X_3 = n - 6. \quad (22)$$

ამრიგად, მიღებული ადეკვატური მათემატიკური მოდელები (19) და (20) გვაძლევენ მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფიდან ელემენტური რკინის ნაერთების შემცველი კონცენტრატის ექსტრაქციის ტექნოლოგიური რეჟიმების ანალიზისა და კონტროლის საშუალებას ყოველ კონკრეტულ საწარმოო სიტუაციაში.

მიღებული (19) და (20) მათემატიკური მოდელების სივრცული გამოსახულებები მოცემულია ნახ. 27-32. მათი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ყველა განხილული ფაქტორი მნიშვნელოვნად მოქმედებს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმებზე. ისინი მაქსიმუმს (ზედაპირის პიკურ მდგომარეობას) აღწევენ ექსპერიმენტის ცენტრთან ახლოს. შესაბამისად, ოპტიმუმი X_1 და X_2 ფაქტორებისთვის ექსპერიმენტის ცენტრთან უნდა ვეძებოთ.

როგორც ვხედავთ, მისწრაფება ერთდროულად ისეთი ტექნოლოგიური რეჟიმების ძიებისაკენ, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი იქნება მშრალ ექსტრაქტში ელემენტარული რკინის მაქსიმალური გამოსავლიანობა ($F = \max$), სხვა კომპონენტების (ექსტრაქტული ნივთიერებების, $E = \min$) შესაძლო მინიმალური შემცველობის ფონზე, ამ შემთხვევაშიც შეუძლებელია და საჭიროა კომპრომისული ამოცანის გადაწყვეტა.

ოპტიმიზაციის ამოცანად დავისახეთ ჰაერმშრალი დაქუცმაცებული მოცვის ნაყოფის ერთეული მასის ექსტრაგირებით მიღებულ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის შემცველობის მაქსიმიზაცია, საექსტრაქციო ჰაერმშრალი ჰინჭრიდან ბიოლოგიურად აქტიური მშრალი ექსტრაქტის შეზღუდული რაოდენობით მიღების ფონზე (ამ სიდიდეს ვიღებთ ექსპერიმენტის ცენტრის ახლოს). აღნიშნული ამოცანა ჩვენი შემთხვევისათვის, არაწრფივი პროგრამირების ასპექტში, შესაძლებელია შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ:

$$F(X_i) = \max; \text{ როცა } E(X_i) = 60; \quad -2 \leq X_i \leq 2; \quad i = 1, 2, 3. \quad (23)$$

მიზნობრივი ფუნქციის (5) პირობითი ექსტრემუმის კლასიკურ მეთოდს (მიღებული შეზღუდვების გათვალისწინებით) წარმოადგენს ლაგრანჟის განუსაზღვრელ მამრავლთა მეთოდი. შემოგვაქვს დამხმარე ფუნქცია Φ და პირობითი ექსტრემუმის ამოცანა დაგვყავს უპირობო ექსტრემუმის ამოცანამდე. ეს ფუნქცია ფორმირდება შემდეგი სახით:

$$\Phi = F(X_i) + \lambda_1 [E(X_i) - 60], \quad (24)$$

სადაც λ_1 - ლაგრანჟის განუსაზღვრელი მამრავლია და გამოდის როგორც დამოუკიდებელი ცვლადი X_i ცვლადების თანაბრად.

თუ ავიღებთ (24) ფუნქციის კერძო წარმოებულებს ყველა ცვლადისათვის და გავუტოლებთ ნულს, მივიღებთ $(i + 1)$ განტოლებათა სისტემას:

$$\partial \Phi / \partial X_i = 0; \quad \partial \Phi / \partial \lambda_1 = 0. \quad (25)$$

კერძოდ, ჩვენი შემთხვევისათვის გვექნება:

$$\begin{aligned} -0,1 + 0,09X_1 + 2,2 \lambda_1 - 2X_1 \lambda_1 &= 0; \\ -0,12 + 0,07X_2 - 0,11X_3 + 2,6 \lambda_1 - 1,6X_2 \lambda_1 + 2,4X_3 \lambda_1 &= 0; \\ -0,15 + X_3 - 0,11X_2 + 1,8 \lambda_1 - 1,2X_3 \lambda_1 + 2,4X_2 \lambda_1 &= 0; \\ 2,2X_1 + 2,6X_2 + 1,8X_3 - 1,0X_1^2 - 0,8X_2^2 - 0,6X_3^2 + 2,4 X_2 X_3 &= 0. \end{aligned} \quad (26)$$

(26) სისტემის ამონახსნს, რომელიც აკმაყოფილებს (23) შეზღუდვებს, ფარდობით მასშტაბში აქვს შემდეგი სახე:

$$\lambda_1 = 0,2; \quad X_1 = 1,1; \quad X_2 = 0,65; \quad X_3 = -0,64. \quad (27)$$

ფაქტორების ფარდობითი მასშტაბიდან ნატურალურში გადაყვანას ვახდენთ (22) ფორმულებით. გვაქვს

$$t = 71 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad T = 46,5 \text{ წთ}; \quad n = 5,36 \text{ ლ/კგ.}$$

ამრიგად, მოცვის ნაყოფის ელემენტური რკინის შემცველი ნაერთების ექსტრაქციის ოპტიმალური ტექნოლოგიური რეჟიმი შეგვიძლია შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ:

$$\begin{aligned} \text{ექსტრაქციის ტემპერატურა} & \quad t = 71 \text{ }^{\circ}\text{C}; \\ \text{ექსტრაქციის ხანგრძლივობა} & \quad T = 46,5 \text{ წთ}; \\ \text{ექსტრაქციის მოდული} & \quad n = 5,36 \text{ ლ/კგ.} \end{aligned}$$

ფაქტორების აღნიშნულ მნიშვნელობებს შეესაბამება პარამეტრების შემდეგი ოპტიმალური მნიშვნელობები:

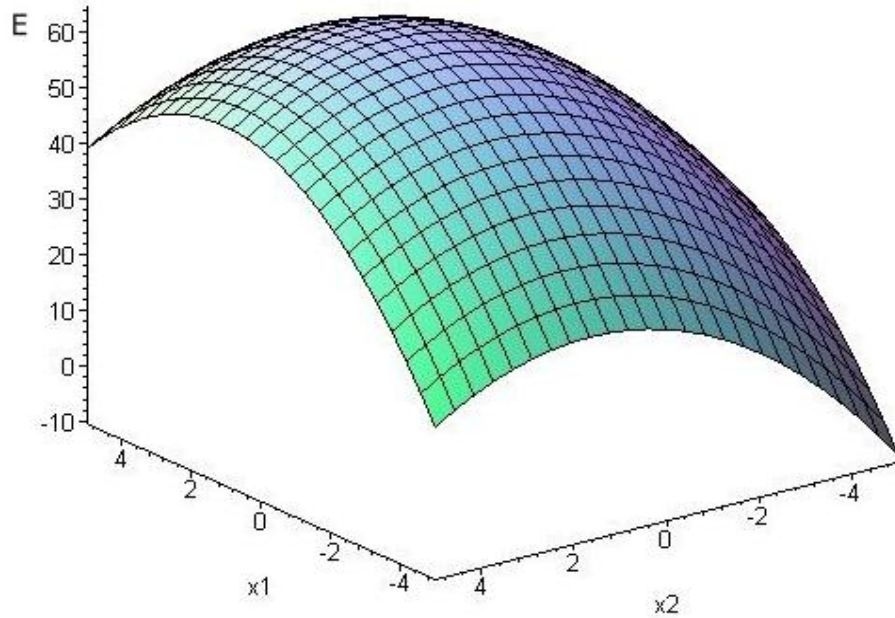
ერთი გ საექსტრაქციო ჰაერმშრალი მოცვის ნაყოფიდან მიღებული მშრალი ბიოლოგიურად აქტიური ექსტრაქტის რაოდენობა, $E = 60,2$ მგ/გ;

