

სსიპ იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

## ზაზა ბააზოვი

### „თაფლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფა ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით

წარმოდგენილია სასურსათო ტექნოლოგიის დოქტორის (0721.2.1)

აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თელავი, 2024

სამუშაო შესრულებულია იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარულ, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ტექნოლოგიების ფაკულტეტზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

მარიამ ხოსიტაშვილი, ტექნიკის  
მეცნიერებათა დოქტორი,  
საინჟინრო აკადემიის  
აკადემიკოსი, პროფესორი

რეცენზენტები: 1. გურამ პაპუნძე  
2. ოლანი გოცირიძე  
3. იოსიფ მესიკ

დაცვა შედგება 2024 წლის 30 04 12 საათზე

იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარულ, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ტექნოლოგიების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე: კორპუსი I აუდიტორია 213

ქ. თელავი, უნივერსიტეტის გამზირი #1.

ტელ.: +995250272401

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკაში და ვებ-გვერდზე <http://tesau.edu.ge>

მაცნე დაიგზავნა 04.04.2024 წ.

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი

ქიმიის მეც. აკ. დოქტორი

მზია ღაღლიშვილი

## დისერტაციის ზოგადი დახასიათება

ალკოჰოლური სასმელები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან საწყისი ნედლეულითა და დამზადების ტექნოლოგიის მიხედვით, რომელიც აისახება სასმელის ხარისხზე, გემოსა და არომატზე. თავლის ალკოჰოლური სასმელი („ღვინო“, არაყი და სხ.) არის ორიგინალური სასმელი, რომელიც გამოირჩევა სხვა ალკოჰოლური სასმელებისაგან სპეციფიკური თავლის არომატითა და გემოთი, რომლის ორგანოლექტიური თვისებები სხვა მახასიათებლებთან ერთად განაპირობებენ პროდუქციის ხარისხს. თავლის წარმოება (მეფუტკრეობა) მსოფლიოში და მათ შორის საქართველოშიც მნიშვნელოვანი შემოსავლის მომტანი საქმიანობაა. ადგილობრივ მეფუტკრეებს შიდა და საერთაშორისო ბაზრებზე თავლის დაბალი ფასების გამო პროდუქციის რეალიზაციის პრობლემა ექმნებათ. საქართველოში წარმოებული თავლის რეალიზაცია რთულია და სხვადასხვა მიზეზების გამო წლების განმავლობაში სრულად არ ხდება. ასეთი თავლის მარაგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს ისეთი სხვადასხვა სახის ალკოჰოლური სასმელების მისაღებად, რომლებიც ხასიათდება თავლის სასიამოვნო არომატითა და გემოთი. „თავლის ღვინო“, ალკოჰოლური სასმელები (თავლისგან გამოხდილი სპირტით) და სხვა სასმელების წარმოება თანდათან ინერგება. ალკოჰოლური სასმელების მომზადებისთვის ვარგისია, როგორც არაკონდიციური (დაშაქრული), ასევე მანანა და მათრობელა თავლი, ფიჭიანი ჩარჩოების ანათალი და სხვა მეფუტკრეობის ნარჩენები. საჭიროა ძიება იმ გზებისა, რომელიც მოგვცემს საშუალებას აღნიშნული თავლი გამოვიყენოთ სხვადასხვა სახის ალკოჰოლური სასმელების დამზადებისა და შემდგომ მათ რეალიზაციისათვის; ეს პრობლემა დღეისათვის მეტად **აქტუალურ საკითხს** წარმოადგენს.

**კვლევის მიზანს წარმოადგენს** „თავლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფა ფუტკრის მიერ შეგროვილი თავლისა და ფერმენტირებული ყვავილის მტკრის გამოყენებით. „თავლის ღვინის“ მისაღებად საჭიროა თავლის შაქარმა განიცადოს ალკოჰოლური დუღილი, რომლის სრულყოფილად წარმართვისათვის და შაქრის ბოლომდე დადუღებისათვის თავლი უნდა მივიყვანოთ წყლის განზავებით ყურძნის ტკბილის კონდიცამდე და შევიტანოთ საფუარის წმინდა კულტურა. საფუარის გამრავლებისათვის საკვებ არედ გამოყენებული უნდა იქნას ბიოლოგიურად

აქტიურ ნივთიერებებით მდიდარი ყვავილის მტვრიანიდან მოპოვებული მტვერი, რომლის უჯრედი ძნელად დასაშლელია და მოვებნით მისი დაშლის ოპტიმალური გზები.

კვლევისათვის საჭირო იყო შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა: ყვავილის მტვრის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა, მისი მარცვლის დაშლისათვის ფერმენტების შერჩევა, მარცვლის უჯრედის დაშლის პროდუქტების გამოკვლევა, ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში და ფერმენტირებულ სუსპენზიაში ამინომჟავებისა ცილის რაოდენობის განსაზღვრა. ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზიით ალკოჰოლური დუდილის წარმართვა და მიმდინარე პროცესში ამინომჟავების გავლნა შესაბამისი უმაღლესი სპირტების, ალდეჰიდების, აცეტალბებისა და ეთრების ჯამური რაოდენობის წარმოქმნაზე.

### **„თაფლის ღვინის“ მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება და ტექნოლოგიური სქემის შედგენა**

**კვლევის სიახლეს** წარმოადგენს ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლა პროტეოლიტური ფერმენტ პროტეაზის მოქმედებით, პეპტიდური ცილის დაშლის პროდუქტების (ამინომჟავებით) ხელშეწყობით ტკბილის დუდილის ბოლომდე წარმართვა და „თაფლის ღვინის“ გამდიდრება არომატული სპირტებით.

#### **კვლევის პრაქტიკაში გამოყენება:**

1. ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლა კომპლექსური პროტეოლიტური ფერმენტით და გამოყენება „თაფლის ღვინის“ წარმოებაში;
2. შერჩეული იქნა ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლის ფერმენტი და დადგენილი იქნა ფერმენტის მოქმედების პირობები;
3. შედგენილი, დამტკიცებული და დანერგული იქნა თაფლის ტკბილის ალკოჰოლური დუდილის ჩატარების ინსტრუქცია;
4. შემუშავებული და დამტკიცებული იქნა „თაფლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგია ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით.
5. „ღვინის“ კვლევის შედეგების პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემის საფუძველზე შემუშავებული იქნა

„თაფლის ღვინის“ დამზადების სამეურნეო ობიექტის სტანდარტი. მიღებული სტანდარტის მიხედვით შპს „სუბკულტურა“ - ში დამზადდა და რეალიზირებული იქნა „თაფლის მშრალი და ცქრიალა ღვინოები“.

კვლევის შედეგების **პრაქტიკული მნიშვნელობა** მდგომარეობს იმაში, რომ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემის საფუძველზე შემუშავებული იქნა „თაფლის ღვინის“ დამზადების სამეურნეო ობიექტის სტანდარტი. მიღებული სტანდარტის მიხედვით შპს „სუბკულტურა“ - ში დამზადდა და რეალიზირებული იქნა „თაფლის მშრალი და ცქრიალა ღვინო“.

**მიღებული შედეგების საიმედოობა** გამოიხატება იმით, რომ კვლევა ჩატარებულია თანამედროვე მეთოდებით მაღალ ეფექტური და მაღალმგრძობიარე აპარატურაზე. ანალიზები ტარდებოდა ოთხ-ოთხი განმეორებით, რომელთა საშუალო შედეგები დამუშავებულია მათემატუკური სტატისტიკით.

#### **აპრობაცია.**

სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების შედეგები ყოველწლიურად (2017-2023 წწ) იხილებოდა იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგარარულ, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ტექნოლოგიების ფაკულტეტზე და ადგილობრივ და სართაშორისო კონფერენციებზე.

#### **პუბლიკაცია.**

სადისერტაციო სამუშაოს ძირითად შედეგებზე გამოქვეყნებულია ადგილობრივ და სართაშორისო გამომცემლობებში 12 სამეცნიერო ნაშრომი.

#### **დისერტაციის სტრუქტურა და მოცულობა.**

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: ნაშრომის ზოგადი დახასიათების, ლიტერატურული მიმოხილვის, ექსპერიმენტალური ნაწილის, დასკვნებისა და დანართისაგან. დისერტაცია შედგება – 156 გვერდისაგან (ძირითადი ნაწილი 139 და დანართი 17 გვერდი), რომელიც შეიცავს 9 სქემას, 2 დიაგრამას, 36 ცხრილსა და 26 ქრომატოგრამას. გამოყენებული ლიტერატურის სია მოიცავს 90 დასახელებას.

## ექსპერიმენტალური ნაწილი

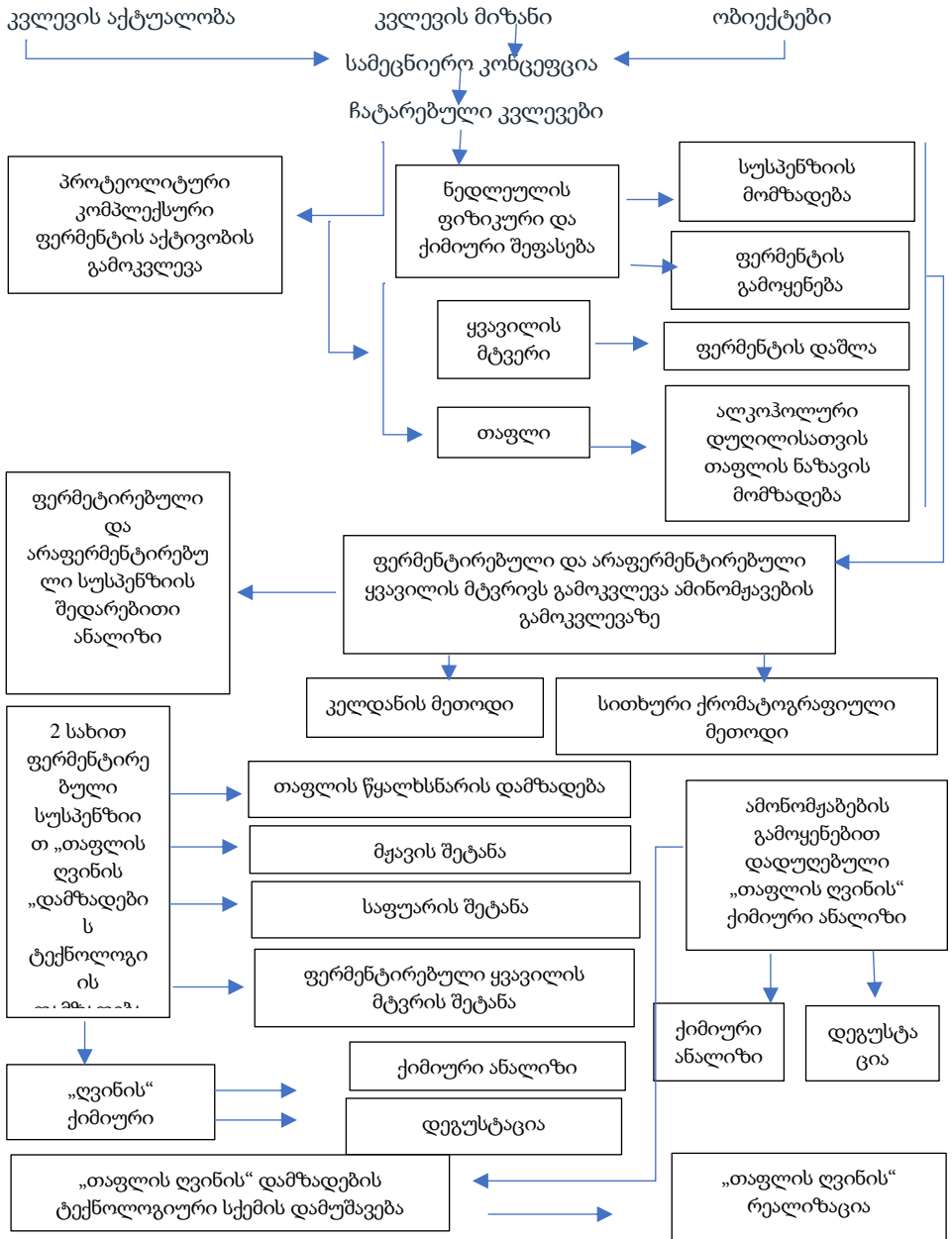
### კვლევის ობიექტებისა და მეთოდების დიზაინი

ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით „თაფლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფა შევძელით სამეცნიერო ექსპერიმენტის ჩატარებით, კონკრეტული, სანდო მონაცემების შეგროვებით: თაფლის ტკბილს შეუქმნით გარკვეული პირობები ფერმენტაციის გზით ყვავილის მტვრის უჯრედის დააშლით და დაშლის პროდუქტებით, კერძოდ პეპტიდური ცილით სადურარე არის გამდიდრებით. სამეცნიერო კვლევის შედეგად, დავადგინეთ, რა გავლენას ახდენს თაფლის ტკბილის ალკოჰოლურ დუდილზე ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის შეტანა სადურარე არეში. ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემების შეგროვების, მათი ანალიზისა და შეფასების სტრატეგიის საფუძველზე ჩამოვყალიბეთ კვლევის დიზაინი, რომლის მიზანმიმართული გეგმა მოიცავს დასკვნების ტესტირებას და ცდომილებების შემცირებას. „თაფლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფა ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენების კვლევის დიზაინი მოცემულია სქემაზე 1.

კვლევის ობიექტად გამოვიყენეთ საქართველოში დამზადებული სხვადასხვა მცენარეული წარმოშობის თაფლი. თაფლს ვაზავებდით წყლით იმ პროპორციით, რომ თაფლის წყალხსნარში შექარშემცველობა ყოფილიყო 18-20 გ/100 სმ<sup>3</sup>. მჟავიანობის ასაწევად ღვინის მჟავას ან ლიმონმჟავას ვიყენებდით. ვამატებდით საფუერის წმინდა კულტურას, ფერმენტირებულ ყვავილის მტვერს და უტარებდით ალკოჰოლურ დუდილს.

საშუალო ნიმუშის აღება, ფიზიკო-ქიმიური ანალიზები და ორგანოლექტიკური შეფასებას, ექსტრაქტს, მშრალ ნივთიერებას, ტიტრულ და მქროლავ მჟავებს, pH-ს, საერთო და ამონურ აზოტს, ტანინს, ეთანოლს, მეთანოლს, უმაღლეს სპირტებს, აცეტალებს და ალდეჰიდებს და სხვა კომპონენტებს ვსაზღვრავდით ლიტერატურაში აღწერილი მეთოდებით.

ყვავილის მტერის ფიზიკური და ქიმიური ანალიზისა და „თაფლის ღვინის“ დამზადების კვლევის დიზაინი



თავისუფალი ამინომჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი ჩავატარეთ ამინონაალიზატორზე. ანალიზები შესრულდა სითხურ, გაზურ-სითხურ და სხვა მაღალმგრძობიარე აპარატურაზე სასერტიფიკაციო შპს „ნორმას“ და ბათუმის შოთა რუსთაველის უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტის ლაბორატორიებში. მადლობა მინდა გადაუხადო ამ ლაბორატორიების თანამშრომლებს დახმარებისათვის.

„თაფლის ღვინის“ მიღების ტექნოლოგიის შემუშავება მოითხოვს ღრმა და საფუძვლიან შესწავლას მისი მიღების სხვადასხვა სტადიაზე (თაფლის გახსნა წყალში, სადღუდარი არის კონდიციაში მიყვანა შაქრებისა და მჟავების რეგულაციით, საკვები ნივთიერებების შერჩევა და ალკოჰოლური დუდილის წარმართვა). ეს საშუალებას მოგვცემს მეცნიერულად ავხსნათ ამა თუ იმ ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობა და ვარეგულიროთ იგი ისეთი მიმართულებით, რომ მივიღოთ მაღალხარისხიანი „თაფლის ღვინო“, რაციონალურად გამოვიყენოთ საწყისი თაფლის ნედლეული - სადღუდარ არეში შაქრის ბოლომდე დასაშლელად.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე მიზნად დავისახეთ გამოგვეკვლია თაფლის ნაზავის ალკოჰოლური დუდილის დროს შაქრების ნორმალურად და ბოლომდე დაშლისათვის სადღუდარ არეში საფუძვრების საკვებ ნივთიერებათა რეგულირება ყვავილის მტერის გამოყენებით.

მოქმედი სტანდარტის მიხედვით ბუნებრივ თაფლს მიეკუთვნება პროდუქტები, რომლებიც მიღებულია ფუტკრის მიერ ნექტარის ან „ვარდნილის“ და „ცვარტკბილას“ გადამუშავების შედეგად (ზოგ შემთხვევაში ფუტკარი გამოიმუშავებს თაფლს არა ნექტარისაგან, არამედ სხვა ტკბილი სითხეებისაგანაც, შაქრის სიროფი, ხილის წვენი და სხვა), „ცვარტკბილა“-ს და ცხოველური წარმოშობის ტკბილი სითხისაგან - „ვარდნილი თაფლი“.