მოცვის ნაყოფის 1 გ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის რაოდენობა, $F = 2,353$ მგ/გ;

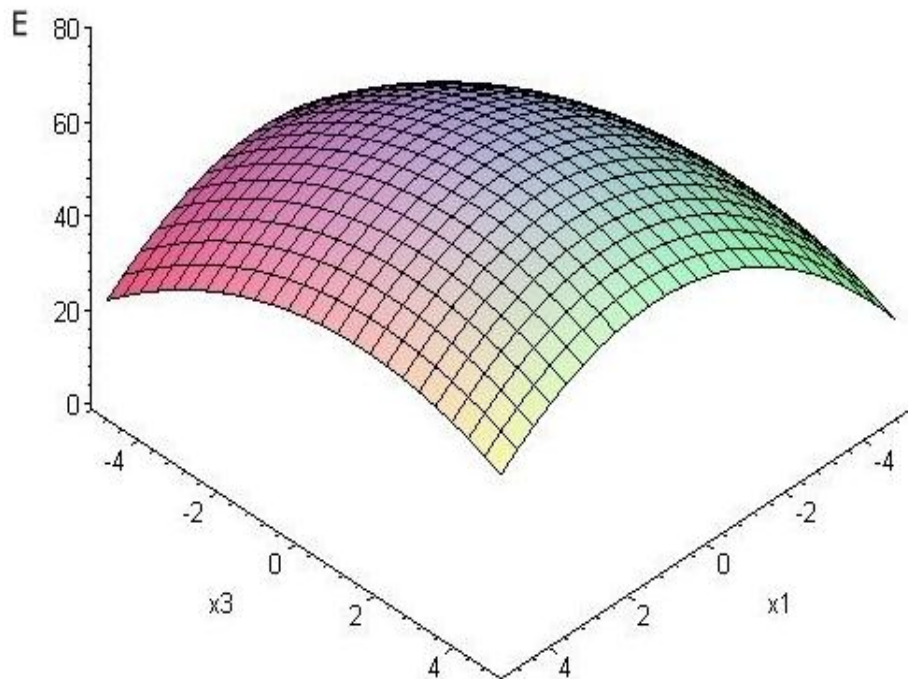
ოპტიმალური რეჟიმის დაცვით 1 გ ჰაერმშრალი დაქუცმაცებული მოცვის

ნაყოფიდან ელემენტური რკინის გამოსავლიანობა , $K = 0,142$ მგ/გ.

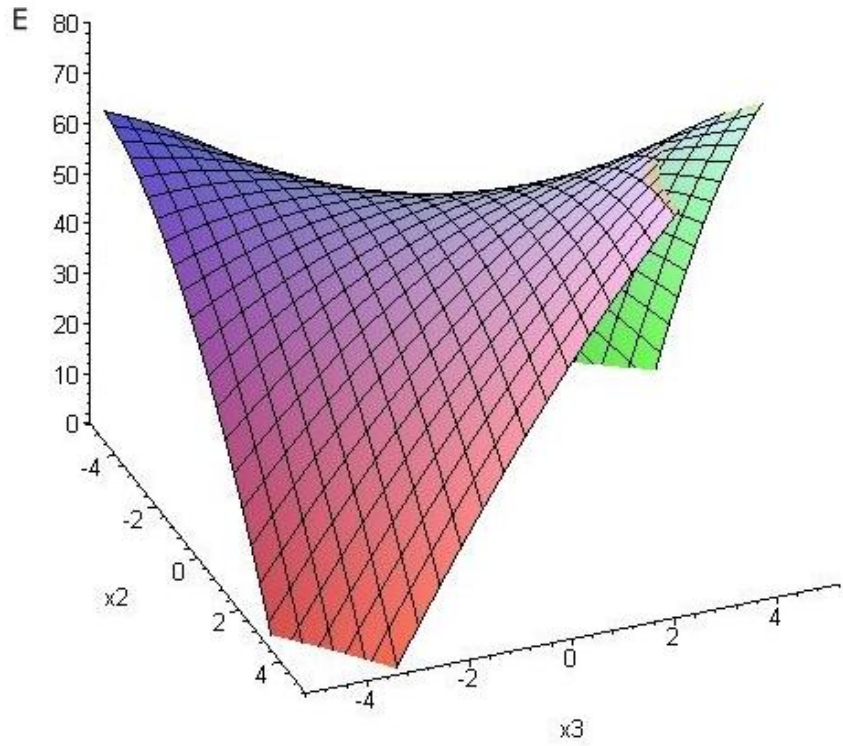
რეგრესიის განტოლებების (19) და (20) გეომეტრიული ინტერპრეტაცია წარმოდგენილია ნახ. 27-32 :



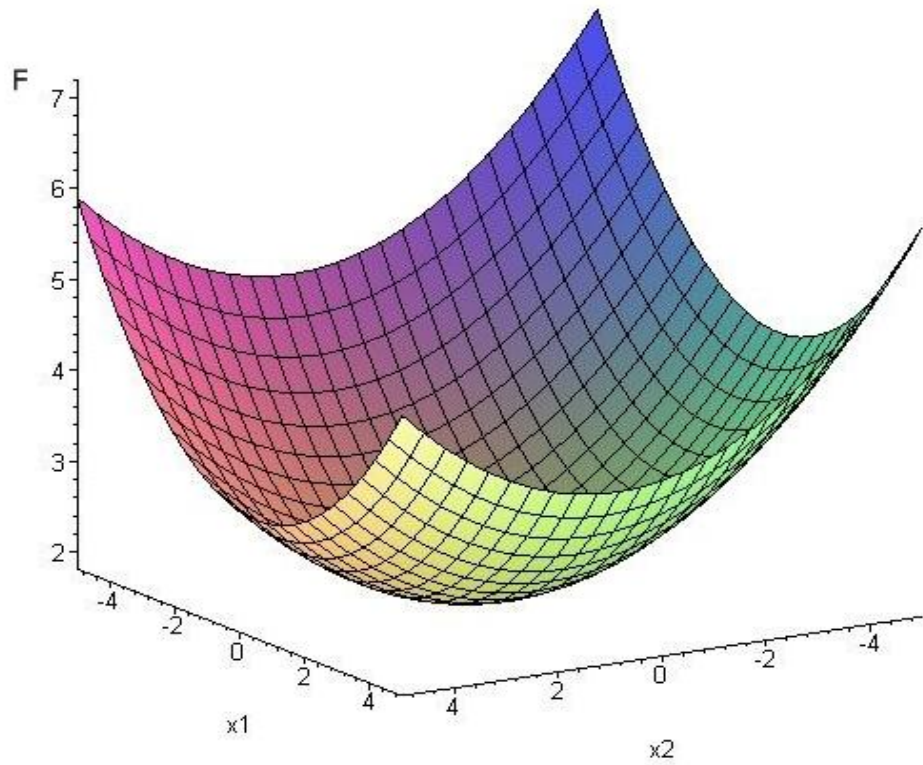
ნახ. 27. მოცვის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ხანგრძლივობაზე (X_2)