კლასიფიკაციიდან გამომდინარე თაფლი შეიძლება დაიყოს იმის და მიხედვით, მიღებულია თუ არა იგი ერთგვაროვანი ახ სხვადასხვაგვარი კრებსითი მცენარეებისაგან. თაფლის კლასიფიკაცია შეიძლება მოხდეს ფლორისტული ნიშნის მიხედვით. ერთგვაროვანი ყვავილების ნექტარისაგან მიღებულ თაფლს ეწოდება მონოფლორული, ხოლო კრებსითი ყვავილებისაგან მიღებულს პოლიფლორული.



მაგალითად: აკაციის, ცაცხვის, წაბლის, ბამბის, თამბაქოს, იელის და სხვა – მონოფლორული თავლებია, ხოლო პოლიფლორულია იის, მდელოს, ხილის, კენკრის და სხვა. პოლიფლორულ თავლებს შეიძლება ეწოდოს აგრეთვე კრებსითი ან შერეული თავლი.

ფიზიკური მდგომარეობის თვალსაზრისით თავლი არ წარმოადგენს ერთგვაროვან პროდუქტს. ის შეიძლება იყოს სიროფისმაგვარი სითხე ან სხვადასხვა კონსისტენციის მქონე დაკრისტალებული მასა-უფერული ან ღია ყვითელიდან მუქ შეფერილობამდე, ტკბილი ან მომწარო გემოთი და სხვადასხვა არომატით. თავლის მრავალნაირსახეობა დამოკიდებულია ნექტარის წარმოქმნელ მცენარეებზე, კლიმატურ პირობებზე, ფიჭიდან თავლის გამოყოფის წესებზე და სხვა.

თავლის ფიზიკური მონაცემებიდან ჩვენთვის მნიშვნელოვანია სიმკვრივე, სიბლანტე და კონსისტენცია. თავლის სიბლანტე დამოკიდებულია მის ქიმიურ შედგენილობაზე. სხვადასხვა მცენარის ნექტარისაგან მიღებულ თავლში სიბლანტე მერყეობს 3.18-დან 14.4-პაუზამდე. თავლის სიბლანტე ძირითადად დამოკიდებულია მასში შემავალ შაქრებსა და დექსტრინებზე. ფრუქტოზას ხსნარი ნაკლებად ბლანტია, თავლი, რომელიც მდიდარია დექსტრინებით, უფრო მაღალი სიბლანტით ხასიათდება, ვიდრე ნექტარის თავლი, მიუხედავად წყლის თანაბარი შემცველობისა.

თავლის სიმკვრივე მისი სიმწიფის ერთ-ერთი მაჩვენებელია. მომწიფებული თავლის სიმკვრივე  $15^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე მერყეობს 1,41-1,44-კგ/ლ-ის ფარგლებში. თავლის კონსისტენცია მჭიდროდაა დაკავშირებული მის ფიზიკურ თვისებებთან. ფიჭებში თავლი თხიერი პროდუქტია, გამოხდილი თავლი კი იწყებს დაკრისტალებას, დაშაქრებას. კრისტალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ნელი ტემპით. წვრილად დაკრისტალებული კონსისტენცია გაცილებით ფაქიზია, ვიდრე მსხვილი კრისტალებით. კრისტალების გახსნისათვის საკმარისია  $35-40^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა. ამ დროს კრისტალები იხსნება და თავლი ხდება სიროფისმაგვარი [ქობლიანიძე, ჩოგოვაძე, 1980]. კრისტალიზაცია ბუნებრივი პროცესია, შესაბამისად თავლის ხარისხს ის არ აუარესებს. თავლის სიმკვრივე მჭიდროდაა დაკავშირებული ტენიანობასთან. თუ თავლში ტენიანობა 21%-ზე მეტია, მას არა აქვს დამთავრებული მომწიფების პროცესი და მისი ხანგრძლივი შენახვა ძნელია [მამდარაშვილი და სხვა, 2017]. თავლი

ხასიათდება სპეციალური მიკროფლორით, პირველადი, რომელსაც თავლი ყოველთვის შეიცავს, და მეორადი, რომელიც გარეშე გზით მოხვდება თავლში მისი მილების ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევის შემთხვევაში. თავლის ფიზიოქიმიური შედგენილობა განაპირობებს მასში სხვადასხვა სახის მიკროფლორის შემცირებული რაოდენობით არსებობას, რადგან თავლი შეიცავს დიდი რაოდენობით შაქარს, ამიტომ მას გააჩნია დიდი ოსმიური წნევა, რაც უარყოფითად მოქმედებს მიკროფლორის გამრავლებაზე. მკვლევართა აზრით 30-40% განზავების შემთხვევაშიც კი თავლი ინარჩუნებს ანტიბაქტერიული აქტივობას რაც მასში სხვა ნაერთების არსებობით არის განპირობებული. შემცირდება თუ არა ოსმიური წნევა, თავლში იწყება სხვადასხვა დუდილის პროცესი. დუდილის პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს თავლის მჟავიანობა, მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა. რაც მეტია აღნიშნული ნივთიერებები თავლში და დიდია ტენშემცველობა, იმდენად სწრაფად იწყებენ მიკროორგანიზმები გამრავლებას. თავლში დუდილის დაწყებაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე გარემოს ტემპერატურას.

თავლი ქიმიურად შეიცავს ნახშირწყლებს, მიკროელემენტებს, საღებავ, არომატულ და აზოტშემცველ ნივთიერებებს, ანტიბიოტიკებს და სხვა.

ნახშირწყლებიდან თავლში გვხვდება გლუკოზა, ფრუქტოზა, საქაროზა, მალტოზა, დექსტრინები - სხვადასხვა რაოდენობითა და შეფარდებით, რაც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. შაქრის რაოდენობა მცენარის ნექტარში მერყეობს 6-74%-მდე. იმ ყვავილების ნექტარს, რომლებიც შეიცავენ 4,25%-ზე ნაკლებს შაქრებს, ფუტკრები არ აგროვებენ. მკვლევართა მონაცემებით თავლი საშუალოდ შეიცავს: ინვერსირებულ შაქარს 75%, აქედან გლუკოზას - 34%, ფრუქტოზას - 40%, საქაროზას კი 1 - 2%. მარტივ შაქრებთან ერთად თავლში გვხვდება - დი-, ტრი- და ოლიგოსაქარიდები. დექსტრინის მაგვარი ნივთიერებები ღია ფერის თავლში უფრო მცირე რაოდენობითაა, ვიდრე მუქში. რაც უფრო დაბალია თავლის ხარისხი, მით მეტია მათში დექსტრინების შემცველობა. ღია ფერის თავლში დექსტრინები 0.5 - 4%-მდეა, ხოლო მუქი ფერის თავლში მისმა რაოდენობამ შეიძლება 10%-მდე მიაღწიოს.

მკვლევართა მიერ ჩატარებულია ქართული თავლის სპექტროსკოპული ანალიზი. მათი მონაცემებით საერთო შაქრების შემცველობა აღმოსავლეთ საქართველოს

თავლებში მერყეობს 69-74% - მდე. ხოლო დასავლეთ საქართველოს თავლში კი 60%-ზე ზემოთ.

თავლის აზოტშემცველი ნივთიერებები შედგება 2 ჯგუფისაგან: ცილოვანი ნივთიერებებისა და ამინომჟავებისაგან. ქართული თავლის შესწავლის შედეგად დადგენილია, რომ დასავლეთ საქართველოს თავლის ნიმუშებში მეტი რაოდენობითაა აზოტოვანი ნივთიერებები, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოს თავლში. საერთო რაოდენობა კი 0,5-2,48% - ითაა წარმოდგენილი. ქართული თავლის ნიმუშებში გვხვდება 18 ამინომჟავა. აქედან ჭარბობს შეუცვლელი 9 ამინომჟავა.

მკვლევართა მონაცემებით თავლი ძირითადად შეიცავს ვაშლისა და ლიმონის მჟავას. ჭიანჭველის, ქარვისა და ძმრის მჟავებს კი იგი შეიცავს კვალის სახით. თავლი შეიცავს აგრეთვე რძის, ღვინის, მჟაუნის მჟავებს. ეს მჟავები მასში ზოგჯერ თავისუფალი სახით არსებობენ, უმთავრესად კი მარილის სახით გვხვდებიან. ქართული თავლის მჟავიანობა აღწევს 0,07-0,25%-ს ჭიანჭველის მჟავაზე გადაანგარიშებით.

თავლში, ისე როგორც საერთოდ საკვებ პროდუქტებში, მინერალური ნივთიერებების შემადგენლობა შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: მიკრო-, მაკრო- და ულტრამიკროელემენტებად. თავლის მიკროელემენტების შემადგენლობაც დამოკიდებულია იმ რეგიონის თავისებურებაზე და აგროეკოლოგიურ პირობებზე, სადაც გროვდება იგი. საქართველოს თავლის მინერალური შედგენილობიდან აღმოჩენილი იქნა 14 ელემენტი: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al, Mn, Ni, Co, Ti, Sp, P.

თავლის არომატი დამოკიდებულია თავლოვანი მცენარეების არომატულ ნივთიერებათა შემცველობაზე. ეს ყველაზე მეტად გამოსახულია წაბლის, ცაცხვის, თამბაქოსა და შროშანის თავლებში. სხვა დანარჩენი სახეობის თავლი არ გამოირჩევა განსაკუთრებით სპეციფიკური ჯიშური არომატით. არომატული ნივთიერებები მქროლავია, ამიტომ თავლში ხანგრძლივი შენახვით ან მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებით მათი რაოდენობა მცირდება, რის გამოც სუსტდება არომატი. ქართველი მკვლევარების აზრით დასავლეთ საქართველოს თავლი არომატული ნივთიერებების შემცველობით უფრო მდიდარი და მრავალფეროვანია, ვიდრე აღმოსავლეთ საქართველოს თავლი. თუმცა ცალკეული ნიმუშების შედგენილობა ძალიან მერყეობს

და განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მათი აზრით სხვაობა გამოწვეულია ამ რაიონებში ფლორისა და ნიადაგის თავისებურებებით. მათივე დასკვნით საქართველოს თავლის ნიმუშების არომატული ნივთიერებების მუდმივი კომპონენტებია:  $\gamma$ -ტერპინენი,  $n$ -ციმოლი, ციტრონელოლი, ლინალილაცეტატი, ლინალოლი, ჰექსილაცეტატი, კარვონი, გერანიოლი, ნეროლი, დიჰიდროლინალოლი,  $\beta$ -ფენილეთილის სპირტი და მენტოლი.

ფუტერის მიერ თავლის დამზადების პროცესს თან ახლავს თავლში ყვავილის მტერის შერევა, რომელიც თავისმხრივ გავლენას ახდენს თავლის ქიმიური შემადგენლობის ჩამოყალიბებაზე.

### **ალკოჰოლური დუდილის აქტივაციისათვის ყვავილის მტერის ქიმიური და ფიზიკური შედგენილობის შესწავლა.**

ყვავილის მტვერი არის მეტად რთული და მდიდარი შედგენილობის პროდუქტი. იგი შეიცავს ცილებს, შაქრებს, ცხიმებს, მინერალურ მარილებს, თითქმის ყველა ვიტამინს, ფერმენტებს, ფიტოჰორმონებსა და ფიტონციდებს – ბუნებრივ ანტიბიოტიკებსა და სხვა. ყვავილის მტვერში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობა მნიშვნელოვნად აჭარბებს თვით თავლის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემადგენლობას. ცილების შემადგენლობა ყვავილის მტვერში 15–დან 30%-მდე მერყეობს, რაც რამდენჯერმე აღემატება ცილებით მდიდარი ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში არსებულ ცილების რაოდენობას. ყვავილის მტერის ცილა შედგება ალბუმინების, გლობულინებისა და პეპტონებისაგან. ისინი არიან თავისუფალი ან ნახშირწყლებთან შებოჭილი სახით. ცილების შემადგენლობაში აღმოჩენილია შემდეგი ამინომჟავები: ალანინი, არგინინი, გლიკოლი, ასკპარაგინისა და გლუტამინის მჟავები, სერინი, ვალინი, ჰისტიდინი, ლიზინი, მეთიონინი, ფენილალანინი, ლეიცილი, იზოლეიცილი, პროლინი, ტრეონინი, ტიროზინი, ტრიფტოფანი, ცისტინი და ცისტეინი. თავისუფალი ამინომჟავები ყვავილის მტვერში გვხვდება შედარებით დიდი რაოდენობით. მათი საერთო რაოდენობა 1-4 გ-ია 100 გ ყვავილზე. პროლინის რაოდენობა 100 გ ყვავილის მტვერზე 1-3 გ-ია.

ყვავილის მტვერში ნახშირწყლების რაოდენობა 25-48,3 %-მდე მერყეობს. მასში

ნახშირწყლებიდან გვხვდება: გლუკოზა, ფრუქტოზა, საქაროზა, გალაქტოზა, რამნოზა, ქსილოზა, რამნოზა, დექსტრინები, სახამებელი და ცელულოზა.

ყვავილის მტვრის ეთერის ექსტრაქტში გვხვდება 1-5 % - მდე ცხიმოვანები, სტეროლები, სპირტები, პალმიტინის, სტეარინის, ლაურინისა, ლინოლისა და ლინოლენის მჟავები.

თაფლისა და ხილის ვიტამინების შემცველობასთან შედარებით ყვავილის მტვერი ძლიერ მდიდარია ვიტამინებით. ის შეიცავს B, E, P და სხვა ჯგუფის ვიტამინებს.

ყვავილის მტვერი ხასიათდება თეთრიდან მუქ ნაცრისფერამდე გარდამავალი შეფარდებით. იგი შეიცავს ფლავანოიდებს, რუტინს, კვერცეტინს, ლეიკოანტოციანებს, კატექინებს, კაროტინებს და სხვა. ყვავილის მტვერში მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობა მერყეობს 1-7%-მდე. ყველაზე დიდი რაოდენობითაა K, Ca, P, Mg; უფრო მცირე რაოდენობით აღმოჩენილია მანგანუმი, კობალტი, ტყვია, ბარიუმი, ოქრო, ვერცხლი, ვანადიუმი, ვოლფრამი, რადიუმი, ვერცხლისწყალი, მოლიბდენი, ქრომი და სხვა. მინერალური მარილების შემცველობა ყვავილის მტვერში უფრო დიდი რაოდენობითაა, ვიდრე თაფლში.

ყვავილის მტვრის ფიზიკური მონაცემებით მისი მარცვლის წონა 0,008-0,015 გ. უდრის. ყვავილის მტვერი გრანულებისაგან შედგება, ერთი გრანულა ზომით 1- 3 მმ და იწონის 7-10 მგ. ზაფხულში მტვერი უფრო მძიმეა, გაზაფხულზე და შემოდგომით კი მსუბუქია.

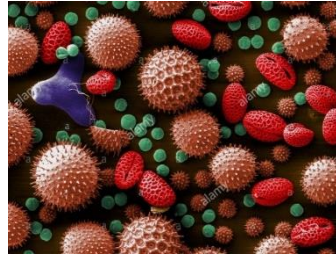
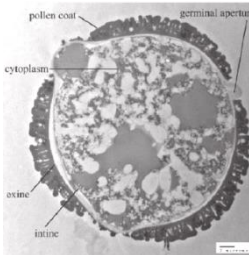
ყვავილის მტვრის მარცვალი (იხ. სურ. 1) შედგება სპოროდერმისა და ვეგეტატიური უჯრედისაგან. სპოროდერმა კი (ყვავილის მტვრის გარეთა შრე) შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: ეკზინის (ეკტეკზინა და ენდეკზინა) და ინტინისაგან. ინტინა არის მტვრის მარცვლის გარსის შიდა ფენა. ის აკრავს ვეგეტატიურ უჯრედის შიგთავსს და ადვილად იშლება მჟავების და ტუტეების მოქმედებით.

. მისი ქიმიური შემადგენლობა არაერთგვაროვანია: ინტინას გარეთა ფენა წარმოადგენილია ძირითადად პექტინით, ხოლო შიდა ფენა ცელულოზისა და პექტინისგან. მის შიგა ფენაში მოცემულია აგრეთვე ცილები, რომელთა ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია აღინიშნება გარსის ჩაღრმავებულ ნაწილებში (აპერტურაში).

ეკზინა წარმოადგენს ყვავილის მტვრის მარცვლის გარსის გარეთა ფენას. მისი

ძირითადი კომპონენტია – სპოროპოლენინი. ეკზინა ხასიათდება ძლიერი სტაბილურობით: ინტინასგან განსხვავებით, ის არ იხსნება მჟავებსა და ტუტეებში, და უძლებს ძლიერ მექანიკურ ზემოქმედებას.