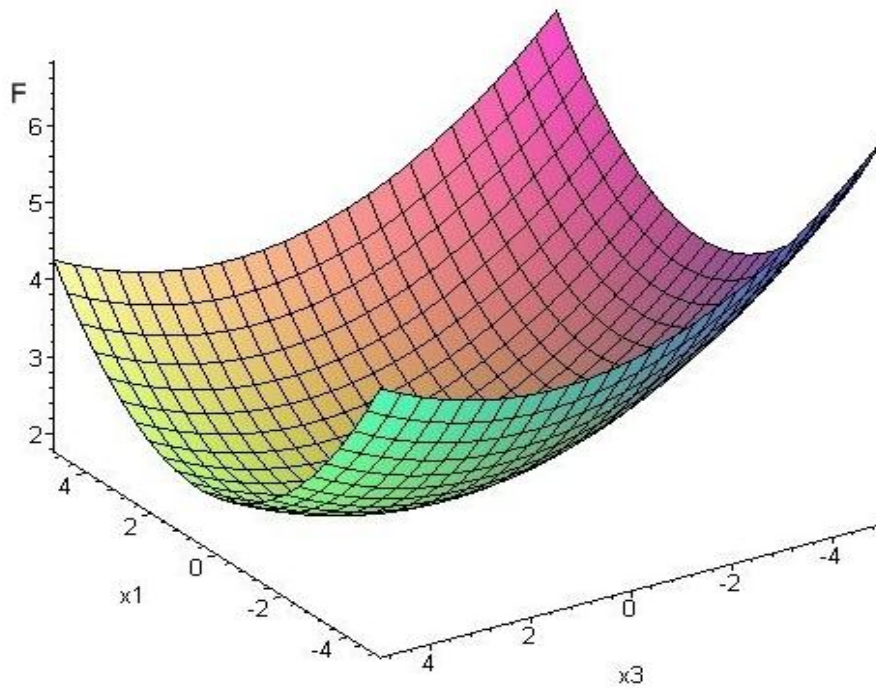
ნახ. 28. მოცვის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



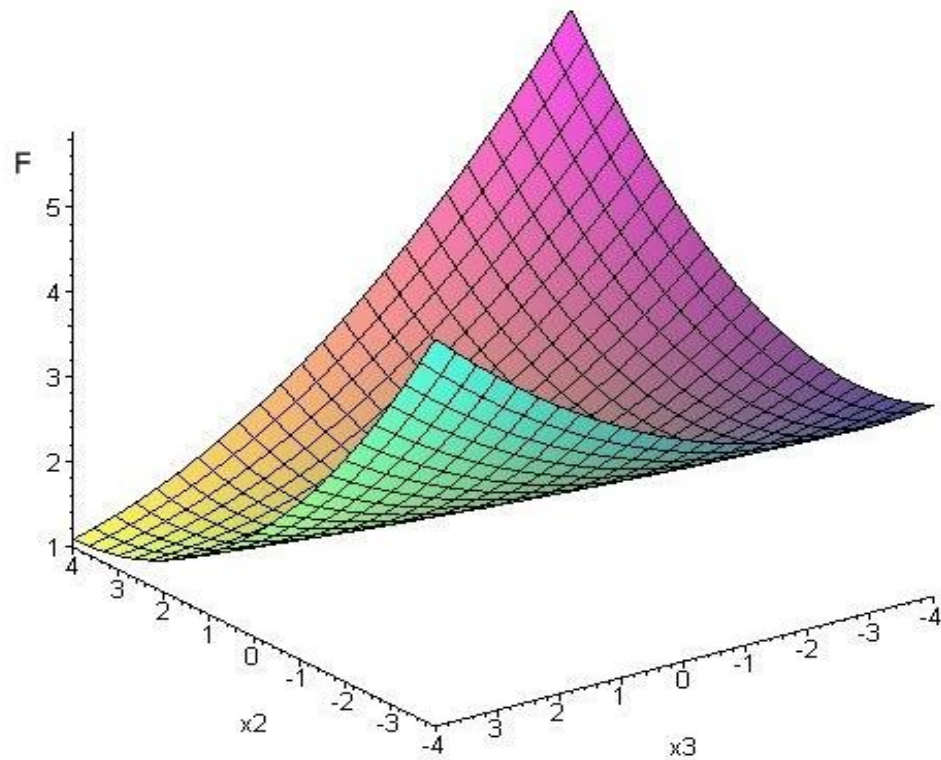
ნახ. 29. მოცვის ექსტრაქტის რაოდენობის (E) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ხანგრძლივობაზე (X_2) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



ნახ. 30. მოცვის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ხანგრძლივობაზე (X_2)



ნახ. 31 . მოცვის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ტემპერატურაზე (X_1) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)



ნახ. 32 . მოცვის ექსტრაქტში რკინის რაოდენობის (F) დამოკიდებულება ექსტრაქციის ხანგრძლივობაზე (X_2) და ექსტრაქციის მოდულზე (X_3)

4.6. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო- პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაცია

4.6.1. ფიტოპრეპარატების ნამდვილობის დადგენა

შემუშავებული ფიტოპრეპარატების სტანდარტიზაცია, მათი სამკურნალო-წამლო დანიშნულებიდან გამომდინარე, მოვახდინეთ მზა პრეპარატებში ორვალენტური (Fe^{+2}) ან სამვალენტური (Fe^{+3}) რკინის იონების განსაზღვრით.

ხარისხობრივი რეაქციების ჩასატარებლად დავამზადეთ ფიტოპრეპარატების წყალხსნარები და ჩავატარეთ ტუტე რეაქციები.

ჭინჭრის პრეპარატისათვის: 1,02 გ (1 აბი) პრეპარატს ვაქუცმაცებდით, ვათავსებდით 50 მლ კოლბაში, ვუმატებდით 10 მლ გასუფთავებულ $60-70^{\circ}C$ -მდე გამთბარ წყალს, შევანჯღრევდით 2-3 წუთის განმავლობაში და ვფილტრავდით.

მოცვის პრეპარატისათვის: 9 გ (1 პაკეტი) პრეპარატს ვუმატებდით 50 მლ გასუფთავებულ $60-70^{\circ}C$ -მდე გამთბარ წყალს, შევანჯღრევდით 2-3 წუთის განმავლობაში და ვფილტრავდით.

როგორც ჭინჭრის, ისე მოცვის ფიტოპრეპარატების 1 მლ ფილტრატს ოთახის ტემპერატურაზე ვუმატებდით 0,1 გ NaOH-ს. თუ ხსნარში არის რკინის სამვალენტური იონები Fe^{+3} , მაშინ წარმოიქმნება რკინის მურა ჰიდროქსიდი $Fe(OH)_3$. ის წყალში უხსნადია და ილექება. ნალექის მურა ფერი მიუთითებს მასში სამვალენტური რკინის იონების არსებობაზე. თუ ხსნარში არის რკინის ორვალენტური იონები Fe^{+2} , მაშინ წარმოიქმნება რკინის რუხი-მწვანე ჰიდროქსიდი $Fe(OH)_2$. ის წყალში უხსნადია და ილექება. ნალექის რუხი-მწვანე ფერი მიუთითებს მასში ორვალენტური რკინის იონების არსებობაზე.

ყველა სხვა შემთხვევაში ექვს იწვევს ფიტოპრეპარატების ნამდვილობა და ხარისხობრივ რეაქციებს ვატარებთ უკვე სხვა რეაქტივებით, მაგალითად, ყვითელი სისხლოვანი მარილით (უნდა მივიღოთ ბერლინის ლაჟვარდის ლურჯი ნალექი) ან კალიუმის როდანდით (უნდა მივიღოთ წითელი ფერის ნივთიერება) - სამვალენტური რკინის იონების აღმოსაჩენად; წითელი სისხლოვანი მარილით (უნდა მივიღოთ მუქი ლურჯი ფერის ნალექი - ტურნბულის ლურჯი) - ორვალენტური რკინის იონების აღმოსაჩენად.

4.6.2. ფიტოპრეპარატებში რკინის იონების რაოდენობრივი ანალიზი

შემუშავებულ მზა ფიტოპრეპარატებში ორვალენტიანი (Fe^{+2}) ან სამვალენტიანი (Fe^{+3}) რკინის იონების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის შევარჩიეთ ატომურ-აბსორბციული სპექტროფოტომეტრიის მეთოდი.

ამ მეთოდის გამოყენებისას ხდება აალების თერმული ენერჯის გამოყენება ნივთიერების ატომებად დასაშლელად. ამ დროს ელემენტის (ჩვენ შემთხვევაში რკინის) არაიონიზირებული და დაუკავშირებელი ატომები შთანთქავენ მათთვის (რკინის) დამახასიათებელი სიხშირის სინათლის სპექტრს. საინტერესო ელემენტის შემცველობის რაოდენობრივად შესაფასებლად განისაზღვრება ატომების მიერ მიწოდებული სინათლის შთანთქმის ხარისხი. განსაზღვრელი ელემენტის (რკინის) აბსორბციული ხაზის (ხაზების) სპექტრი ძალზე ვიწროა და შეესაბამება ამ ელემენტის (რკინის) რეზონანსულ ხაზს. გაზომვები თანამედროვე ატომურ-აბსორბციულ სპექტროფოტომეტრებში მიმდინარეობს ავტომატურ რეჟიმში რეალურ დროში.

ანალიზისათვის მოსამზადებლად 2-3 აბს (ჭინჭრის პრეპარატისათვის) ან 1 პაკეტს (მოცვის პრეპარატისათვის) გულდასმით ვაქუცმაცებდით აგატის როდინში.

ფიტოპრეპარატებში რკინის შემცველობის განსაზღვრა მოვახდინეთ Agilen Technologies წარმოების ატომურ-აბსორბციულ სპექტროფოტომეტრზე, რომელშიც შეგვქონდა მომზადებული ნიმუშები მასით (1000 +/- 5) მგ. განსაზღვრა მოვახდინეთ სამჯერადი განმეორებით თითოეული ფიტოპრეპარატისათვის. სტანდარტიზაციისათვის ჩავატარეთ ცდების ხუთ-ხუთი სერია თითოეული ფიტოპრეპარატისათვის.

ექსპერიმენტის შედეგების სტატისტიკურ დამუშავებას მოვახდინეთ სფ.XI-ის რეკომენდაციების მიხედვით.

რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკურ ფიტოპრეპარატებში რკინის შემცველობის მეტროლოგიური მახასიათებლები მოცემულია ცხრ.22-ში .

რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო- პროფილაქტიკურ ფიტოპრეპარატებში
რკინისშემცველი იონების რაოდენობრივი განსაზღვრის შედეგები %,
(n=5, P=95 %, $t_p = 2,78$)

სერიის	ჭინჭრის ფიტოპრეპარატისათვის,			მოცვის ფიტოპრეპარატისათვის,		
	მგ/აბი			მგ/პაკეტი		
№	$\bar{X} \pm \Delta X$	$S_{\bar{x}}$	$\varepsilon, \%$	$\bar{X} \pm \Delta X$	$S_{\bar{x}}$	$\varepsilon, \%$
1	14,69+/-1,80	0,0804	1,03	15,20+/-0,022	0,0394	1,61
2	14,94+/- 0,101	0,0451	0,57	15,22+/-0,014	0,0539	0,53
3	14,77+/- 0,164	0,0734	0,94	14,95+/-0,031	0,0248	0,24
4	15,15+/- 0,042	0,0186	0,21	14,84+/-0,035	0,0338	0,39
5	15,07+/- 0,033	0,0148	0,19	14,85+/-0,032	0,0199	1,15

ამრიგად, რკინის იონების შემცველობამ ჭინჭრის ფიტოპრეპარატის ერთ აბში შეადგინა 14,69+/-1,80-დან 15,15+/-0,042-მდე, ხოლო მოცვის ფიტოპრეპარატის ერთ პაკეტში 14,67+/-0,035-დან 15,22+/-0,014-მდე, რაც ახლოსაა საწარმოო-ტექნოლოგიურ მონაცემებთან.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ფიტოპრეპარატებზე დროებითი ფარმაცოსტატიების შემუშავებისას შესაძლებელია გაკეთდეს შემდეგი რეკომენდაციები: რკინის იონების შემცველობა ჭინჭრის ფიტოპრეპარატის თითოეულ აბში (1020 მგ) უნდა იყოს არანაკლები 14,6 მგ, ხოლო მოცვის ფიტოპრეპარატის თითოეულ პაკეტში (9 000 მგ) არანაკლები 14,8 მგ.

4.7. რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავება.

4.7.1. საკითხის დასმა

რკინის პრეპარატები წარმოადგენენ ორ ან სამვალენტო რკინის მარილების ან კომპლექსების შემცველი სამკურნალო საშუალებების ჯგუფს, რომლებიც გამოიყენებიან, ძირითადად, რკინადეფიციტური ანემიის მკურნალობისა და

პროფილაქტიკისათვის.

ორვალენტური რკინის მარილების შემცველი პრეპარატების ძირითადი წარმომადგენლებია რკინის ჰეპტაჰიდრატ სულფატის ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ფუძეზე დამზადებული საშუალებები (ელემენტარული რკინის შემცველობა მარილში შეადგენს 20%-ს). ეს მარილი კარგად იხსნება წყალში და გამოირჩევა შედარებით მაღალი ბიომისაწვდომობით.

რკინადეფიციტური ანემიის პროფილაქტიკისა და მკურნალობისათვის გამოყენებული ორ და სამვალენტური რკინის მარილების შემცველი პრეპარატები (ტარდიფერონი, კონფერონი, ფეროგრადუმენტი, ფერუმ-ლექვი, ტოტემა და სხვ.) წარმოდგენილი არიან სხვადასხვა ფორმით (აბები, დრაჟე, ამპულა, კაფსულა) და შედგენილობით [51,52,53].

ყველაზე ხშირად პრეპარატების შედგენილობაში, სხვა კომპონენტებთან ერთად, შედის ასკორბინის მჟავა. თუ პრეპარატის შედგენილობაში შემავალი რკინა ავსებს ამ იონის დეფიციტს ორგანიზმში და ასტიმულირებს ერითროპოეზს, ასკორბინის მჟავა თავისი აღმდგენი თვისებების წყალობით ხელს უწყობს და აუმჯობესებს რკინის შეწოვას [86,87,88].

რკინადეფიციტური ანემიის პროფილაქტიკისა და მკურნალობისათვის გამოყენებული პრეპარატების შედგენილობის ანალიზის საფუძველზე შევიმუშავეთ მცენარეული კომპლექსების ორი კომპოზიცია:

კომპოზიცია 1

- ჰაერმშრალი დისპერგირებული ორსახლიანი ჭინჭრის ნედლეულის რკინის შემცველი ექსტრაქტი;
- ჰაერმშრალი ნანოდისპერგირებული ასკილის რბილობი (ასკორბინის მჟავის შემცველად);
- ფოლის მჟავა (როგორც სისხლშემოქმედების სტიმულატორი) ;

კომპოზიცია 2

- მოცვის ჰაერმშრალი დისპერგირებული ნაყოფის რკინის შემცველი ექსტრაქტი;
- ჰაერმშრალი ნანოდისპერგირებული ასკილის რბილობი (ასკორბინის მჟავის შემცველად);
- ფოლის მჟავა (როგორც სისხლშემოქმედების სტიმულატორი).

ფიტოპრეპარატების რეცეპტურების შედგენისა და სამკურნალო ფორმების დასადგენად ვიხელმძღვანელოთ საკუთარი ექსპერიმენტული მონაცემებით, მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციისა და სხვა კომპეტენტური ნორმატივებითა და რეკომენდაციებით [51,54,58].

4.7.2. ჭინჭრის ექსტრაქტის ფუმეზე რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის მიღების ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება

აღნიშნული ფიტოპრეპარატი მიზანშეწონილია წარმოვადგინოთ აბების სახით ისე, რომ თითოეული აბის შემადგენლობაში, კომპონენტების დოზების არსებული რეკომენდაციების თანახმად, შევიდეს:

- 15 მგ ელემენტური რკინა;
- 7,5 მგ ასკორბინის მჟავა;
- 2 მგ ფოლის მჟავა.