აპერტურა სპოროდერმის ის ნაწილია, სადაც ხდება ხისტი და რეზისტენტული გარე კედლის - ეკზინას გათხელება, ზოგ ადგილას გარე კედლის ფუნქციას ითავსებს შიდა გარსი ანუ ინტინა. იგი შეიცავს უამრავ ცილებს და ცილოვან კომპლექსებს.



სურ. 1. ყვავილის მტვრის მარცვლის შედგენილობა

სურ.2. სხვადასხვა მცენარის ყვავილის მტვრის მარცვლები

pollen coat - მარცვლის გარსი; germinal apertura - აპერტურა; cytoplasm - ციტოპლაზმა; exine - მტვრის მარცვლის გარსის გარე ფენა; intine - მტვრის მარცვლის გარსის შიდა ფენა.

კვლევის შემდეგ მიზანს შეადგენდა ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლა და მასში არსებული ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით ცილა-ამინომჟავებით და სხვა კომპონენტებით სადუღარი არის, კერძოდ თაფლის ტკბილის გამდიდრება. აღნიშნული პროცესების საშუალებას იძლევა ფერმენტების გამოყენება. თაფლის ტკბილის ალკოჰოლური დუდილის ჩატარებულ კვლევებზე დაყრდნობით, წარმოდგენილი კვლევის მიზნიდან გამომდინარე, საჭიროა შერჩეული და შესწავლილი იქნეს გამოსაყენებელი ფერმენტაციის კინეტიკა, ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები, არომატის პროფილები და მისი გამოყენებით მიღებული მზა „ღვინის“ სენსორული მახასიათებლები. ასევე, მადუღარი არისთვის ისეთი კვებითი დანამატები, რომლებიც გააუმჯობესებენ ტკბილის ფერმენტაციას, და დანამატები, რომელიც შეიცავს თიამინის ქლორჰიდრატს, საფუარის ექსტრაქტს, ყვავილის მტვერს და სხვა. აღნიშნულიდან გამომდინარე ყვავილის მტვერი შეიძლება იყოს

მნიშვნელოვანი დანამატი თავლის ტკბილის ფერმენტაციის პროცესის დაჩქარებისათვის.

### **ყვავილის მტერის მარცვლის დაშლისათვის ფერმენტების შერჩევა და შესწავლა**

ჩვენს მიერ ყვავილის მტერის მარცვლის ფერმენტაციისათვის (დასაშლელად) შერჩეული იქნა პროტეოლიტური ფერმენტული კომპლექსი. აღნიშნული კომპლექსიდან შერჩეული და მოპოვებული იქნა  $\beta$ -გლუკანაზური აქტივობის ფერმენტული კომპლექსი Proteazim – C, რომელიც შექმნილი იქნა ბელარუსიაში არსებული მწარმოებლისაგან ООО «Фермент». მათგანვე იქნა მოწოდებული ფერმენტის გამოყენების ინსტრუქცია, ფერმენტის გამოყენების პირობები და აქტივობები. აღნიშნული კომპლექსი შედგება სხვადასხვა აქტივობის შემდეგი ფერმენტებისაგან,  $\alpha$  – ამილაზა,  $\beta$  – გლუკანაზა, გლუკოამილაზა, ქსილანაზა, მანანაზა, პროტეაზა, ფიტაზა, ცელულაზა.

### **ფერმენტული კომპლექსი Proteazim-C-ს აქტივობის პირობების დადგენა**

ჩამოთვლილი ფერმენტებიდან (ცხრილი 3.2.1) აქტივობების მიხედვით ჩვენთვის საინტერესო იყო  $\beta$  - გლუკანაზას, პროტეაზასა და ფიტაზასთან ერთად განგვესაზღვრა კარბოქსიმეთილ ცელულაზას, რედუცირებული შაქრების და ფერმენტული კომპლექსის 'Proteazim – C' საერთო პროტეოლიტური აქტივობა.

კარბოქსიმეთილ ცელულაზას (CMCase) აქტივობა განისაზღვრა ბიომასის გამოყოფის შედეგად მიღებულ ზედა ფენაში ცენტრიფუგირებისას 12000 rpm 10 წუთის განმავლობაში. კარბოქსიმეთილ ცელულაზას აქტივობა განისაზღვრა IUPAC რეკომენდაციების მიხედვით 1%-იანი დაბალი სიბლანტის კარბოქსიმეთილ ცელულაზით 50 მმოლი ციტრატის ბუფერი (pH 5.0) 50 °C -ზე 10 წთ-ის განმავლობაში. ქსილანაზას აქტივობა განისაზღვრა იმავე პირობებში არყის ხის ქსილანის გამოყენებით (Roth 7500) ( 1% წონა/მოცულობა) როგორც ენზიმის სუბსტრატი. ცელულაზის აქტივობა განისაზღვრა გლუკოზისა და ქსილოზის სტანდარტების საკალიბრო მრუდის გამოყენებით.

ყველა ანალიზში გამოთავისუფლებული რედუცირებული შაქრები (RS)

განისაზღვრა დინიტროსალიცილის მჟავის რეაგენტის მეთოდის გამოყენებით. ნიმუშების პროტეოლიტური აქტივობა განისაზღვრა თანახმად მცირე მოდიფიცირებით. სარეაქციო ნარევი 2 % ( წონა/მოცულობა) ტუტეში ხსნადი კაზეინის 0,05 მოლ კალიუმის ფოსფატის ბუფერში (pH 6.5) და 0,250 მლ ნიმუში ინკუბაცია მოხდა წყლის აბაზანაზე 37 °C-ზე 10 წუთის განმავლობაში და რეაქცია დასრულდა 1,25 მლ 5 %-იანი ტრიქლორმარმჟავის დამატებით. წარმოქმნილი ნალექის მოშორება მოხდა ცენტრიფუგირებით 10 წუთის განმავლობაში 3000 rpm ბრუნზე და ზედა ფენა გამოყენებული იქნა გაზომვებისთვის. ზედა გამჭვირვალე ფენის 250 მკლ-ს დაემატა 0,25 მლ 0,4 მოლ ფოლინ ჩოკალტეუს რეაქტივი და 1 მლ 6% ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი. შემდგომ მოხდა ამ ნარევის ინკუბაცია 30 წთ-ის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე ფერის წარმოქმნისთვის. აბსორბცია გაიზომა 660 ნმ-ზე. შედეგები იხილეთ ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

CMCase - კარბოქსიმეთილ ცელულაზა, RS - რედუცირებული შაქრები,

TPA - საერთო პროტეოლიტური აქტივობა.

ყვავილის მტვერი	CMCase, მკგ/მლ	ქსინალაზა; მკგ/მლ	RS, მგ/მლ	TPA, მკგ/მლ
ფერმენტირებული	85.0	10.3	108.0	2739
არაფერმენტირებული	13.0	5.0	57.0	919

მოცემული ფერმენტის Proteazim – C- ს მოქმედების ტექნიკური პირობებიდან გამომდინარე მოვამზადეთ 300 მლ 30 % (ყვავილის მტვერი + წყალი) სუსპენზია. ცდა ვაწარმოეთ 3 ვარიანტად, მიღებული სუბსტრატი წარმოადგენდა 300 მლ, სადაც შეტანილი იყო 90 – 100 გ ყვავილის მტვერი (ფეხგუნდა). მიღებულ სუსპენზიას ჩაუტარეთ ჰომოგენიზაცია გაერთგვაროვნებისათვის, ჰომოგენიზატორის ბრუნვათა რიცხვი შეადგენდა 700-1200 ბრ/წთ.

ტექნიკური პირობის თანახმად სუსპენზია შევატუტიანეთ ნატრიუმის ტუტით, (ტუტიანობა შეადგენდა 7 – 7,2 pH-ს). აღნიშნული პირობებიდან გამომდინარე საცდელ ნიმუშში სუბსტრაქციის ერთ ნაწილში გავზარდეთ ტუტიანობა, რისთვისაც სუსპენზიაში შევიტანეთ NaOH ისე, რომ წყალბადიონთა კონცენტრაციამ შეადგინა pH



7.10. სუსპენზიაში განვსაზღვრთ: მშრალი ნივთიერება რეფრაქტომეტრით. ნიმუშის Brix = 20.3 %.

მიღებული სუსპენზია გავყავით 3 ნაწილად: თითოეულის მოცულობა შეადგენდა 100 მლ, რომლებშიც შეტანილი იქნა კომპლექსური ფერმენტი Proteazim – C სხვადასხვა რაოდენობით, კერძოდ ყვავილის მტვრის რაოდენობის (30 გ – ის) 2, 3 და 5 %, რამაც შეადგინა:

ყვავილის მტვრის მოცულობის 2% ფერმენტი, რამაც შეადგინა 0.6 გ;

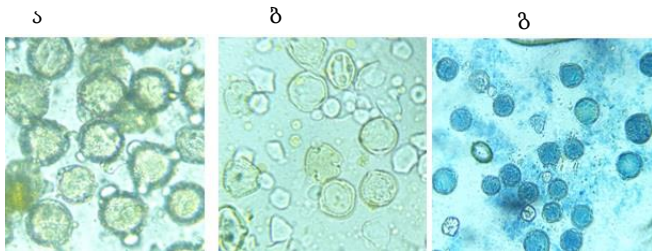
ყვავილის მტვრის მოცულობის 3% ფერმენტი, რამაც შეადგინა 0.9 გ;

ყვავილის მტვრის მოცულობის 5% ფერმენტი, რამაც შეადგინა 1.5 გ.

ცნობილია, რომ ფერმენტის მოქმედებაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას, მათ შორის ტემპერატურა და ფიზიკური ზემოქმედება. აღნიშნულიდან გამომდინარე ყვავილის მტვრის უჯრედზე ფერმენტის მოქმედების აქტიურობის გაზრდისათვის საცდელ ნიმუშებზე მოვახდინეთ ფიზიკური და თერმული ზემოქმედება, რისთვისაც სამივე ნიმუში იქნა გადატანილი მრგვალ კოლებში და დამაგრებული იქნა რეაქტორში, სადაც ავზში წყლის ტემპერატურა შეადგენდა 47 0C.

რეაქტორში ფერმენტაციას ვაწარმოებდით სხვადასხვა დროით. ნიმუშებში შეტანილი ფერმენტების რაოდენობის და ფერმენტაციის დროის გავლენის დასადგენად ნიმუშებში ვსაზღვრავდით მშრალ ნივთიერებას. საწყისი და მიღებული მშრალი ნივთიერებათა სხვაობით ვადგენდით ფერმენტის აქტივობას, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 2.

ექსპერიმენტის დასრულებისას ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლის შედეგი გადაღებულია ელექტრონული მიკროსკოპის მეშვეობით, რომელიც მოცემულია სქემაზე 2 ა, ბ, გ.



სქემა. 2. ყვავილის მტვრის ელექტრონული მიკროსკოპით გადაღებული მარცვლის

დაშლის სურათი

ა - ყვავილის მტვრის მარცვალი არაფერმენტირებული

ბ - ყვავილის მტვრის მარცვალი ფერმენტირებული

გ - ფერმენტირებულ ყვავილის მტვრის მარცვლის ბირთვში შეყვანილია მეთილის მწვანე.

ცხრილი 2

ფერმენტების რაოდენობა, %	საწყისი მშრალი	მშრალი ნივთიერება, Brix									
		დრო, საათები									
		0,5		1,0		1,5		3,0		24,0	
		შედ- გი	სხვა- ობა	შედ- გი	სხვა- ობა	შედ- გი	სხვა- ობა	შედ- გი	სხვა- ობა	შედ- ეგი	სხვა-ობა
2	20.3	22.2	1.1	22.9	2.7	23.8	3.5	24.0	3.7	29.3	9.0
3	20.3	22.4	2.1	23.3	3	24.1	3.8	24.4	4.1	29.7	9.4
5	20.3	22.6	2.3	23.6	3.3	24.9	4.6	25.1	4.8	30.2	9.9

ფერმენტაციის გავლენა მშრალი ნივთიერების გამოსავლიანობაზე, %

როგორც ცხრილიდან 2 ჩანს, ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზიის დაყოვნების დროის ხანგრძლივობის მიხედვით სუსპენზიაში იზრდება მშრალი ნივთიერების რაოდენობრივი შემცველობა. მაგალითად, 0.5 საათით ფერმენტაციით მიღებული მშრალი ნივთიერება 1.1 % - ით მეტია სუსპენზიის საწყის 20,3% მშრალ ნივთიერებაზე. 1 საათით დაყოვნებით მშრალი ნივთიერება საწყისთან შედარებით გაიზარდა 2.7 %-ით, და ა.შ. 24 საათიანი ფერმენტაციით კი მშრალი ნივთიერების ზრდამ 9.0 % - ს მიაღწია საწყისთან შედარებით. მშრალი ნივთიერების ზრდა მიმდინარეობს იმ სუსპენზიაშიც, სადაც მატულობს შეტანილი ფერმენტის რაოდენობა. მაგალითად, 3 საათიანი ფერმენტაციის შედეგად მშრალი ნივთიერების სხვაობა (თუ 2 % - ია ფერმენტის დამატების შემდეგ იგი შეადგენდა 3.7 %. დამატებული ფერმენტის რაოდენობის 5 % - მდე) გაზრდის შემდეგ 4.8 % -ი. როგორც ცხრილიდან ჩანს

ფერმენტაციის დროის მატებით ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში იზრდება მშრალი ნივთიერებების გამოსავლიანობა. ასევე მშრალი ნივთიერების გამოსავლიანობა იზრდება შეტანილი ფერმენტის რაოდენობის გაზრდის გზით.

აღნიშნული ექსპერიმენტის შედეგებით ნათლად ჩანს, რომ ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში ყვავილის მტვრის მარცვლის დაშლაზე კარგად მუშაობს პროტეოლიტური ფერმენტი.

ლიტერატურული მონაცემებით ცნობილია, რომ ყვავილის მტვრის მარცვლის უჯრედი მდიდარია ცილოვანი ნივთიერებებით. ჩვენ ექსპერიმენტში კი მოვახდინეთ პროტეოლიტური ფერმენტით სუსპენზიაში მშრალი ნივთიერების გაზრდა. შესაძლებელია აღნიშნული მშრალი ნივთიერება წარმოადგენდეს უჯრედის ცილოვან ნივთიერებებს.

შემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენი კვლევის შემდეგ მიზანს შეადგენდა ყვავილის მტვრის ფერმენტირებულ და არაფერმენტირებულ სუსპენზიაში ცილის რაოდენობის განსაზღვრა.

### **ყვავილის მტვერში ცილის რაოდენობის განსაზღვრა**

ყვავილის მტვრის მარცვალში საერთო აზოტისა და ცილის განსაზღვრა ვაწარმოეთ უახლესი მოდელის Kjelflex K – 360 და SpeedDigeaster K – 439 ფირმის მაღალმგრძობიარე აპარატზე. საერთო აზოტისა და ცილის განსაზღვრა ვაწარმოვეთ კელდალის მეთოდით, რომელიც მოცემულია დისერტაციის მეორე თავში.

ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში ცილისა და ამინომჟავების განსაზღვრისათვის დავამზადეთ ყვავილის მტვრის სუსპენზია (30% ყვავილის მტვრის წყალხსნარი). ნიმუშებისათვის იქნა აღებული 100 – 100 მლ. გაცყავით 2 ნაწილად:

I – საკონტროლო ყვავილის მტვრის სუსპენზია.

II - ყვავილის მტვრის სუსპენზია, დაემატა მთლიანი მოცულობის 2% ფერმენტი;

აღებულ ნიმუშებში განისაზღვრა ცილა და საერთო აზოტი. მე-II – ნიმუშის ფერმენტაციისთვის ყვავილის მტვრის სუსპენზიას ჩაუტარდა ჰომოგენიზაცია და თბური დამუშავება 3 საათით. ფერმენტაციის შემდეგ მოცემული ნიმუშები კვლავ

განისაზღვრა ცილისა და საერთო აზოტის რაოდენობები.

ჩატარებული ექსპერიმენტების გაანალიზებით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ: ყვავილის მტვრის სუსპენზია შეიცავდა ცილას 2,95 % რაოდენობით.

II ფერმენტდამატებულ ნიმუშში (ფერმენტაციამდე) ცილის საერთო რაოდენობა შეადგენდა 4.95 %. ხოლო ფერმენტირებულ სუსპენზიაში ცილის საერთო რაოდენობამ შეადგინა 6.026 %. იმ მონაცემების საფუძველზე რომ ფერმენტდამატებულ სითხეში მყისვე გაიზარდა ცილის შემცველობა, (რაც გამოწვეულია იმით, რომ თვით ფერმენტი არის ცილა) ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში ცილის საერთო რაოდენობა წარმოადგენს მასში ყვავილის მტვრისა და ფერმენტის ცილების ჯამს. ესე იგი ცილა არის 6.026% ნაცვლად 4.95%. სხვაობა წარმოადგენს 1. 076 %.