ჩვენს მიერ შესრულებულმა ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ორსახლიანი ჭინჭრის ოპტიმალურ რეჟიმზე ექსტრაქციით მიღებულ 1 გრამ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის შემცველობაა არანაკლები 32-33 მგ. ასევე, ჩვენს მიერ ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ 1 გრამ ჰაერმშრალ ასკილის დისპერგირებულ რბილობში ასკორბინის მჟავას შემცველობაა 15 მგ. 1 მგ ფოლის მჟავას შემცველი სტანდარტული ტაბლეტების მასაა 20 მგ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, თითოეული აბის შემადგენლობაში შევა:

- ორსახლიანი ჭინჭრის ექსტრაქტი - 480 მგ;
- დისპერგირებული ასკილის რბილობი - 500 მგ;
- ფოლის მჟავას ფხვნილი - 40 მგ.

სულ ფიტოპრეპარატის ერთი აბის საერთო მასა - 1020 მგ (1,02 გ).

ორსახლიანი ჭინჭრის რკინის იონების შემცველი რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის მიღების ფარმაცევტულ-ტექნოლოგიური სქემა შეგვიძლია შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოვადგინოთ:

1. წარმოების სანიტარული დამუშავება

- 1.1. ჰაერის მომზადება;
- 1.2. სადეზინფექციო ხსნარების მომზადება სანიტარული დამუშავებისათვის;
- 1.3. საამქროსა და დანადგარების მომზადება;

- 1.4. პერსონალის მომზადება;
- 1.5. ტექნოლოგიური ტანსაცმლის მომზადება.

2. ნედლეულის მომზადება

- 2.1. გაწმენდილი წყლის მიღება;
- 2.2. ჰაერმშრალი ორსახლიანი ჭინჭრის დისპერგირება;
- 2.3. ჰაერმშრალი ასკილის რბილობის დისპერგირება;
- 2.4. ფოლის მჟავას აბების დაქუცმაცება.

3. ორსახლიანი ჭინჭრის რკინის შემცველი მშრალი ექსტრაქტის მიღება

- 3.1. ექსტრაქცია წყლით;
- 3.2. ექსტრაქტის შესქელება ვაკუუმში;
- 3.3. ექსტრაქტის საბოლოო შრობა ვაკუუმში;
- 3.4. ექსტრაქტის დაქუცმაცება.

4. კომპონენტების დოზირება, შერევა და კომპოზიციის მიღება

- 4.1. კომპონენტების დოზირება;
- 4.2. კომპონენტების შერევა და კომპოზიციის მიღება.

5. კომპოზიციის ტაბლეტირება.

6. მზა პროდუქციის სტანდარტიზაცია.

7. აბების დახარისხება, დაფასოება და შეფუთვა.

8. მზა პროდუქციის საწყობი.

ამრიგად, დამუშავებულია რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ახალი ფიტოპრეპარატის მიღების ფარმაცევტულ-ტექნოლოგიური სქემა. პრეპარატში მოქმედი ნივთიერების - ელემენტური რკინის შემცველ კომპონენტად აღებულია ორსახლიანი ჭინჭრის ჩვენს მიერ სპეციალურად დამუშავებული ტექნოლოგიით მიღებული მშრალი ექსტრაქტი. ასკორბინის მჟავა პრეპარატში წარმოდგენილია ჰაერმშრალი დისპერგირებული ასკილის რბილობის სახით, ხოლო ფოლის მჟავა წარმოდგენილია ფოლის მჟავას სტანდარტული დაქუცმაცებული აბების სახით.

ორსახლიანი ჭინჭრის რკინის იონების შემცველი რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის მიღების ფარმაცევტულ - ტექნოლოგიური სქემა წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

4.7.3. მოცვის ექსტრაქტის ფუბეზე რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის მიღების ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება.

აღნიშნული ფიტოპრეპარატი მიზანშეწონილია წარმოვადგინოთ ფიტოჩაის სახით ისე, რომ თითოეული კომპოზიციის შემადგენლობაში კომპონენტების დოზების არსებული რეკომენდაციების თანახმად შევიდეს:

- 15 მგ ელემენტური რკინა;
- 15 მგ ასკორბინის მჟავა;
- 2,5 მგ ფოლის მჟავა.

კომპოზიციაში ასკორბინისა და ფოლის მჟავების გაზრდილი დოზები ამ ვიტამინების ცხელი წყლით ნაწილობრივ დაშლასთანაა დაკავშირებული.

ჩვენს მიერ შესრულებულმა ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფის ოპტიმალურ რეჟიმზე ექსტრაქციით მიღებულ 1 გრამ მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის შემცველობაა არანაკლები 2,3 მგ. ასევე, ჩვენს მიერ ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ 1 გრამ ჰაერმშრალ ასკილის დისპერგირებულ რბილობში ასკორბინის მჟავას შემცველობაა 15 მგ, ხოლო 1 მგ ფოლის მჟავას შემცველი სტანდარტული ტაბლეტების მასაა 20 მგ.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, თითოეული დოზის შემადგენლობაში შევა:

- მოცვის ექსტრაქტი - 7500 მგ;
- დისპერგირებული ასკილის რბილობი - 1000 მგ;
- ფოლის მჟავას აბები - 50 მგ.

სულ ფიტოპრეპარატის ერთი დოზის საერთო მასა - 9 000 მგ (9 გ).

მოცვის ნაყოფის ორვალენტის რკინის იონების შემცველი რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის (ფიტოჩაის სახით ფილტრ-პაკეტებში) მიღების ფარმაცევტულ - ტექნოლოგიური სქემა შეგვიძლია შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოვადგინოთ:

1. წარმოების სანიტარული დამუშავება

- 1.1. ჰაერის მომზადება;
- 1.2. სადეზინფექციო ხსნარების მომზადება სანიტარული დამუშავებისათვის;
- 1.3. საამქროსა და დანადგარების მომზადება;
- 1.4. პერსონალის მომზადება;

1.5. ტექნოლოგიური ტანსაცმლის მომზადება.

2. ნედლეულის მომზადება

2.1. გაწმენდილი წყლის მიღება;

2.2. ჰაერმშრალი მოცვის ნაყოფის დისპერგირება;

2.3. ჰაერმშრალი ასკილის რბილობის დისპერგირება;

2.4. ფოლის მჟავას აბების დაქუცმაცება.

3. ორსახლიანი ჭინჭრის რკინის შემცველი მშრალი ექსტრაქტის მიღება

3.1. ექსტრაქცია წყლით;

3.2. ექსტრაქტის შესქელება ვაკუუმში;

3.3. ექსტრაქტის საბოლოო შრობა ვაკუუმში;

3.4. ექსტრაქტის დაქუცმაცება.

4. კომპონენტების დოზირება, შერევა და კომპოზიციის მიღება

4.1. კომპონენტების დოზირება;

4.2. კომპონენტების შერევა და კომპოზიციის მიღება.

5. კომპოზიციის დაფასოება ფილტრ-პაკეტებში

6. მზა პროდუქციის სტანდარტიზაცია.

7. ფილტრ-პაკეტების დაფასოება და შეფუთვა.

8. მზა პროდუქციის საწყობი.

ამრიგად, დამუშავებულია რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ახალი ფიტოპრეპარატის მიღების ფარმაცევტულ-ტექნოლოგიური სქემა. პრეპარატში მოქმედი ნივთიერების - ელემენტური რკინის შემცველ კომპონენტად აღებულია მოცვის ნაყოფის ჩვენს მიერ სპეციალურად დამუშავებული ტექნოლოგიით მიღებული მშრალი ექსტრაქტი. ასკორბინის მჟავა პრეპარატში წარმოდგენილია ჰაერმშრალი დისპერგირებული ასკილის რბილობის სახით, ხოლო ფოლის მჟავა წარმოდგენილია ფოლის მჟავას სტანდარტული დაქუცმაცებული აბების სახით.