აღნიშნული მატება გამოწვეული უნდა იყოს ყვავილის მტვრის ფერმენტაციით დაშლასთან, რის შედეგად ყვავილის მტვრის უჯრედი განიცდის ჰიდროლიზს და სითხეს ამდიდრებს ჰიდროლიზის პროდუქტებით.

რაც შეეხება აზოტოვან ნივთიერებებს ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში საერთო აზოტის რაოდენობას შეადგენდა 0.4718%, ხოლო ფერმენტირებულ სითხეში მისი რაოდენობა 0.9641 % გაიზარდა. რაც ადასტურებს იმ ფაქტს, რომ ყვავილის მტვრის ფერმენტაციით სუსპენზიაში გაიზარდა აზოტის საერთო რაოდენობა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ ამინომჟავები მნიშვნელოვან ნივთიერებებს წარმოადგენენ ალკოჰოლური დუდილის პროცესში, ისე როგორც ალკოჰოლური დუდილის ენერგიასა და ინტენსიობაზე, ასევე ალკოჰოლური დუდილის პროდუქტების გემოსა და არომატზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენი კვლევის შემდეგ მიზანს შეადგენდა ყვავილის მტვრის ფერმენტირებულ სუსპენზიაში ამინომჟავების გამოკვლევა.

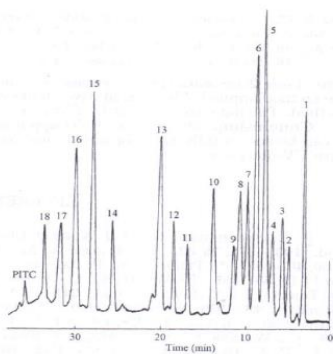
### **ყვავილის მტვრის სუსპენზიებში ამინომჟავების გამოკვლევა**

ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში (ყვავილის მტვერი: წყალი) განისაზღვრა ამინომჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა სითხური ქრომატოგრაფიის საშუალებით. კვლევისათვის ყვავილის მტვერი დამუშავდა ფოსფოვოლფრამმჟავით, რისთვისაც ფოსფოვოლფრამმჟავა გახსნილი იყო 1მლ 80%-

იან ჭიანჭველის მჟავაში, რის შედეგადაც გამოილექა პეპტიდური ცილა.

ქრომატოგრაფირებამდე საანალიზოდ აღებულ ნიმუშებს ვაცენტრიფუგირებდით (1000g) და გავფილტრეთ 0,45  $\mu\text{m}$  ფილტრში (WatersAcrodisc Syringe Filter 13 mm 0.45  $\mu\text{m}$  PVDF). ქრომატოგრაფიული სისტემებისათვის გამხსნელები იფილტრება 0,22  $\mu\text{m}$  მემბრანულ ფილტრში ( Waters PTFE Membrane Disc 47 mm 0.45  $\mu\text{m}$ ; PallCorporation). გამხსნელად გამოყენებული იყო გრადიენტული სისტემა გამხსნელი ა-აცეტონიტრილი, გამხსნელი ბ 0.1% ჭიანჭველმჟავა (Merc, Germany), ქრომატოგრაფიული სვეტი BEN C18, 1.7  $\mu\text{m}$ , გამხსნელის სიჩქარე 0.3 მლ წთ<sup>-1</sup>, სვეტის ტემპერატურა- 40°C, MS scan 100-1200 da, Probe 600°C, Positive (ESI-MS) + or negative (ESI-MS)-, Spray voltage at 0.8 kV, capillary 1.5 kV, CV 5-40; PDA UV- Vis spectra were scan 215-500 nm ულტრა მაღალ ეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (UPLC PDA, MS Waters (USA): Acquity H class Quaternary Solvent Manager, Acquity H class Sample manager-FTN, Acquity H class PDA Detector, Acquity H class mass QDa Detector) method.

გამოლექილ ყვავილის მტვერში პეპტიდური ცილის რაოდენობა შეადგენდა 50 %-ს. მიღებულ პეპტიდური ცილის ნალექს ჩავუტარეთ ჰიდროლოზი (5,7 ნ - HCl-ით 105°C ტემპერატურაზე 24 საათის დაყოვნებით) და მასში სითხური ქრომატოგრაფიით განვსაზღვრეთ ამინომჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობა. ამინომჟავების თვისობრივი შედგენილობის შესასწავლად სითხურ ქრომატოგრაფზე შეტანილი იქნა ამინომჟავათა სუფთა მოწმეების ხსნარები, რომელმაც მოგვცა შემდეგი სურათი: ქრომატოგრამა 1.



ქრომ. 1. ამინომჟავათა სტანდარტული ხსნარი

თითოეული ამინომჟავის გამოსვლის დრო და პიკების ნომერი მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3.

სითხურ ქრომატოგრამაზე პიკების გამოსვლის დრო და ნომერი

პიკების #	PTC-ამინომჟავები	t - დრო წთ.	პიკების #	PTC-ამინომჟავები	t - დრო წთ.
1	გლუტამინის	2.77	11.	თიროზინი	16.83
2	ასპარგინის	5.00	12.	გლიცინი	18.40
3	სერინი	5.77	13.	ლეიციანი	20.03
4	მეთიონინი	6.97	14.	იზოლეიციანი	25.53
5	ვალინი	7.83	15.	ცისტეინი	27.77
6	თრეონინი	9.00	16.	ტრიფტოფანი	29.79
7	პროლინი	10.00	17.	ფენილალანინი	31.70
8	ალანინი	10.93	18.	ლიზინი	33.27
9	ჰისტიდინი	11.23			
10	არგინინი	13.83			

ამინომჟავების სტანდარტებიდან შერჩეული იქნა ამინომჟავები: ტრიპტოფანი, ფენილალანინი (ალფა - ბეტა) და პროლინი, რომლებიც შედარებით დიდი რაოდენობით არის წარმოდგენილი თაფლში და ყვავილის მტვერში.

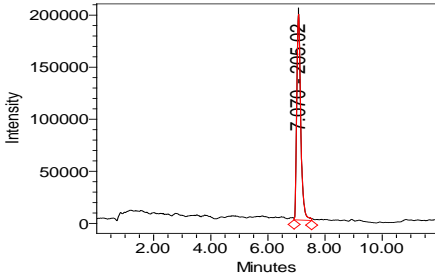
სამივე ამინომჟავას სტანდარტი გატარებული იქნა ქრომატოგრაფზე და დადგენილი იქნა მათი გამოსვლის დრო და რაოდენობები, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ამინომჟავების რაოდენობა ყვავილის მტვერსა და თაფლის წყალხსნარში.

ამისათვის წარმოდგენილი სტანდარტები და მათი ნარევი გატარებული იქნა ქრომატოგრაფზე და დადგენილი იქნა ცალცალკე და ერთად თითოეული ამინომჟავის გამოსვლის დრო და რაოდენობა, რომელთა სურათები და შესაბამისი მონაცემები მოცემულია ცხრილებში 4, 5, 6, 6ა, 6ბ, 6გ და ქრომატოგრამებზე 2, 3, 4, 5, 6, 6ა, 6ბ, 6გ

ცხრილი 4

ამინომჟავა ტრიფტოფანის სტანდარტის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

დასახელება		Channel Description				მეთოდი		
ტრიფტოფანი		QDa Positive(+) SIR Ch17 205.20 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z 205	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	ტრიფტოფანი	7.07	192995 2	100	197410	VV	1.0	გ/ლ

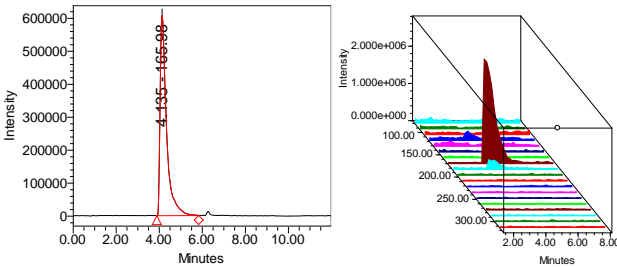


ქრომ. 2 ამინომჟავა ტრიფტოფანის სტანდარტული ხსნარი

ცხრილი 5

ამინომჟავა ფენილალანინის სტანდარტის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

დასახელება		Channel Description				მეთოდი		
ფენილ ალანინი		QDa Positive(+) SIR Ch13 166.20 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
	166							
1	ფენილ ალანინი	4.135	12585533	100	606163	BV	1.0	გ/ლ

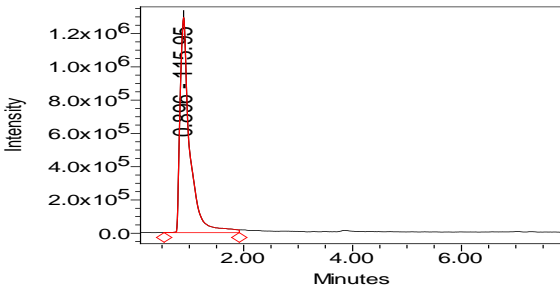


ქრომ. 3 ამინომჟავა ფენილალანინის სტანდარტული ხსნარი

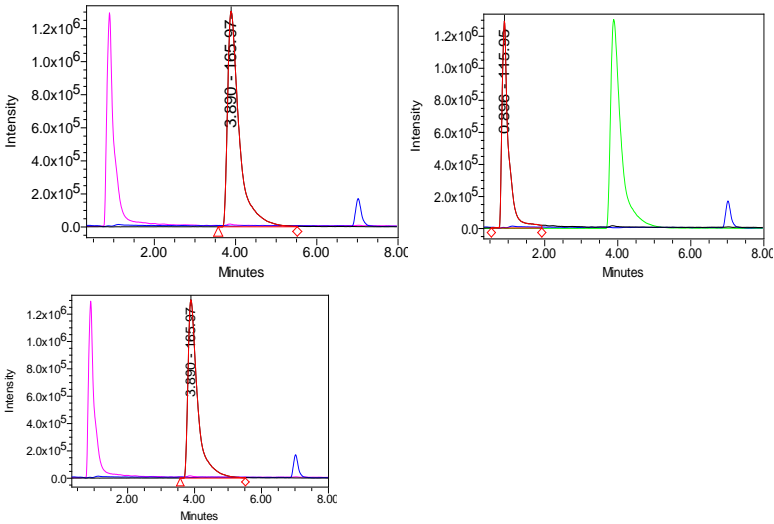
ცხრილი 6

ამინომჟავა პროლინის სტანდარტის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

დასახელება		Channel Description				მეთოდი		
პროლინი		QDa Positive(+) SIR Ch14 116.10 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
	116							
1	პროლინი	0.896	15985815	82.66	1290460	VV	0.82	მგ/მლ



ქრომ. 4 ამინომჟავა პროლინის სტანდარტული ხსნარი



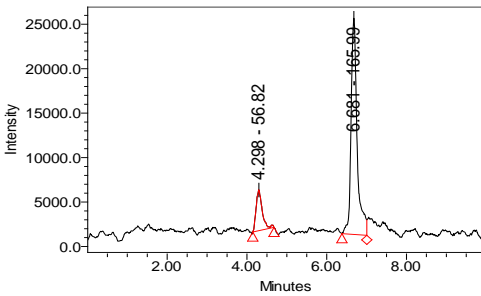
ქრომ. 5 ტროფტოფანის, ფენილალანინის და პროლინი სტანდარტული ხსნარი

დავადგინეთ რა ამინომჟავათა სტანდარტული ხსნარების გამოსვლის დრო და რაოდენობა შემდეგ ეტაპზე სითხურ ქრომატოგრაფიით შესწავლილი იქნა თავლის 20% წყალხსნარის, არაფერმენტირებული და ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზიის ის ამინომჟავები, რომელებიც ძირითადი მახასიათებელია თავლისა და ყვავილის მტვრისათვის. თავლის 20% წყალხსნარის ამინომჟავათა ქრომატოგრამები მოცემულია სურათზე. ქრომატოგრამა 6 –ა და .6-ბ.



ამინომჟავა ფენილალანინისა და ტრიპტოფანის სტანდარტის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

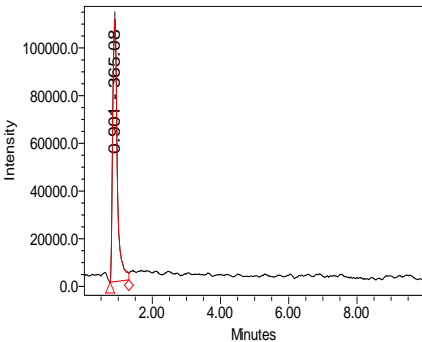
დასახელება		Channel Description				მეთოდი		
თაფლის 20%-იანი წყალხსნარი		QDa Positive(+) SIR Ch13 166.20 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	ფენილალანინი	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	მგ/ლ
2	ტრიპტოფანი	6,681	257125	84,08	24258	BV	0.053094	მგ/ლ



ქრომ. 6 - ა თაფლის 20% წყალხსნარში ფენილალანინი

ამინომჟავა პროლინის სტანდარტის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

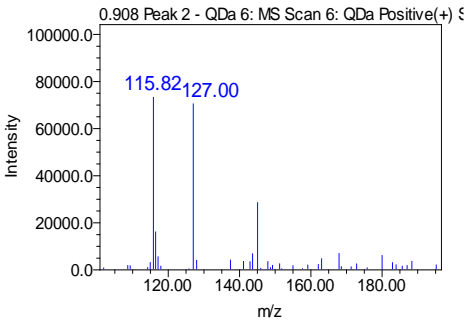
	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	პროლინი	0,901	1035070	100	109801	BV	0,053094	მგ/მლ



ქრომ. .6-ბ თაფლის 20% წყალხსნარში პროლინი

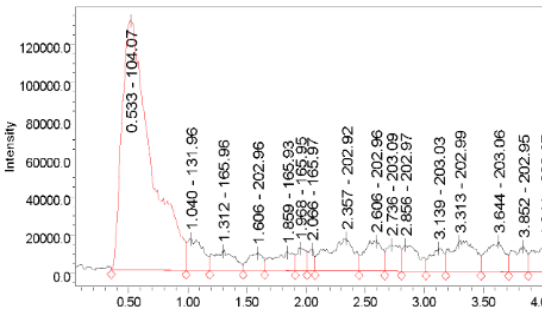
ამინომჟავა ფენილალანინისა, ტრიფტოფანისა და  
პროლინის სტანდარტების ქრომატოგრაფიული მონაცემები

	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	ფენილალანინი	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	მგ/მლ
2	ტრიპტოფანი	6,681	257125	84,08	24258	BV	0.038406	მგ/მლ
3	პროლინი	0,901	1035070				0,053094	მგ/მლ

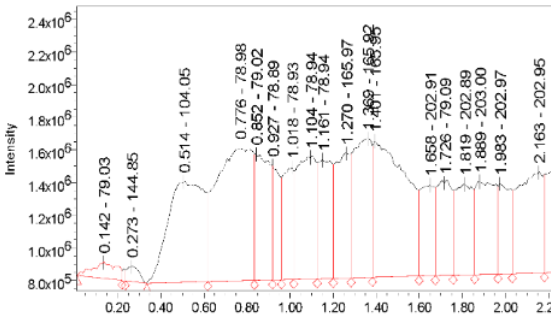


ქრომ. 6-გ 20% თავლის წყალხსნარის ამინომჟავები: პროლინი, ფენილალანინი და ტრიპტოფანი

არაფერმენტირებული და ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენიის ამინომჟავები მოცემულია ქრომატოგრამებზე 7 -ა; 7-ბ

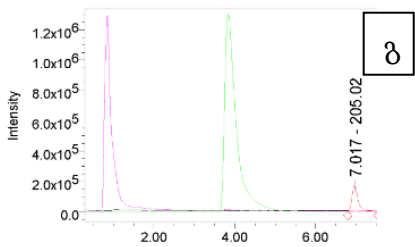
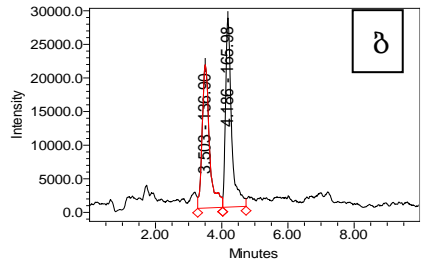
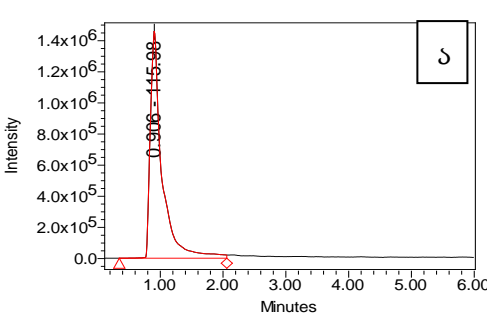


ქრომ. 7-ა არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრის ამინომჟავები



ქრომ. 7-ბ ფერმენტირებული ყვავილის მტერის ამინომჟავები

ფერმენტირებულ ყვავილის მტერში ამინომჟავების: პროლინის, ფენილალანინსა და ტრიპტოფანის რაოდენობები მოცემულია ქრომატოგრამებზე 8 - ა,ბ,გ



ქრომ. 8 ა – ფენილალანინი, ბ – პროლინი, გ – ტრიპტოფანი

ფერმენტირებულ ყვავილის მტვერში ამინომჟავების: პროლინის, ფენილალანინისა და ტრიპტოფანის ქრომატოგრაფიული მონაცემები

ფერმენტირებული ყვავილის მტვერის ამინომჟავები	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
ა - პროლინი	0,906	18763960	100	1455296	BV	0,962506	მგ/მლ
ბ - ფენილალანინი	4,186	355040	51,84	28078	VV	0,005236	მგ/მლ
გ - ტრიპტოფანი	7,017	267728	89,01	25269		0,049501	მგ/მლ

როგორც ქრომატოგრამიდან ჩანს, ყვავილის მტვერის ფერმენტირებულ სუსპენზიაში პიკების ფართობი მეტია არაფერმენტირებულ პიკებთან შედარებით, მაშასადამე ყვავილის მტვერის ფერმენტაციამ სუსპენზიაში გაზარდა ყვავილის მტვრიდან გადმოსული ამინომჟავების რაოდენობა. მაგალითად, არაფერმენტირებულ ყვავილის მტვერის სუსპენზიაში ამინომჟავა ფენილალანინი შეადგენდა 4,762 მგ/ლ, ხოლო ფერმენტირებულში მისი რაოდენობა შეადგენდა 5, 236 მგ/ლ, რაც 0.474 მგ/ლ - ით მეტია არაფერმენტირებულზე. ანალოგიური შედეგებია მიღებული, როგორც პროლინზე ასევე ტრიფტოფანზე. ფერმენტირებულ ყვავილის მტვერის სუსპენზიაში პროლინი წარმოდგენილია 0,9625 მგ/ლ.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენი კვლევის შემდეგ მიზანს შეადგენდა თავლის ღვინის იმ ნიმუშების გამოკვლევა, რომლებშიც დადუღებამდე თავლის 20% წყალხსნარში შეტანილი იყო ფერმენტირებული და არაფერმენტირებული ყვავილის მტვერი.

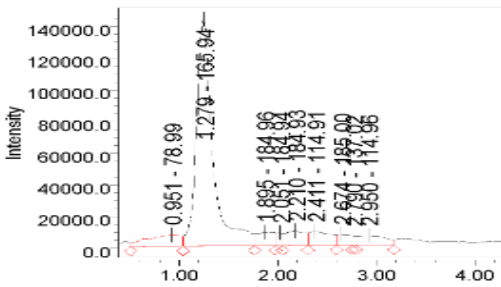
### თავლის წყალხსნარისა და „თავლის ღვინოებში“

#### ამინომჟავების გამოკვლევა

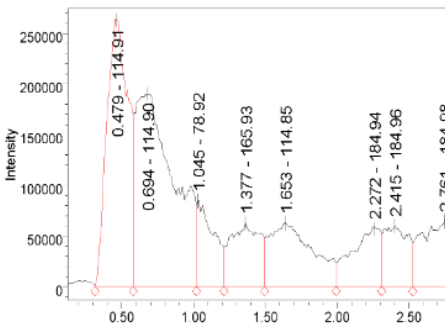
„თავლის ღვინის“ საკვლევი ნიმუშების მისაღებად თავლის 20% წყალხსნარს დავამატეთ საფუარის წმინდა კულტურა IOC 2000 (სადუღარი არის 3%) და არე გავყავით სამ ნაწილად. პირველ ნაწილს დატოვებული იქნა საკონტროლოდ. მეორე ნაწილს დაემატა არაფერმენტირებული ყვავილის მტვერის სუსპენზია, მესამე ნაწილს კი ფერმენტირებული ყვავილის მტვერის სუსპენზია (ყვავილის მტვერის ფერმენტაციის

მეთოდები აღწერილია მეთოდში). ნიმუშები მოთასვსებული იყო თერმოსტატში 220C დუდილის ტემპერატურაზე. ალკოლორი დუდილის დამთავრების შემდეგ ღვინომასალა მოიხსნა ლექიდან, ჩაუტარდა ცენტრიფუგირება და გაიფილტრა. მომზადებულ ნიმუშებში სითხურ ქრომატოგრაფზე პირდაპირი შეტანის მეთოდით განისაზღვრა ამინომჟავები თვისობრივად და რაოდენობრივად.

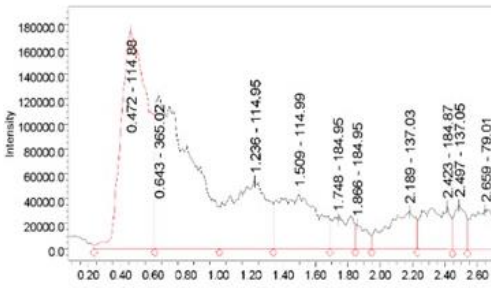
ზემოდ ჩამოთვლილი ნიმუშების ამინომჟავათა შედგენილობა მოცემულია ქრომატოგრამებზე 9,10,11.



ქრომ. 9 „თაფლის ღვინის“ ამინომჟავები



ქრომ. 10 არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „თაფლის ღვინო“



ქრომ. 11 ფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „თაფლის ღვინო“

როგორც ქრომატოგრამებიდან 9, 10, 11 ჩანს, „თაფლის ღვინო“ მცირე რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს, ეს განპირობებულია იმით, რომ თაფლი მცირე რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს და მისი ოთხჯერადად განზავებით კიდევ უფრო მცირდება მათი რაოდენობა. „ღვინოში“ წყალხსნართან შედარებით კიდევ უფრო მცირდება ამინომჟავები, იმის გამო, რომ საფუარები ალკოჰოლური დუდილის დროს აქტიურად მოიხმარენ ამინომჟავებს. არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით დადუღებული „თაფლის ღვინო“ უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს, ვიდრე საკონტროლო „თაფლის ღვინო“. ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით მიღებული „ღვინო“ თვისობრივად უფრო მეტ ამინომჟავებს შეიცავს, ვიდრე არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზიით დადუღებული „ღვინო“.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ საფუარს შეუძლია ამინომჟავებისგან სხვადასხვა ნაერთების წარმოქმნა. მაგალითად, ალკოჰოლური დუდილის დროს საფუარები გარდაქმნიან იზოლეიცინს აქტიურ პენტანოლად, ლეიცინს იზოპენტანოლად, სერინს ეთილენგლიკოლად, ფენილალანინს - 2-ფენილეთანოლად, ტიროზინს - ტიროზოლად, ტრიპტოფანს -  $\beta$ -ინდოლად და ტრიპტოფოლად, ჰისტიდინს -  $\beta$ -ამიდიზოლეთანოლად; ეს ნივთიერებები გავლენას ახდენენ ღვინის ბიოქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მარკენებლებზე.

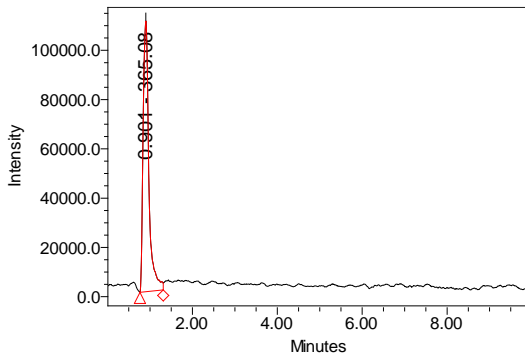
იმისათვის, რომ გაგვერკვია ყვავილის მტვრის ფერმენტაციის შედეგად, ანუ ყვავილის მტვრის ბირთვის დაშლით გადმოსული ამინომჟავათა გავლენა „თაფლის ღვინის“ გემოსა და არომატზე ჩავატარეთ მოდელური ცდები. ყვავილის მტვრის

ბირთვი დავშალეთ ფერმენტ Poteazim -C გამოყენებით. საინტერესო იყო „თაფლის ღვინოში“ ყვავილის მტვრის ბირთვის დაშლის შედეგად გადმოსულ ამინომჟავათა გარდაქმნის პროცესები. იმისათვის, რომ დაგვედგინა ალკოჰოლური დუღილის შემდეგ „ღვინოში“ ამინომჟავათა შემცირების მიზეზი, ჩავატარეთ მოდელური ცდები. ექსპერიმენტის დროს საწყის სადულრად გამზადებულ ტკბილში შევიტანეთ 3 ამონომჟავა (2 მგ/ლ-ზე), რომლებიც შედარებით დიდი რაოდენობით გადმოდიან ყვავილის მტრის უჯრედის ციტოპლაზმიდან მარცვლის ბირთვის გარსის დაშლით. ექსპერიმენტში შეტანილი ამინომჟავებია: ფენილალანინი, ტრიპტოფანი და პროლინი. თაფლის ტკბილი ცალ-ცალკე ამინომჟავებით დავადულეთ. დადუღების შემდეგ ნიმუშებს ჩაუტარეთ ცეტრიფუგირება, ფილტრაცია და ქრომატოგრაფში პირდაპირი შეტანის მეთოდით განვსაზღვრეთ ტკბილსა და „ღვინოში“ ამინომჟავათა რაოდენობები. ტკბილსა და „ღვინოში“ ამინომჟავათა სახეობები და რაოდენობები მოცემულია ცხრილებში 8(ა,ბ,გ); 9(ა,ბ,გ); 10(ა,ბ,გ) და ქრომატოგრამებზე 12 (ა,ბ,გ); 13 (ა,ბ,გ); 14(ა,ბ,გ);

ცხრილი 8 -ა

თაფლის 20% წყალხსნარში პროლინის რაოდენობა

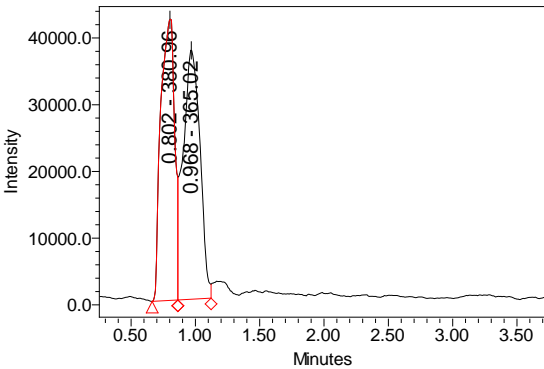
Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
პროლინი 20% თაფლის წყალხსნარში	0,901	1035070	100	109801	BV	0,0530 94	მგ/მ ლ



ქრომ. 12 -ა თაფლის 20% წყალხსნარში არსებული პროლინი

თაფლის 20% წყალხსნარზე დამატებული პროლინის რაოდენობა

თაფლის 20% წყალხსნარ	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
საწყისი არსებული პროლინი	1.021	1242580	100	116087	BV	0,0531	მგ/მლ
დამატებული პროლინი	0.821	3215782	100	144297	VV	0,0743	მგ/მლ

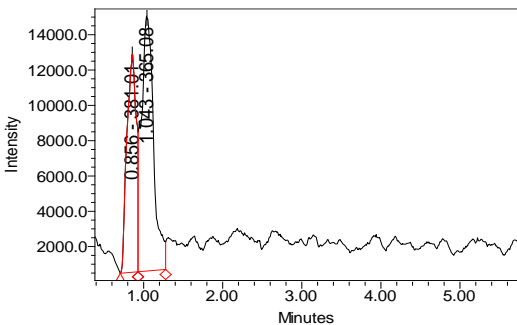


ქრომ. 12 -ბ თაფლის 20% წყალხსნარს + პროლინი

პროლინის რაოდენობა „თაფლის ღვინოში“

	პროლინი	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	„თაფლის ღვინოში“	0,856	100743	39,11	12290	BV	0,0642	მგ/მლ
2	20% თაფლის წყალხსნარში	1,043	156835	60,89	14401	VV	0,0531	მგ/მლ



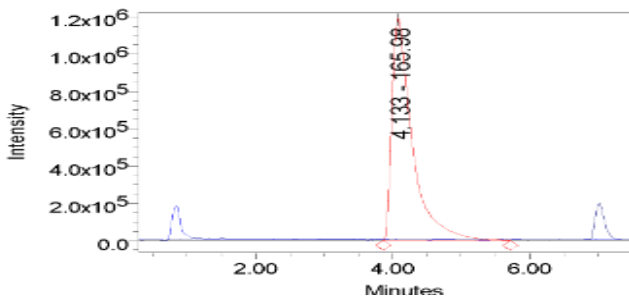


ქრომ. 12 -გ პროლინი „თაფლის ღვინოში“

ცხრილი 9 -ა

თაფლის 20% წყალხსნარში ფენილალანინის რაოდენობა

Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
ფენილალანინი	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	მგ/მლ

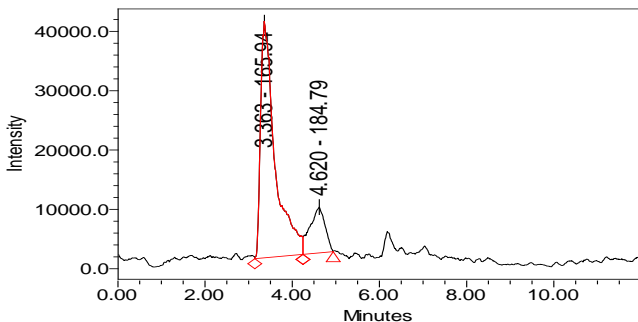


ქრომ. 13 -ა თაფლის 20% წყალხსნარში ფენილალანინი

ცხრილი 9 -ბ

თაფლის 20% წყალხსნარში + ფენილალანი

	თაფლის 20% წყალხსნარში	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	საწყისი არსებული ფენილალანინი	3.363	910561	83.04	39725	VV	0.0037	მგ/მლ
2	დამატებული ფენილალანინი	4.62	185991	16.96	7701	VB	0,0086	მგ/მლ

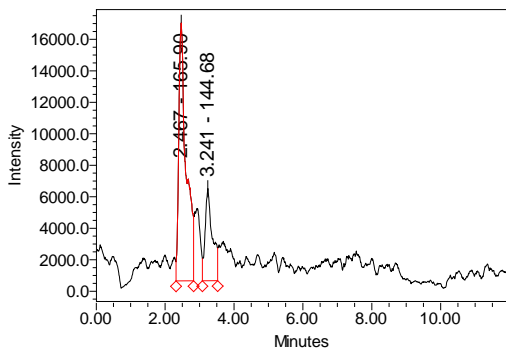


ქრომ. 13 -ბ თავლის 20% წყალხსნარი + ვენილალანინი

ცხრილი. 9 - გ

ვენილალანინი „თავლის ღვინოში“

	ვენილალანინი	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	20% თავლწყალში	2.467	242967	73.96	16243	VV	0,0037	მგ/მლ
2	„თავლის ღვინოში“	3.241	85538	26.04	5813	VV	0,0049	მგ/მლ

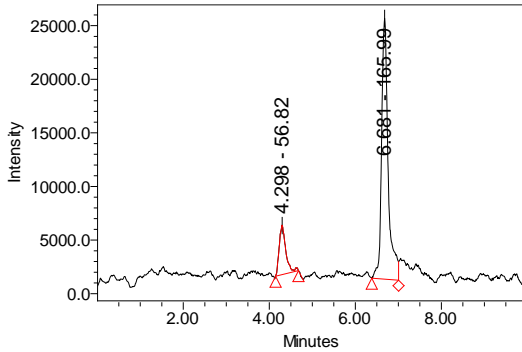


ქრომ. 13 -გ ვენილალანინი „თავლის ღვინოში“

ცხრილი 10 - ა

თავლის 20% წყალხსნარში ტრიპტოფანი

Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
ტრიპტოფანი	6,681	257125	84,08	24258	BV	0,0028	მგ/მლ