მოცვის ნაყოფის ორგალენტური რკინის იონების შემცველი რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის (ფიტოჩაის სახით ფილტრ-პაკეტებში) მიღების ფარმაცევტულ - ტექნოლოგიური სქემა წარმოდგენილია შემდეგი სახით:

საერთო დასკვნები

1. კვლევებით დადგენილია რკინის დეფიციტის და რკინადეფიციტური ანემიის განვითარების დამოკიდებულება არაბალანსირებულ და რკინით ღარიბი პროდუქტებით კვებასთან; განსაზღვრულია რკინადეფიციტური ანემიის რისკის ფაქტორები და რისკის ჯგუფები; შესწავლილია არსებული რკინის პრეპარატების გვერდითი მოვლენები და მცენარეული სამკურნალწამლო საშუალებების უპირატესობები.

2. შესწავლილია საქართველოს ეკოლოგიურად სუფთა მთიან რაიონებში ველურად მზარდი ზოგიერთი სამკურნალო მცენარის, კერძოდ, ორსახლიანი ჭინჭრის, ლურჯი მოცვის, ანწლის და ველური ასკილის სამკურნალო-ფარმაკოლოგიური თვისებები.

3. მაღალი წნევის სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით განსაზღვრული და იდენტიფიცირებულია აღნიშნული სამკურნალო მცენარეების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. დადგენილია ფლავონოიდური გლიკოზიდების, ფლავონოლების, ანტოციანების, ორგანული მჟავების, ამინომჟავების, ასკორბინის მჟავის და სხვა ნაერთების სახეები და რაოდენობა ჩამოთვლილ მცენარეთა ნაწილებში.

4. ატომურ-აბსორბციული მეთოდით განსაზღვრულია ორსახლიანი ჭინჭრის გამომშრალ ფოთლებში, ლურჯი მოცვის და ანწლის მწიფე ჰაერმშრალ ნაყოფებში, ასევე მათ ექსტრაქტებში ელემენტური რკინის რაოდენობა.

5. შესწავლილი და იდენტიფიცირებულია სამკურნალო ნედლეულის სტრუქტურული აგებულება და ფუნქციონალური ჯგუფები ინფრაწითელი სპექტრომეტრის მეთოდით. ამავე მეთოდით მრავალჯერადად გამოკვლეულია მცენარეული კომპოზიციები და დადგენილია სამკურნალო კომპოზიტების ნარევის მდგრადობა.

6. ლაბორატორიული გამოკვლევებით შეირჩა და საწარმოო-ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს დაექვემდებარა ელემენტური რკინის შედარებით დიდი რაოდენობის შემცველი მცენარეული ნედლეული, კერძოდ, ორსახლიანი ჭინჭრის ჰაერმშრალი ფოთოლი და მოცვის ჰაერმშრალი ნაყოფი. ექსპერიმენტით მიღებული ოპტიმიზაციის შედეგი საფუძვლად დაედო რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ახალი მცენარეული კომპოზიციების შექმნას და მათი წარმოების

ფარმაცევტული ტექნოლოგიის შემუშავებას.

7. შემუშავებულია ტექნოლოგიური რეჟიმები, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილია მცენარეული ნედლეულის მშრალ ექსტრაქტში ელემენტური რკინის მაქსიმალური გამოსავლიანობა ექსტრაქტული ნივთიერებების მინიმალური შემცველობის ფონზე. დადგენილია ჰაერმშრალი მცენარეული მასიდან მიღებული მშრალი ბიოლოგიურად აქტიური ექსტრაქტების ოპტიმალური რაოდენობა და მათში ელემენტური რკინის შემცველობა.

8. შედგენილია რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ორი ახალი მცენარეული კომპოზიციის რეცეპტურა, რომლის შემადგენლობაშიც არსებული რკინის რაოდენობა პრაქტიკულად აკმაყოფილებს ადამიანის ორგანიზმის საშუალო დღიურ მოთხოვნილებას ამ იონზე, ასკორბინის მჟავა თავისი აღმდგენი თვისებების გათვალისწინებით ასტიმულირებს რკინის შეწოვას, ხოლო ფოლის მჟავა აუმჯობესებს ერითროპოეზს და პოტენცირებას უკეთებს პრეპარატის კომპონენტების სამკურნალო ეფექტს.

9. სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატის აბში ელემენტური რკინის შემცველ კომპონენტად აღებულია ორსახლიანი ჭინჭრის სპეციალურად დამუშავებული ტექნოლოგიით მიღებული მშრალი ექსტრაქტი, ასკორბინის მჟავა წარმოდგენილია ჰაერმშრალი დისპერგირებული ასკილის რბილობის სახით, ხოლო ფოლის მჟავა - სტანდარტული დისპერგირებული აბების სახით, შემდეგი თანაფარდობით: 480 : 500 : 40 (მგ).

10. სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოჩაის ნაკრებში ელემენტური რკინის შემცველ კომპონენტად აღებულია ლურჯი მოცვის სპეციალურად დამუშავებული ტექნოლოგიით მიღებული მშრალი ექსტრაქტი, ასკორბინის მჟავა წარმოდგენილია ჰაერმშრალი დისპერგირებული ასკილის რბილობის სახით, ხოლო ფოლის მჟავა - სტანდარტული დისპერგირებული აბების სახით, შემდეგი თანაფარდობით: 7500 : 1000 : 50 (მგ).

11. შემუშავებულია რკინადეფიციტური ანემიის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ფიტოპრეპარატების წარმოების ფარმაცევტულ - ტექნოლოგიური სქემა.

ლიტერატურა

1. თურმანაული გ. სამედიცინო ფარმაკოლოგია ფარმაკოთერაპიით. ტომი 1,2,3. თბილისი: ცის ნამი. 2004.
2. ხარკვეციხი დ.ა. ფარმაკოლოგია. თბილისი: მთაწმინდელი. 2008. 819გვ.
3. დათეშიძე ლ., შენგელია ა., შენგელია ვ. ქართული სამედიცინო ენციკლოპედია. თბილისი: 2005. „ტექინფორმის“ დეპონენტი N: 1247. თეიმურაზ ჩიგოგიძის რედაქციით.
4. დათეშიძე ლ. საქართველოში სამედიცინო მცენარეთა წარმოების ინფრასტრუქტურის განვითარების საკითხები. თბილისი: მეცნიერება. 2000. ევრაზიის ფონდის გრანტი, USAID - ის რესურსები.
5. ხვედელიძე ვ., ბუცხრიკიძე ბ. მცენარეული ექსტრაქტების ტექნოლოგია. ქუთაისი: აწსუ. 2011.
6. ტატიშვილი ნ., სიმონია ს., შინაგანი სნეულებანი. თბილისი, 2002.
7. Гематология. Новейший справочник под ред. Абдулкадирова К.М. Москва, Эскмо. 2004. 928 с.
8. Гематология. Руководство для врачей, под. Ред. Мамаева Н.Н., Рябова С.И. Санкт-Петербург: Спецлит. 2008. 543 с.
9. Идельсон Л.И. Гипохромные анемии. Москва: Медицина. 1981.
10. Вуд М.Э. Секреты гематологии и онкологии. Пер. с англ. М: Бином. 1997. 560 с.
11. Всемирная организация здравоохранения. 55 сессия Всемирной Ансамблеи Здравоохранения. „Факторы риска для здоровья“. Заседания круглого стола на уровне министров. 2002.
11. Машковский М.Д. Лекарственные средства. Пособие для врачей. М: Новая волна. Т.1,2.
12. Современная иллюстрированная энциклопедия. Гл. ред. А. П. Горкин. Москва: Росмэню 2006. 560 с.
13. Арнальд-Шнебеллен Б., П. Гетц, Э. Грассар и др. Энциклопедия лекарственных растений. Пер. на русский язык ЗАО «Издательский дом Ридерз Дайджест». Испания: Ридерз Дайджест, 2004. 351с.
14. Барабанов Е.И. Ботаника. Учебник для студ. высш. учеб. заведений. Москва: «Академия», 2006. 448 с.