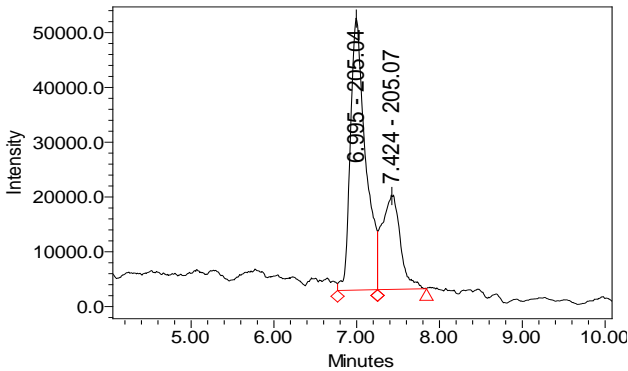


ქრომ. 14 - ა თავლის 20% წყალხსნარში ტრიპტოფანი

ცხრილი 10 - ბ

თავლის 20% წყალხსნარი+ტრიპტოფანი

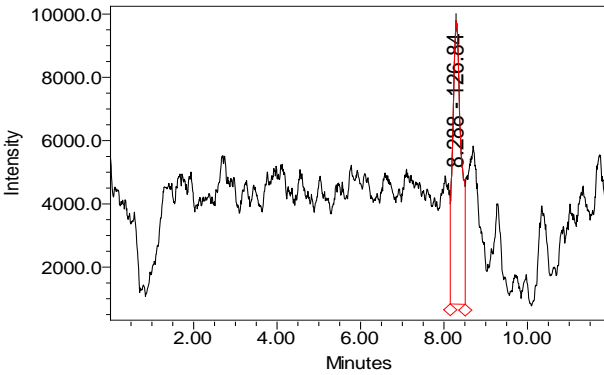
	20 % თავლის წყალხსნარში	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
2	საწყისი ტრიპტოფანი	6.995	629728	60.74	49496	VV	0,0028	მგ/მლ
3	შეტანილი ტრიპტოფანი	7.424	267546	25.81	17107	VB	0,0043	მგ/მლ



ქრომ. 14 -ბ თავლის 20% წყალხსნარი + ტრიპტოფანი

ტრიპტოფანი „თაფლის ღვინოში“

ტრიპტოფანი	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
20 % თაფლის წყალხსნარში	6.995	629728	60.74	49496	VV	0,0028	მგ/მლ
„თაფლის ღვინოში“	8,288	126525	100	8933	VV	0,0019	მგ/მლ



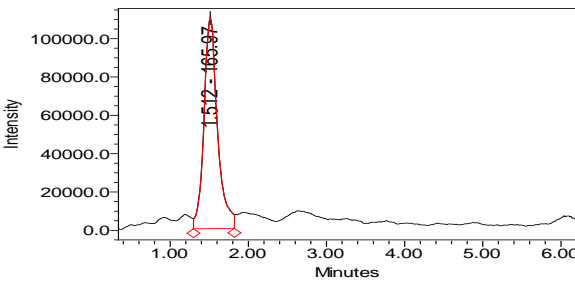
ქრამ. 14 - გ ტრიპტოფანი „თაფლის ღვინოში“

საცდელ ნიმუშებში - თაფლის წყალხსნარებში ამინომჟავების შემცველობა, მგ/მლ

№	ნიმუშების დასახელება	ამინომჟავა მგ/მლ		
		პროლინი	ფენილ-ალანინი	ტრიპტოფანი
1	თაფლის წყალხსნარი (20%)	0,0531	0,0037	0,0028
2	თაფლის წყალხსნარი (20%) + პროლინი	0,0743		
3	თაფლის წყალხსნარი (20%) + ფენილალანინი		0,0086	
4	თაფლის წყალხსნარი (20%) + ტრიპტოფანი			0,0043

საცდელ ნიმუშებში - „თაფლის ღვინოში“ ამინომჟავების შემცველობა, მგ/მლ

№	ნიმუშების დასახელება	ამინომჟავა მგ/მლ		
		პროლინი	ფენილ-ალანინი	ტრიპტოფანი
1	„თაფლის ღვინო“			
2	„თაფლის ღვინო“ + პროლინი	0,0642		
3	„თაფლის ღვინო“ + ფენილალანინი		0,0049	-
4	„თაფლის ღვინო“ + ტრიპტოფანი			0,0019
5	პროლინი	0,0212		
6	ფენილალანინი		0,0012	
7	ტრიფტოფანი			0,0015



ქრომ. 15 არაფერმენტირებული ყვავილის მტვერით დადუღებული „თაფლის ღვინო“

შედეგები მოცემულია ცხრილში 13: თაფლის წყალხსნარი მცირე რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს პირველთან შედარებით დიდი რაოდენობით არის ამინომჟავები არაფერმენტირებულ ყვავილის მტვერ დამატებულ წყალხსნარში. მეორესთან შედარებით მეტი რაოდენობით არის ამინომჟავები აფერმენტირებულ ყვავილის მტვერ დამატებულ წყალხსნარში.

ფერმენტირებულ და არაფერმენტირებულ თაფლის წყალხსნარებში ამინომჟავათა საერთო რაოდენობა მლ/ლ

№	ნიმუშების დასახელება	ამინომჟავების საერთო რაოდენობა მგ/ლ
1	ცაცხვის თაფლის წყალხსნარი	0.0596
2	ცაცხვის თაფლის წყალხსნარი + ყვავილის მტვერი (სუსპენზია)	1.6976
3	ცაცხვის თაფლის წყალხსნარი + ფერმენტირებული ყვავილის მტვერი (სუსპენზია)	2.3596

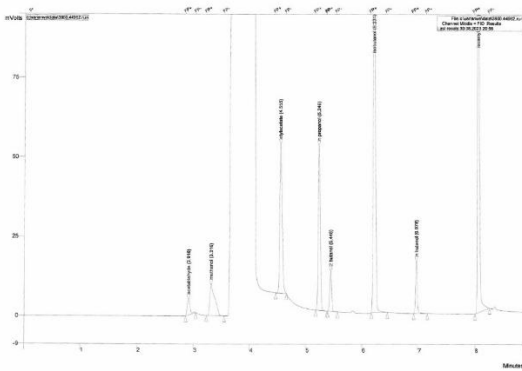
მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ თავლის წყალხსნარი მცირე რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს (0.0596 მგ/მლ). შედარებით მომატებული რაოდენობითაა იგი თავლის წყალხსნარში, რომელშიც შეტანილია არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზია (1.6976 მგ/მლ). კიდევ უფრო მომატებული რაოდენობითაა ამინომჟავები იმ ნიმუშებში, რომელშიც შეტანილია პროტეოლიტური ფერმენტით ფერმენტირებული ყვავილის მტვერი (2.35960 მგ/მლ).

მიღებული შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ ყვავილის მტვრის პროტეოლიტური ენზიმების კომპლექსით დამუშავების (ფერმენტაციის) შედეგად საგრძნობლად გაიზარდა ამინომჟავების რაოდენობა წყალხსნარში.

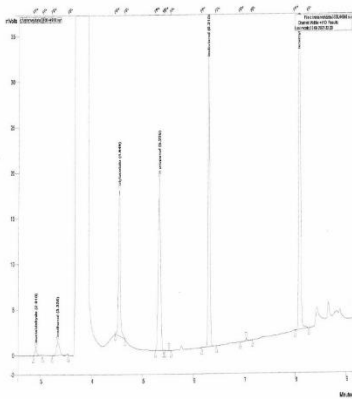
ცნობილია, რომ ღვინის არომატული ნივთიერებების უმეტესობა წარმოიქმნება ალკოჰოლური დუდილის დროს ყურძნის წვენში არსებული ნახშირწყლების, ამინომჟავებისა და ორგანული მჟავების გარდაქმნით. „თავლის ღვინის“, ისე როგორც ყურძნის ღვინის ბუკეტისა და არომატის შემადგენელ ნივთიერებათა ყველაზე დიდ ნაწილს წარმოადგენს სპირტები და ეთერები.

ფერმენტირებული და არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით დადუღებული „ღვინოები“ განსხვავდება ერთმანეთისგან ეთერების და აცეტალდეჰიდების ჯამური შედგენილობით, რაც დადასტურებულია „ღვინის“ ნიმუშების გაზურ-სითხური ქრომატოგრაფიული ანალიზით. ნიმუშების ქრომატოგრამები შედარდა წინასწარ სტანდარტის მონაცემებს.

ფერმენტირებული და არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრით მიღებული „ღვინოების“ ეთერებისა და აცეტალდეჰიდების საშუალო რაოდენობები მოცემულია ქრომატოგრამებზე 16; 17 და ცხრილში 14.



ქრომ. 16. ფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „თაფლის ღვინის“ ქრომატოგრამა



ქრომ. 17. არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „თაფლის ღვინის“ ქრომატოგრამა

ცხრილი. 14

არაფერმენტირებული და ფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „თაფლის ღვინოს“ მქროლავ ნივთირებათა რაოდენობები

მქროლავი კომპონენტების დასახელები	არაფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „ღვინო“ (მგ/ლ)	ფერმენტირებული ყვავილის მტვრით დადუღებული „ღვინო“ (მგ/ლ)
აცეტალდეჰიდი	4.2	5.3
ეთილაცეტატი	14.01	16.04
2 ზუთანოლი	7.65	9.01
N პროპანოლი	11.03	17.56
იზობუთანოლი	9.17	12.62
იზოამილი	8.82	10.34
მეთანოლი	0,394	0.298

როგორც ცხრილი 14-დან ჩანს ეთერებისა და აცეტალდეჰიდების რაოდენობა მეტია ფერმენტირებული ყვავილის მტვრით მიღებულ „ღვინოში“, არაფერმენტირებულთან შედარებით, რაც სრულიად ეთანხმება ლიტერატურაში არსებულ მონაცემებს, რომ ამინომჟავები ალკოჰოლური დუდილის დროს ნაწილობრივ გარდაიქმნება ეთერებად და აცეტალდეჰიდებად, რის საფუძველზეც ღვინოში მცირდება ინომჟავების რაოდენობა.

ამ შემთხვევაში უმაღლესი სპირტების სინთეზი ხდება ნახშირწყლებისაგან, ამდენად ამინომჟავების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება, ვიდრე ნორმალური (ყვავილის მტვრის გარეშე) ალკოჰოლური დუდილისას. ასევე საფუარს შეუძლია ამინომჟავებისგან სხვადასხვა ნაერთების წარმოქმნა. ამინომჟავების უმაღლეს სპირტებად გარდაქმნა არა მხოლოდ ოქსიდაციური დეჰამინირების გზით ხდება, არამედ ამინომჟავების კეტომჟავებად ტრანსამინირებით. ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის დამატებით მიღებულ „თაფლის ღვინის“ ნიმუშებში არომატული კომპონენტების რაოდენობის ცვლილების გამოსაკვლევად ვაწარმოვეთ შემდეგი ცდა: ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის დამატებით მიღებულ „ღვინოში“ ალკოჰოლური დუდილის დამთავრებისა და „ღვინის“ ჩამოყალიბების შემდეგ განვსაზღვრეთ უმაღლესი სპირტების, საშუალო ეთერების და აცეტალდეჰიდების ჯამური რაოდენობა. როგორც სურათიდან და ცხრილიდან ჩანს ამინომჟავათა რაოდენობა შემცირებულია ყველა ნიმუშში. სამაგიეროდ „ღვინოში“ გაიზარდა უმაღლესი სპირტების, ეთერების და აცეტალდეჰიდების ჯამური რაოდენობა. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ თაფლის ტკბილში ალკოჰოლური დუდილის დროს შეტანილმა ამინომჟავებმა განიცადეს გარდაქმნა. „თაფლის ღვინოებში“ გაიზარდა სპირტების, ეთერების და აცეტალდეჰიდების ჯამური რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით. ე.ი. საცდელი „თაფლის ღვინის“ გემო და არომატი საგრძნობლად აღემატება საკონტროლოდ აღებულ „თაფლის ღვინის“ გემოსა და არომატს.

**ექსპერიმენტის ფარგლებში დამზადებული „თაფლის ღვინის“ სენსორული  
შეფასების შედეგები, გემოსა და არომატის დისკრიპტორები**

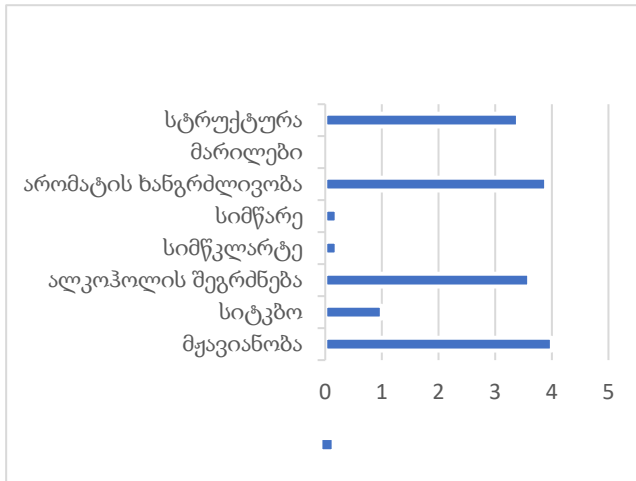
ექსპერიმენტის ფარგლებში შპს „ნორმას“ საგამოცდო ლაბორატორიაში



კვალიფიციური სერტიფიცირებული დეგუსტატორების მიერ განხორციელდა „თაფლის ღვინისა“ და „ვარდისფერი („როზე“) ცქრიალა ღვინის“ - პეტნატის სენსორული შეფასება. საილუსტრაციოდ მოტანილია კომისიის წევრების მიერ „ცქრიალა ღვინის“ - პეტნატის სენსორული შეფასების შეჯამებული შედეგები სვეტურ დიაგრამებზე 1 და 2.

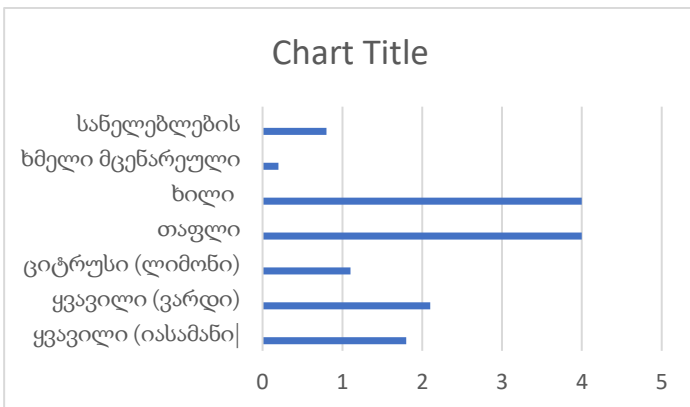
დიაგრამა 3.5.1

„თაფლის ღვინის“ გემოს დესკრიპტორი



დიაგრამა 3.5.2

„თაფლის ღვინის“ არომატის დისკრიპტორი



„თაფლის ვარდისფერი ცრიალა ღვინის“ გემოს შეფასებისას ექსპერტებმა გამოიყენეს 5-ბალიანი სისტემა. ნიმუში მჟავიანობის, ალკოჰოლის შეგრძნების, არომატის შენარჩუნების ხანგრძლივობის და სტრუქტურის მიხედვით შეფასდა 4 ბალამდე. სიმწკლარტე, მარილები და სიმწარე „ღვინოს“ არ ახასიათებდა.

ექსპერტების შეფასებით „თაფლის ღვინის“ არომატში გამოკვეთილი იყო ხილისა და თაფლის წამყვანი არომატები. ასევე „ღვინოში“ იგრძნობოდა ყვავილებისა და ციტრუსის ტონები, რომელიც ძალიან უხდებოდა „თაფლის ვარდისფერ ცრიალა ღვინო“- პეტნატს.

### **„თაფლის ღვინის“ დამზადების ტექნოლოგია და აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა**

ამჟამად საქართველოში არ არსებობს საწარმოო მასშტაბით „თაფლის ღვინის“ წარმოება.

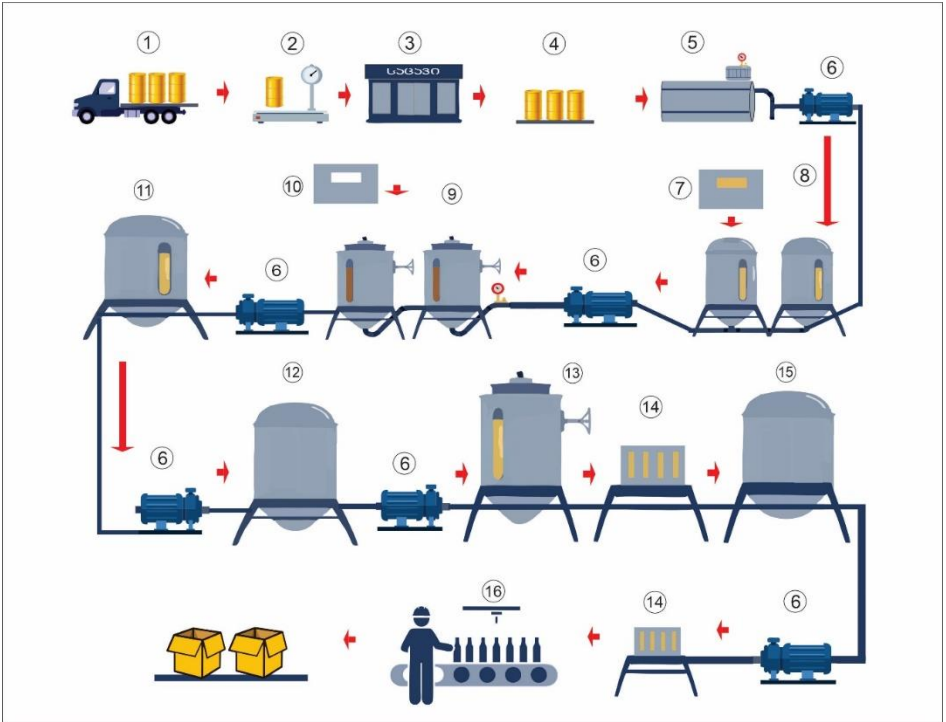
„თაფლის ღვინის“ დასამზადებლად ჩვენს მიერ შემუშავდა აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებს „ღვინის“ მრეწველობაში არსებულ ტიპიურ ისეთ დანადგარ-მოწყობილობების გამოყენებას, რომელიც არ დაიკავებს დიდ მოცულობას, იქნება იაფი და ადვილად გამოსაყენებელი. ეს ფაქტორი გაზრდის „თაფლის ღვინის“ წარმოების ეკონომიურ ეფექტს.

„თაფლის ღვინის“ მიღების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია სქემაზე 3.

„თაფლის ღვინის“ აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს: თაფლის მიღება საამქროში წარმოებს 40 - 50 კგ ტევადობის ბიდონებით (1), რომელსაც წონიან (2) და გადააქვთ თბილ საცავში (3) 35-40°C-მდე გასათბობად (თაფლის ადვილად გადმოსხმისათვის).

თაფლი ბალონებით (4) გადააქვთ უჟანგავი ფოლადის ავზში (5), რომელიც აღჭურვილია თერმორეგულატორით, მექანიკური ამრევით და ტევადობის მზომით. აღნიშნულ ავზში (5) აწარმოებენ თაფლის გახსნას წყალში. თაფლწყალხსნარი გადააქვთ ტუმბოთი (6) საკუპაჟე რეზერვუარში (8), სადაც ნაზავს ემატება ღვინის ან ლიმონის

მყავა; პარალელურად ჩამოთვლილი ტექნოლოგიური ოპერაციებისა, პატარა რეზერვუარში (7) წარმოებს ყვავილის მტვრის სუსპენზიის ფერმენტაცია კომპლექსური პროტეოლიტური ფერმენტის დამატებით.



სქემა 3

„თაფლის ღვინის“ მიღების აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა

ალკოჰოლური დუღილისათვის თაფლის ნაზავი ტუმბოთი (6) გადააქვთ ვერტიკალურ უჟანგავი ფოლადის რეზერვუარებში (9). სადულარ რეზერვუარში მოთავსებულ თაფლის ნაზავს მცირე მოცულობის რეზერვუარებიდან (7 და 10) უმატებენ წინასწარ დამზადებულ ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის სუსპენზიასა და საფურის წმინდა კულტურის დედოს. ალკოჰოლური დუღილის დამთავრების შემდეგ „თაფლის ღვინო“ ტუმბოთი (6) გადააქვთ საეგალიზაციო ჭურჭელში (11), ეგალიზაციის და კუპაჟის შემდეგ „თაფლის ღვინო“ გადააქვთ ტუმბოთი (6) დასამუშავებლად რეზერვუარში (12). დამუშავების შემდეგ „ღვინო“ იფილტრებება (14)

და გადააქვთ ტუმბოთი (6) დასასვენებლად რეზერვუარში (13). „ღვინის“ მდგარდობის ქიმიური და ორგანოლექტიკური შემოწმების შემდეგ ადგენენ „თაფლის ღვინის“ დამუშავების სქემას. დამუშავებულ-დასვენებულ მასალას ამოწმებენ ჩამოსხმის გამძლეობაზე. სისუფთავის ხარისხზე. უკეთებენ კორექტირებას, ფილტრავენ ფილტრით (14) და გადააქვთ დამწნევე რეზერვუარში (15), საიდანაც უშვებენ საკონტროლო ფილტრში (14) და გადატვირთავენ ჩამოსასხმელ ხაზზე (16).

ჩვენს მიერ შემუშავებული აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემა არის მეტად მარტივი მომსახურებისათვის. „თაფლის ღვინის“ დამზადებისათვის წარმოებაში გამოყენებულია უჟანგავი ფოლადის დანადგარ-მოწყობილობები, ან სხვა ჭურჭელი, რომელიც დაფარულია კვების მრეწველობაში გამოყენებული დამცავი საშუალებებით.

### **მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავება**

სტატისტიკურ დამუშავებას ექვემდებარება იმ კომპონენტების რაოდენობრივი მონაცემები, რომლებიც განსაზღვრავენ თაფლის და მისგან მიღებული სასმელების სპეციფიკურ სუნსა და გემოს. ნიმუშად აღებული იქნა ამინომჟავა ტრიფტოფანის რაოდენობრივი ცვალებადობა ოთხჯერადი განმეორებით „თაფლის ღვინის“ მიღების ტექნოლოგიის სხვადასხვა საფეხურზე. ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემების მათემატიკური დამუშავებისათვის გამოკვლეული იქნა დისპერსია და საშუალო შედეგების სტანდარტული გადახრა სტიუდენტ-ფიშერის ცხრილის მიხედვით, რომელიც არ აღემატებოდა 0.52.

### **დასკვნები:**

პირველად ჩვენს მიერ შესწავლილია „თაფლის მშრალი და ბუნებრივად ცქრიალა ღვინის“ წარმოების ტექნოლოგიური პროცესები და მათი გავლენა „ღვინის“ შემადგენლობასა და ხარისხზე.

დადგენილია, რომ თაფლის სრულფასოვანი „მშრალი და ცქრიალა ღვინის“ მიღება შესაძლებელია თეორიული კვლევის საფუძველზე დადგენილი ქიმიური და ტექნოლოგიური პროცესების მიზანდასახული წარმართვით:

- თაფლის ნაზავის ალკოჰოლური დუდილის ბოლომდე წარმართვისათვის

შესწავლილი იქნა ფუტკრების მიერ მოგროვებული ყვავილის მტვრის მარცვლების უჯრედების ფიზიკური და ქიმიური მონაცემები;

- ყვავილის მტვრის მარცვლის ბირთვის დაშლისათვის ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა კომპლექსური ფერმენტული პრეპარატის Proteazim C -ს შემადგენლობა და აქტივობა. ფერმენტული კომპლექსი შედგება სხვადასხვა სახის ფერმენტებისაგან. მათ შორისაა:  $\beta$ -გლუკანაზა, პროტეაზა, ამილაზა და სხვა.
- ჩვენს მიერ დადგინდა კომპლექსურ ფერმენტში შემავალი ცალკეული ფერმენტის: ქსინლაზას, რედუცირებული შაქრებისა და პროტეოლიტური ფერმენტების აქტივობა სხვადასხვა ტემპერატურისა და დაყოვნების დროის მიხედვით. ფერმენტზე დაყოვნების დროისა, ტემპერატურისა, ფერმენტის რაოდენობის ზრდის მიხედვით სუსპენზიაში იზრდება მშრალი ნივთიერებების გამოსავლიანობა;
- შესწავლილი იქნა თაფლის ნაზავისა და ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის დამატებით წარმოებული „ღვინის“ ქიმიური შემადგენლობა: აზოტოვანი ნივთიერების შემცველობა და ცვალებადობა ტექნოლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებით;
- თაფლის ნაზავის ალკოჰოლური დუღილის ბოლომდე წარმართვისათვის შერჩეული და შესწავლილი იქნა ფუტკრების მიერ მოპოვებული ყვავილის მტვრის მარცვლების უჯრედების ფიზიკური და ქიმიური მონაცემები.

დადგინდა, რომ:

- ყვავილის მტვრის დაშლა შესაძლებელია ბეტა-გლუკონაზური აქტივობის მქონე პროტეოლიტური ფერმენტული კომპლექსით Proteazim-C, რისთვისაც დადგინდა აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა (მშრალი ნივთიერების გაზრდა) ყვავილის მტვრის სუსპენზიაში;
- ფერმენტ Proteazim-C აქტივობა ყვავილის მტვრის 30% წყალხსნარის სუსპენზიაში განისაზღვრა აღნიშნული ფერმენტის აქტივობა, რომლის შედეგადაც გაიზარდა მშრალი ნივთიერება, ანუ უჯრედის ცილოვანი ნივთიერებები (2,95% დან 4,96%-დე). კიდევ უფრო დიდი რაოდენობითა

ცილოვანი ნივთიერებები მოცემული ყვავილის მტვრის ფერმენტირებულ სუსპენზიაში (6, 95%). ცილის აღნიშნული ზრდა გამოწვეულია ყვავილის მტვრის ფერმენტაციის დაშლასთან (ყვავილის მტვრის უჯრედი განიცდის ჰიდროლიზს და სითხეს ამდიდრებს ჰიდროლიზის პროდუქტებით). რაც შეეხება აზოტოვან ნივთიერებებს ფერმენტირებულ სუსპენზიაში, მისმა რაოდენობამ მიაღწია 0,9641%, მაშინ როცა საწყისი რაოდენობა შეადგენდა 0,4718%;

- ამინომჟავების რაოდენობრივი შემცველობის ზრდა ყვავილის მტვრის ფერმენტაციით. სუსპენზიაში გაიზარდა ამინომჟავების რაოდენობრივი შერმცველობა. მაგალითად, ამონომჟავა ფენილალანინის რაოდენობა შეადგენდა 4,762 მგ/ლ, მისმა რაოდენობამ ფერმენტაციით მიაღწია 5,236 მგ/ლ, რაც 0,474 მგ/ლ მეტია არაფერმენტირებულ სუსპენზიაში, ანალოგიური დამოკიდებულება აღენიშნება ამინომჟავების პროლინისა და ტრიფტოფანის მიმართაც;
- აღნიშნული დამოკიდებულება გამოიკვეთა „თაფლის ღვინის“ ნიმუშებშიც, რომლებიც იყო დადუღებული ფერმენტირებულ და არაფერმენტირებულ ყვავილის მტვრით, იმ განსხვავებით, რომ თაფლის ტუბილში შეტანილმა ამინომჟავებმა ალკოჰოლური დუდილის დროს განიცადეს გარდაქმნა. ალკოჰოლური დუდილის შემდეგ „ღვინოში“ შემცირდა ამინომჟავების რაოდენობა, სამაგიეროდ გაიზარდა უმადლესი სპირტების, ეთერებისა და აცეტალდეჰიდების რაოდენობა საკონტროლოსთან შედარებით;
- საცდელი „თაფლის ღვინის“ გემო და არომატი აღემატება საკონტროლოდ აღებულ „თაფლის ღვინის“ გემოს და არომატს.

პირველად ჩვენს მიერ დამუშავდა და მეცნიერულად დასაბუთებულ იქნა „თაფლის მშრალი ღვინისა“ და „თაფლის ცქრიალა ღვინის“ მიღების ტექნოლოგიური წესი და დამზადების აპარატულ-ტექნოლოგიური სქემა ფერმენტირებული ყვავილის მტვრის გამოყენებით. მწარმოებლებს ეძლევათ რეკომენდაცია შემუშავებული ინსტრუქციისა და სამეურნეო ობიექტის სტანდარტის მიხედვით დამზადებული იქნეს "თაფლის მშრალი ღვინო" და "თაფლის ცქრიალა ღვინო" ფერმენტირებული

ყვავილის მტვრის გამოყენებით.

ერთი დალ მზა „თაფლის ღვინის“ საბითუმო ფასი შეადგენს 39 ლარი, გასაყიდი ფასი დამოკიდებულია საბაზრო ეკონომიკაზე. თუ მზა პროდუქციის საბითუმო და საცალო ფასთა შორის სხვაობა შეადგენს ერთ დალზე მინიმუმ 63 ლარს, შესაბამისად 10 000 ლიტრ პროდუქციას შემოსავალი მიაღწევს 630 000 ლარს.

- დისერტაციის ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემების მათემატიკური დამუშავებისათვის გამოკვლეული იქნა დისპერსია და საშუალო შედეგების სტანდარტული გადახრა სტიუდენტ-ფიშერის ცხრილის მიხედვით. „თაფლის ღვინის“ ნიმუშებში დისპერსიის სტანდარტული გადახრა არ აღემატებოდა 0,52 .

LEPL Iakob Gogebashvili Telavi State University

Copyright of the manuscript

Zaza Baazov

THESIS

**Improving the Technology for Producing “Honey Wine” Using Fermented Pollen**

To obtain the academic degree of Doctor of Food Technology (0721.2.1.)

Autoabstract

of the presented Thesis

Telavi, 2024



The work was performed at the Faculty of Agricultural, Natural Sciences and Technologies of Iakob Gogebashvili Telavi State University.

Scientific supervisor:

Mariam Khositashvili,  
Doctor of Technical  
Sciences, Academician of  
the Academy of  
Engineering, Professor

Reviewers:

1. Guram Papunidze
2. Olani Gotsiridze
3. Josip Mesic

The thesis will be defended at 12 o'clock on   30     04   2024, at the session of the Dissertation Council of the Faculty of Agricultural, Natural Sciences and Technologies of Iakob Gogebashvili Telavi State University. Building I Auditorium 213

No.1, University Avenue, Telavi

Tel.: +995250272401

The dissertation can be viewed in the library of the Iakob Gogebashvili Telavi State University and on the website <http://tesau.edu.ge>

The message was sent on 04.04.2024 წ.

Scientific secretary of the Dissertation Board  
Doctor of the Academy of Chemical Sciences

Mzia Ghagholishvili

## General Description of the Thesis

Alcoholic drinks vary in terms of raw materials and production technology, influencing the quality, taste, and aroma of the beverage. A honey-infused alcoholic drink, whether it's wine, vodka, or others, stands out as a unique beverage, distinguished by the distinct aroma and taste of honey. The organoleptic properties of honey, including its aroma and taste, play a pivotal role in determining the overall quality of the product. In various parts of the world, including Georgia, beekeeping is a significant income-generating activity. However, local beekeepers often encounter challenges in selling their products due to the prevailing low prices of honey in both domestic and international markets. Despite being a valuable resource, Georgian honey remains underutilized for various reasons. The surplus honey stock in Georgia provides an opportunity to create a variety of alcoholic beverages, each characterized by the delightful aroma and taste of honey. Initiatives such as producing “honey wine”, alcoholic beverages distilled from honey, and other honey-based drinks are gradually gaining traction. Various types of honey, including non-crystallized (sugared), manna, mad honey, honeycomb, and other beekeeping residues, are suitable for the preparation of these beverages. Finding ways to utilize surplus honey for the production of diverse alcoholic beverages and facilitating their sale is a pressing and **relevant issue** in today's context.

**The research aims** to refine the technology of producing “honey wine” using honey collected by bees and fermented pollen. To achieve this, the sugars in honey must undergo alcoholic fermentation. To ensure optimal fermentation, it is essential to bring the honey to a grape-like sweetness by diluting it with water and introducing a pure culture of yeast. For successful yeast propagation, pollen rich in biologically active substances, with cells resistant to decomposition, is utilized as a food source. The research includes tasks such as studying the chemical composition of pollen, selecting enzymes for grain decomposition, examining the products of grain cell decomposition, and determining the amount of amino acid protein in both pollen suspension and fermented suspension. Furthermore, the research involves conducting alcoholic fermentation with a suspension of fermented flower pollen and investigating the influence of amino acids in the current process on the formation of the total amount of corresponding higher alcohols, aldehydes, acetals, and ethers.

## **Development of “Honey Wine” Production Technology and Technological Scheme**

**The novelty of this research** lies in the decomposition of pollen grain through the action of the proteolytic enzyme protease. This process promotes the breakdown of peptide proteins (amino acids) to the end of the sweet fermentation, enhancing “honey wine” with aromatic alcohols.

**Application in Practice:** The research application includes the decomposition of pollen grain by a complex protoelite enzyme, utilized in “honey wine” purification. A standard for the agricultural object of “honey wine” production technology, incorporating fermented pollen, was developed and approved.

**The practical significance** of the research is evident in the development of a “honey wine” production facility standard based on experimental data. According to this standard, both dry and sparkling “honey wine” were successfully produced and sold through "Subkultura" LLC.

**The reliability of the obtained results** is underscored by the use of modern methods and highly efficient, sensitive equipment. Analyzes were performed in quadruplicate, and the average results were processed using mathematical statistics.

**Probation.** The results of this scientific research were presented annually (2017-2023) at the Faculty of Agricultural, Natural Sciences, and Technologies of Iakob Gogebashvili Telavi State University, as well as at local and international conferences.

**Publication.** A total of 12 scientific works have been published in local and international publications, summarizing the main results of the dissertation work.