15. Яковлев Г.П. Лекарственное растительное сырье. Петербург: СпецЛит. 2003. 673с.
16. Пещуха В. С. Фармакогностическое изучение крапивы коноплевой. Автореферат дис. Канд. Фарм. Наук. Улан-Удэ. 2009.
17. Биологически активные вещества растительного происхождения. Справ. в 3-х т. Авт. Б.Н. Головкин, Р.Н. Руденская, И.А. Трофимова, А.И. Шретер. Москва: Наука. 2001.
18. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растения. Учеб. Пособие. Изд-во С-Петербур. гос. ун-та. 1999. 232 с.
19. Гравель И.В. Содержание тяжелых металлов в сырье некоторых лекарственных растений произрастающих в условиях атмосферного загрязнения. М.: Колос. 2000. 231с.
20. Романовский В.Е., Синькова Е.А. Витамины и витаминотерапия. Ростов на Дону: Феникс. 2000. 320 с.
21. Мартинчик А.Н. Физиология питания, санитария и гигиена. Учеб. для студентов сред. проф. учеб. Заведений. М.: Академия, 2002. 190с.
22. Березов, Т. Т. Биологическая химия. Учеб. для студентов мед. Вузов. М.: Медицина, 2004. 703с.
23. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Полная энциклопедия лекарственных растений. С-Пб.: Нева; М., Олма-пресс. Т1,2. 1999 г.
24. Морозкина Т.С., Мойсеёнок А.Г. Витамины. Минск, ООО Асар. 2002. 112 с.
25. Абдулин И.Ф. Органические антиоксиданты как объекты анализа. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2001. Т.167. № 6. С.3-13.
26. Неумывакин И.П., Шиповник. М.: Диля, 2008, 128С
27. Батяева Т. А. Лечение ягодами и плодами. Шиповник, рябина, облепиха. М.: Полиграфуслуги. 2006-7. С. 240.
28. Тайпурова А.М. Эффективность основных групп препаратов железа, фармакоэкономика и качество жизни при лечении анемии беременных : дис. Канд. Мед. Наук. Санкт-Петербург, 2008.135 с.
29. Соколов, С.Я. Фитотерапия и фитофармокология. Руководство для врачей. М.: Мед. информ. агенство, 2000. 976с.
30. Муравьева, Д.А. Фармакогнозия. Учебник. М.: Медицина, 2002. 653 с.
31. Радзинский В.Е., Михайленко Е.Т., Захаров К.А. Лекарственные растения и биологически активные добавки в акушерстве и гинекологии. М.: Изд-во РУДН, 2002.

32. Черненко Г.Ф., Шмидт Э.Н. Химия в интересах устойчивого развития. М.: 1997. вып.5. С.95-103.
33. Ушанова В.М., Ушанов С.В., Репях С.М. Влияние степени измельчения сырья на процесс экстракции. Изв. Вузов. Лесной журнал. 1998. №1. С.101-105.
34. Бычков А.Л., Королев К.Г., Рябчикова Е.И. Изменения клеточной стенки при механической активации растительной и дрожжевой биомассы. Химия растительного сырья. 2006. № 1. С.49-56.
35. Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Ким Н.Ю. Химия растительного сырья. 2000. №1. С.95-100.
36. Молчанов Г.И. Интенсивная обработка лекарственного сырья. М.: Медицина. 1981.
37. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Пер. с англ. М.: 1976.
38. Стыскин Е.Л., Ициксон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.:1986.
39. Шатц В.Д., Сахартова О.В. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Рига: Зинатне. 1988.
40. Зубарева Г. М. Анализ состояния биологических систем с помощью ИК-спектроскопии: автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.б.н. М.: 2005. 44 с.
41. Зорич В. А. Математический анализ. Часть 1. изд. 2-е, испр. и доп. М.: ФАЗИС, 1997.
42. Акулич И.Л. Задачи нелинейного программирования. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 1986. 319 с.
43. Бурлев, В.А. Антиоксидантные витамины у беременных с железодефицитной анемией и гестозом на фоне лечения. Акушерство и гинекология. 2002. № 6. С. 16-20.
44. Коноводова Е.Н. Анемия после кесарева сечения. Материалы IV Рос. науч. форума (21-25 октября 2002 г.). М.: 2002. Т. 1. С. 330-332.
45. Белобородов В.В., Брик В.Н., Прокофьев А.В. Извлечение биологически активных веществ из пряно-ароматического сырья в системе процессов экстрагирования-отжим. Масложировая промышленность. 1995. №1-2.
46. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система твёрдое тело-жидкость, Ленинград: Химия, 1974.
47. Кошевой Е. П. Селективная экстракция растительного сырья в сложных технологических системах. Дис. на соискание уч. ст.д. т. н. М.: МТИПП, 1982.

48. Сиюхов Х.Р. Совершенствование процесса экстрагирования растительных материалов жидкой двуокисью углерода. Автореф. Канд. Дисс. Краснодар, 2001.-24 с.
49. Кизим И.Е. Технология получения и применения экстрактов из субтропического растительного сырья. Автореф. канд. дисс. Краснодар, 1999. 25с.
50. Скачков В. В., Торнер Р. В., Стунгур Ю. В., Раутов С. В. Моделирование и оптимизация экстракции полимеров Л.: Химия. 1984. С. 152.
51. Киселева Т.Л. Разработка методологических подходов к созданию лекарственных средств природного происхождения на основе опыта традиционной медицины России. Автореф. докт. дисс. СПб. 2000. 44 с.
52. Международная Фармакопея. Изд. 3. т 1. Общие методы анализа. М.: Наука. 1990.
53. Международная Фармакопея. Издание 3. т. 2. Спецификация для контроля качества фармацевтических препаратов. М.: Наука, 1990.
54. Емельянова С.А. Государственная система контроля качества, эффективности, безопасности лекарственных средств. Территориальная контрольно-аналитическая лаборатория: учебное пособие. Сибирский государственный медицинский университет. 2009.
55. Георгиевский В.В. Физико-химические методы анализа биологически активных веществ растительного происхождения. Ашхабад : Вышш. шк. 1976. 178 с.
56. Избранные лекции по фармакогнозии. Под ред Г.И. Олешко. Пермь: 2003. 336 с.
57. Никонов Г.К. Основы современной фитотерапии. М. : Медицина, 2005. 520 с.
58. Руководство по стандартизации лекарственных средств. Под ред. Р.У. Хабриева, В.Л. Багировой, В.Б.Герасимова. М.: Медицина, 2006. 350с.
59. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. Учебное пособие для ВУЗов. М.: ГЭОТАР-МЕД. 2004.
60. Linder MC., Moriya M., Whon A et al. Vesicular transport of Fe and interaction with other metal ions in polarized Caco2 Cell monolayers. Biol Res, 2006. 143-146.
61. Umbreit J.N., Conrad M.E., Moore E.G., Latour L.F. Iron Absorption and Cellular Transport: The Mobilferrin, Paraferitin Paradigm. Seminars in Hematology. W.B. Saunders. 1998. 13-26.
62. Anemia, Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia, ILSI publication. 2002. <http://jn.nutrition.org/content/131/2/565S.full>

63. Iron Deficiency Anemia. Assessment, Prevention and Control. A guide for programme managers. United Nations Children's Fund, United Nations University, World Health Organization, 2001.
65. National nutrition improvement strategy. UNICEF in Uzbekistan. 2004.
66. Anaemia Prevention and control: mid-term evaluation for UNICEF-CARK Regional Office Central Asia Republics and Kazakhstan. Dr. Ian Darnton-Hill. Human Nutrition Institute, Columbia University. New York, USA, 2002.
67. Cook JD. Newer aspects of the diagnosis and treatment of iron deficiency. American Society of Hematology Educational Program Book. 2003. 40-61p.
68. Cook JD. Diagnosis and management of iron deficiency anemia. Best Pract Res Clin Haematol 2005. 319p.
69. Berger J., Dillon J. Control of iron deficiency in developing countries. 2002.
70. Demayer EM. et. Al. Preventing and Controlling iron deficiency anemia through primary health care. Geneva, WHO, 1989.
71. Goddard A.F., Mc Intyre AS., Scott B.B. Guidelines for the management of the iron Deficiency Anemia. British Society of Gastroenterology Gut 2000. 46 suppl 3-4.
72. Conrad ME., Shast K., Talowera F. Sacher Ra., Mckanna R., Besa EC. Iron deficiency Anemia Oct 4. 2006.
73. Rockey DC. Simple Guideline introduced for Diagnosing, Evaluating Iron Deficiency Anemia. Am J. Med 2002. 113; 281-87.
74. Guatt GH., Oxman AD., Ali M., William A., Mellroy W., Patterson C. Laboratory diagnosis of iron deficiency anemia an overview LJ. Gen. Intern med 1992; 7: 145-53.
75. Bothwell Th. Iron requirements in pregnancy and strategies to meet them. Am J. Clin Nutr 2000.
76. Cuervo LG., Mahomed K. Treatments for iron deficiency anemia in pregnancy (Cochrane Review). In: the Cochrane Library. Oxford.2003.
77. Mahomed K. Iron supplementation in pregnancy (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 2 2003 Oxford.
78. Stolzfus RS., Dreyfuss ML. Guidelines for the use of Iron supplements to Prevent and Treat Iron Deficiency. INACG 2005.

79. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control. Recommendations to prevent and control iron deficiency in the United States. *MMWR* 1998; 47 (RR3): 1-36.
80. Allen L. Anemia and Iron Deficiency, Effects on Pregnancy Outcomes. *Am J Clin Nutr* 2000.
81. Healthy eating during pregnancy and lactation. WHO Regional office for Europe, Copenhagen 1998.
82. Radtke H., Tegtmeir S., Rocker L., Salama A., Kiesewetter H. Daily doses of 20mg of elemental iron compensate for iron loss in regular blood donors: a randomized, double-blind placebo-controlled study. *Transfusion* 2004; 44: 1427-32.
83. Akhtar M.J., Khan M.A., Ahmad I. High performance liquid chromatographic determination of folic acid and its photodegradation products in the presence of riboflavin. *J. Pharm. Biomed. Anal.* Ahmad I. 1997. 16, 95-99.
84. Thompson S., Torres M., Stevenson R., Dean J., Best R. Periconceptional vitamin use, dietary folate and occurrent neural tube defected pregnancies in a high risk population. *Ann Epidemiol.* 2000. 10(7). 476.
85. Quinn LA., Thompson SJ., Ott MK. Application of the social ecological model in folic acid public health initiatives. *J. Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2005. 34(6). 672-681.
86. O'Neill J. Do folic acid supplements reduce facial clefts. *Evid Based Dent.* 2008. 9(3). 82-83.
87. Grosse SD., Collins JS. Folic acid supplementation and neural tube defect recurrence prevention. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2007. 79(11). 737-742.
88. Pitkin RM. Folate and neural tube defects. *Am J Clin Nutr.* 2007. 85(1). 285S-288S.
89. Olsen SF., Knudsen VK. Folic acid for the prevention of neural tube defects. The Danish experience. *Food Nutr Bull.* 2008. 29(2). S205-S209.
90. Nagpal J., Choudhury P. Iron Formulations in Pediatric Practice. *Indian Pediatrics.* 2004. T. 41. C. 807-815.
91. Ball G. *Vitamins: Their Role in the Human Body.* 2004, 449 p.
92. Bender D.A. *Nutritional Biochemistry of the Vitamins.* Cambridge University Press, 2003, 514 p.
93. Bogden J.D., Klevay L.M., Eds. *Clinical Nutrition of the Essential Trace Elements and Minerals.* Humana Press, 2000, 416 p.

94. Grotewold E., Ed. *The Science of Flavonoids*, Springer, 2006, 274 p.
95. Levy T.E. *Optimal Nutrition for Optimal Health*, McGraw Hill, 2001, 269 p.
96. Hanelt P. *Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops*. Springer, 2001. 447p.
97. Blanchan, Neltje *Wild Flowers: An Aid to Knowledge of our Wild Flowers and their Insect Visitors*. Project Gutenberg Literary Archive Foundation, 2002.
98. Rushforth, K. *Trees of Britain and Europe*. HarperCollins. 1999.
99. Canter P.H. Antocyanosides of *Vaccinium myrtillus* (bilberry) for night vision a systematic review of placebo-controlled trials. 2004. №1. 38-50p.
100. Mertz C., Gancel A., Gunata Z., Alter P., Dhuique-Mayer C., Vaillant F., Perez A. M., Ruales J., Brat P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. *J. Food Compos. Anal.* 2009, 22, 381–387.
101. Puupponen-Pimia R. Nohynek L., Alakomi H., Oksman-Caldentey K. Bioactive berry compounds. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2005, 67, 8–18.
102. Leslie W., Boxin Ou. Antioxidant Activity and Phenolic Content of Oregon Caneberries. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 3495-3500.
103. Swain T., Hillis W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J. sci food agric.* 1959.
104. Botinov E.X., Drenin A.A., Makarova A.B. Chemistry of vegetative raw materials. 2006. №1. p. 45-48.
105. *Fresh Bilberry fruit*, Ph Eur monograph 1602. 2005.
106. Shahidi F., Naczki M. *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press: Boca Raton, FL, 2004; pp 131-155, 490.
107. Rice-Evans C.A., Miller N.J., Papanga G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol. Med.* 1996, 20, 933-956.
108. Nakatani N., Kikuzaki H., Hikida J., Ohba M., Inami O., Tamura I. *Acylated anthocyanins from fruits of Sambucus canadensis*. *Phytochemistry*. Osaka City University, Japan, 1995.
109. Abuja PM., Murkovic M., Pfannhauser W. Antioxidant and prooxidant activities of elderberry (*Sambucus nigra*) extract in low-density lipoprotein oxidation. *J Agric Food Chem.* 1998;46:4091-4096.

110. Harthmann C., Delgado A. Numerical simulation of the mechanics of a yeast cell under high hydrostatic pressure. *Journal of Biomechanics*. 2004. V.37. Pp.977-987.
111. Demirdöven N., Cheatum C.M., Chung H.S., Khalil M., Knoester J., Tokmakoff A. Two-dimensional infrared spectroscopy of antiparallel beta-sheet secondary structure. *Journal of the American Chemical Society* 126 (25). 2004.
112. Cserhati T., Forgacs E., Morais M. H., Mota T. LC - GC Europe. 2000. №4. P. 254—260.
113. ევროპული ფარმაკოპეის ვებგვერდი:
<http://www.twirpx.com/file/548878> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.02.2013.
114. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ვებგვერდი: <http://www.who.int/en/>
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.02.2013.
115. საქართველოს კანონი წამლისა და ფარმაცევტული საქმიანობის შესახებ.
ვებგვერდი: <http://moh.itdc.ge/files/PDF/07.pdf> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.02.2013.