**Thesis Structure and Volume.** The Thesis consists of a general description of the work, literary review, experimental part, conclusions, and an appendix. It spans 434 pages (including the main part 134 and an appendix 9 pages) and incorporates 9 charts, 33 tables, 2 diagrams and 26 chromatograms. The list of used literature includes 87 titles.

### **Experimental Part**

#### **Design of Research Objects and Methods**

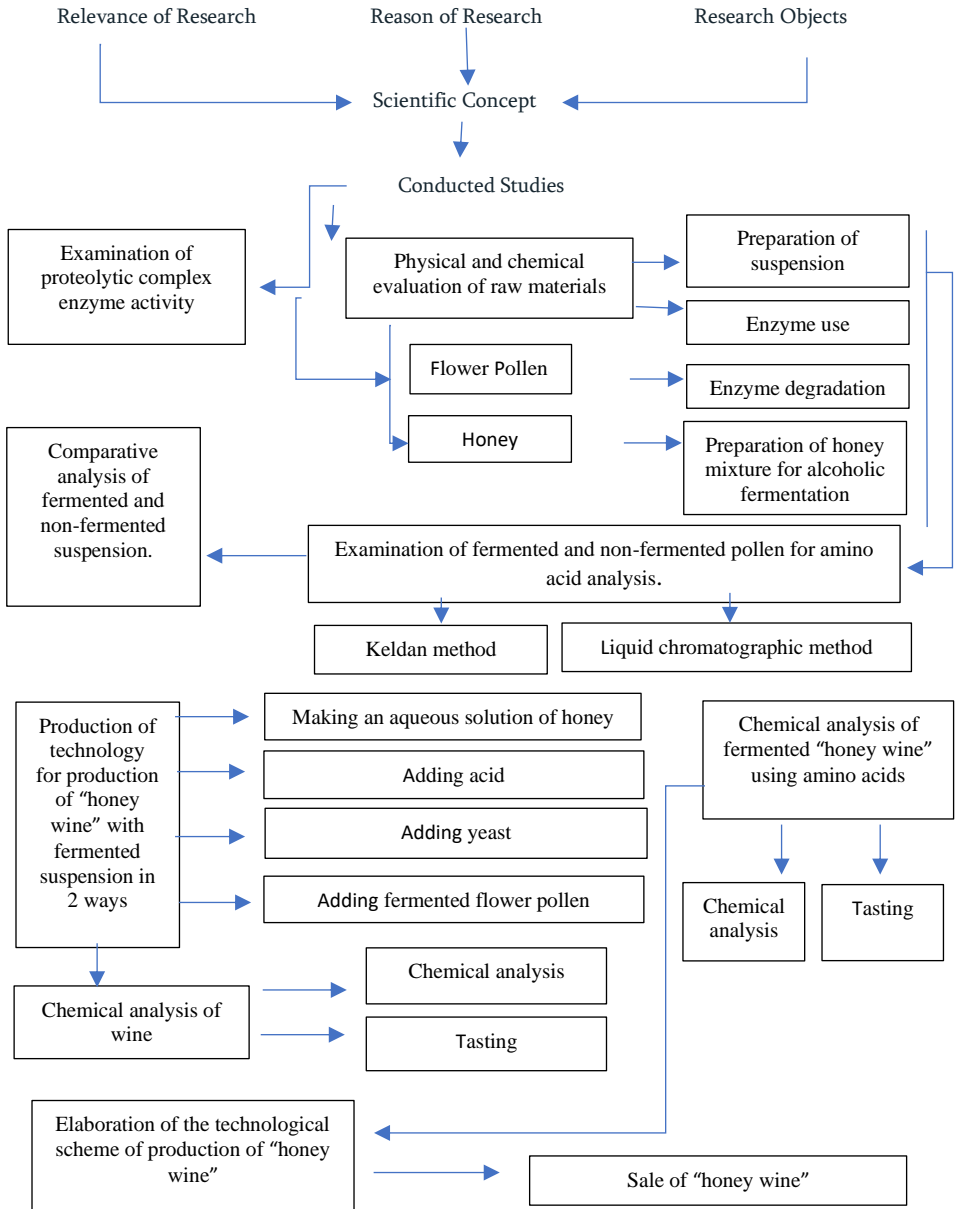
The refinement of “honey wine” production technology, particularly using fermented pollen, was achieved through a systematic scientific experiment. The collection of concrete and

reliable data involved creating specific conditions for honey sweetness by breaking down pollen cells and enriching them with decomposition products, specifically peptide protein. In the course of the scientific research, we investigated the impact of adding fermented flower pollen to the alcoholic fermentation of honey for sweetness. A research design was established based on a strategic approach to data collection, analysis, and evaluation of conducted experiments. The purposeful plan includes testing conclusions and minimizing errors. The design of the study, focusing on the use of fermented pollen to enhance the technology of making “honey wine”, is illustrated in Scheme 1. This design serves as a roadmap for the systematic investigation and improvement of “honey wine” production.

Our research focused on honey sourced from different plants in Georgia, serving as the primary object of study. To create a consistent aqueous solution, we carefully mixed honey with water, maintaining a sugar content of 18-20 g/100 cm<sup>3</sup>. Adjustments to acidity were made using tartaric or citric acid, and we introduced a pure yeast culture along with fermented pollen to initiate alcoholic fermentation. The comprehensive study involved average sampling, physico-chemical analyses, and organoleptic evaluations. Parameters such as extract, dry matter, titric and volatile acids, pH, total and ammonium nitrogen, tannin, ethanol, methanol, higher alcohols, acetals, aldehydes, and other components were determined using established methods found in the literature.

For the analysis of free amino acids, we utilized an amino analyzer, conducting both qualitative and quantitative assessments. Our laboratory work was performed on liquid, gas-liquid and other highly sensitive equipment at the laboratories of "Norma" LLC and the Biotechnology Institute of Batumi Shota Rustaveli University. Our heartfelt thanks go to the dedicated staff of these laboratories for their invaluable assistance. The development of “honey wine” production technology requires a comprehensive study of its various stages, including dissolving honey in water, bringing it to the desired condition by regulating sugars and acids, selecting nutrients, and conducting alcoholic fermentation. This scientific investigation enables us to understand and regulate each technological process, directing it towards the production of high-quality “honey wine” and the optimal utilization of the initial honey raw material.

**Designing a Study for the Physical and Chemical Analysis of Pollen and the Production of “Honey Wine”**



In the fermentation process, our aim is to completely dissolve the sugar. This approach enables a scientific understanding of each technological process, guiding us toward the production of high-quality "honey wine" and the efficient use of the initial honey raw material. Our specific focus was on investigating the regulation of yeast nutrients during fermentation, ensuring the complete decomposition of sugars in the honey mixture, enriched with flower pollen.

## **Physical properties of natural honey and characterization**

### **of some chemical compounds**

The current standard defines natural honey as products obtained by bees through the processing of nectar, "Vardnili," and "Tsvartkbila." In certain cases, bees may produce honey not only from nectar but also from other sweet liquids such as sugar syrup, fruit juice, etc. Additionally, "Tsvartkbila" and "Vardnili" honey referred to as the sweet liquid of animal origin and are encompassed within the definition [Azeredo et al., 2003; Arra´ez-Roma´n et al., 2006; Baltrus´aityte´ et al., 2007; Ku´c, u´k et al., 2007; Bertoncej et al., 2007; Gomes, T, 2010].

Honey classification depends on whether it originates from the same or different plants. The categorization of honey is based on its floristic characteristics. Honey derived from the nectar of uniform flowers is termed monofloral, whereas honey obtained from a mix of flowers is known as polyfloral. For instance, acacia, linden, chestnut, cotton, tobacco, and azalea are examples of monofloral honeys, while violet, meadow, fruit, berry, and others fall under the polyfloral category. Polyfloral honey can also be referred to as collective or mixed honey [Priscila Missio da Silva et al., 2015].

In terms of physical composition, honey exhibits non-homogeneous characteristics. It can manifest as a syrup-like liquid or crystallized mass, presenting varied consistencies. The color spectrum ranges from colorless or light yellow to darker hues, accompanied by a sweet or bitter taste and diverse aromas. The variability in honey attributes is influenced by factors such as the nectar-producing plants, climatic conditions, extraction procedures from the hive, and other pertinent factors.

Among the physical properties of honey, density, viscosity, and consistency play

pivotal roles. The viscosity of honey is intricately linked to its chemical composition [Priscila Missio da Silva et al., 2015]. The viscosity of honey derived from various plant nectars ranges from 3.18 to 14.4-poise. This characteristic is primarily influenced by the sugars and dextrans present in honey. Notably, a fructose-rich solution exhibits lower viscosity, while honey abundant in dextrans demonstrates higher viscosity compared to nectar honey, irrespective of equivalent water content [I. R. Siddiqui, B. Furgala, 2015].

The density of honey serves as a key indicator of its maturity. At 15°C, mature honey typically exhibits a density ranging from 1.41 to 1.44 kg/l. The consistency of honey is intricately linked to its physical properties. Honey in honeycomb is a runny product. Distilled honey undergoes a gradual crystallization process, resulting in a sugary texture. The pace of crystallization is relatively slow, and honey with finely crystallized consistency is notably more viscous than that with larger crystals. A temperature range of 35-40°C is sufficient to dissolve the crystals, transforming the honey into a syrupy consistency [Koblianidze, Chogovadze, 1980]. Crystallization is a natural process that does not compromise the quality of honey. The density of honey is intricately linked to its moisture content. If the humidity in honey exceeds 21%, indicating an incomplete ripening process, it becomes challenging to store for an extended period [Masdarashvili et al., 2017]. Honey possesses a distinct microflora, consisting of both primary elements inherently present and secondary elements that may enter the honey in the event of a deviation from the technological production process.

The physico-chemical composition of honey results in reduced quantities of various microflora types, as the high sugar content in honey creates significant osmotic pressure, impeding the reproduction of microflora [Antonio Iglesias et al., 2014]. According to researchers, honey maintains its antibacterial activity even in cases of 30-40% dilution, attributable to the presence of other compounds within it [Paul H. S. et al., 2012]. The onset of various fermentation processes in honey is influenced by the decrease in osmotic pressure. The fermentation process is significantly affected by the acidity of honey and the quantity of mineral substances present. Higher concentrations of these substances, coupled with increased moisture content, accelerate the multiplication of microorganisms [P. Sroka et al., 2007]. Additionally, the ambient temperature plays a crucial role in initiating fermentation in honey.

Honey chemically contains carbohydrates, microelements, coloring, aromatic and nitrogen-containing substances, antibiotics and others [Mohammad Mijanur Rahman1 et al; 2017].

Honey is composed of various carbohydrates, including glucose, fructose, sucrose, maltose, and dextrans, in varying amounts and proportions influenced by several factors. The sugar content in plant nectar typically ranges from 6-74%, with bees avoiding flowers containing less than 4.25% sugars. Researchers report that, on average, honey consists of inverted sugar at 75%, comprising 34% glucose, 40% fructose, and 1-2% sucrose. In addition to simple sugars, honey contains di-, tri-, and oligosaccharides. Light-colored honey contains fewer dextrin-like substances compared to dark-colored honey, with the quality of honey inversely correlating with the dextrin content. Dextrans in light-colored honey range from 0.5-4%, while in dark-colored honey, their concentration can reach up to 10% [Maurizio, 2022].

Researchers conducted spectroscopic analysis on Georgian honey, as reported by G. Maddarashvili in 2014. According to their findings, the total sugar content in East Georgian honeys ranges from 69-74%, while in Western Georgia, it exceeds 60%.

Nitrogen-containing substances in honey are categorized into two groups: protein substances and amino acids. The study of Georgian honey revealed a higher concentration of nitrogenous substances in samples from Western Georgia compared to those from Eastern Georgia, with a total range of 0.5-2.48%. The analysis identified 18 amino acids in Georgian honey, with a predominance of 9 essential amino acids.

According to researchers, honey primarily contains malic and citric acid, with traces of formic, succinic, and acetic acids [Pyt, 1964]. Additionally, honey comprises lactic, wine, and acid acids, which may exist in a free form but are predominantly present in the form of salts. The acidity of Georgian honey is measured at 0.07-0.25%, expressed in terms of formic acid content.

In honey, similar to other food products, the composition of mineral substances can be categorized into three groups: micro-, macro-, and ultra-microelements. The microelement composition of honey is influenced by the specific characteristics of the region and the agro-ecological conditions in which it is collected. The mineral composition of Georgian honey



encompasses 14 elements: Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al, Mn, Ni, Co, Ti, Sp, and P.

The aroma of honey is contingent upon the aromatic substances present in honey plants, with chestnut, linden, tobacco, and lily honeys being particularly noteworthy for their distinctive varietal aroma. Other honey types lack a specifically identifiable varietal aroma. Aromatic substances are volatile, and extended storage or high-temperature heating can diminish their quantity, thereby weakening the aroma. According to Georgian researchers, honey from Western Georgia exhibits a richer and more diverse array of aromatic substances compared to honey from Eastern Georgia. However, individual samples display significant variation, attributed to the distinctive flora and soil characteristics in these regions. The researchers identified  $\gamma$ -terpinene, n-cymol, citronellol, linalyl acetate, linalool, hexyl acetate, carvone, geraniol, nerol, dihydrolinalool,  $\beta$ -phenylethyl alcohol, and menthol as permanent components of aromatic substances in Georgian honey samples.

The process of honey production by bees involves the incorporation of pollen into honey, influencing the overall chemical composition of the honey.

### **Study of the Chemical and Physical Composition of Flower Pollen for Alcoholic Fermentation Activation.**

Pollen is an exceptionally intricate and nutrient-rich substance, encompassing proteins, sugars, fats, mineral salts, nearly all vitamins, enzymes, phytohormones, phytoncides (natural antibiotics), and various other compounds. The content of biologically active substances in flower pollen surpasses that of honey itself significantly. Pollen protein content ranges from 15 to 30%, exceeding the protein content found in some protein-rich food products by several times.

The protein in pollen comprises albumins, globulins, and peptones, which exist either freely or bound to carbohydrates. Proteins in pollen encompass amino acids such as alanine, arginine, glycol, asparagine, glutamic acids, serine, valine, histidine, lysine, methionine, phenylalanine, leucine, isoleucine, proline, threonine, tyrosine, tryptophan, cystine, and cysteine. Pollen contains relatively high amounts of free amino acids, with their total quantity ranging from 1-4 g per 100 g of flowers. Proline content specifically ranges from 1-3 g per 100

g of pollen.

The carbohydrate content in pollen ranges from 25-48.3%, encompassing glucose, fructose, sucrose, galactose, rhamnose, xylose, dextrans, starch, and cellulose.

The ether extract of flower pollen comprises 1-5% fatty acids, sterols, alcohols, including palmitic, stearic, lauric, linoleic, and linolenic acids.

Comparatively, pollen exhibits high richness in vitamins compared to honey and fruit. It contains vitamins B, E, P, and other groups.

Pollen undergoes a transition from white to dark gray and encompasses flavonoids, rutin, quercetin, leucoanthocyanins, catechins, carotenes, and other compounds. The mineral substance content in flower pollen ranges from 1-7%, with notable amounts of potassium (K), calcium (Ca), phosphorus (P), and magnesium (Mg). Smaller amounts of manganese, cobalt, lead, barium, gold, silver, vanadium, tungsten, radium, mercury, molybdenum, chromium, and other elements have also been identified. The mineral salt content in pollen surpasses that found in honey.

In terms of physical characteristics, the weight of a pollen grain ranges from 0.008-0.015 g. Pollen consists of granules, with each granule measuring 1-3 mm in size and weighing 7-10 mg. The weight of pollen varies, being heavier in summer and lighter in spring and fall.

A pollen grain (refer to Charter 3.1.2) comprises a sporoderm and a vegetative cell. The sporoderm, the outer layer of pollen, is divided into two main parts: exine (ectexine and endexine) and intine. The intine is the inner layer of the pollen grain, surrounding the contents of the vegetative cell and easily decomposed by acids and alkalis.

The chemical composition of pollen is heterogeneous. The outer layer, intine, primarily consists of pectin, while the inner layer comprises cellulose and pectin. The inner layer also contains proteins, with the highest concentration observed in the recessed parts of the shell, known as apertures.

The exine serves as the outer layer of the pollen grain, predominantly composed of sporopollenin. Unlike intine, exine exhibits remarkable stability, resisting dissolution in acids and alkalis, as well as withstanding strong mechanical impact.

The aperture is a region of the sporoderm where the tough and resistant outer wall,

exine, is thinned. In some places, the function of the outer wall is replaced by the inner shell or intina, which contains a significant amount of proteins and protein complexes.

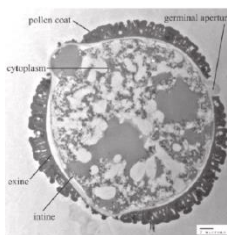


Fig. 1. Composition of pollen grains

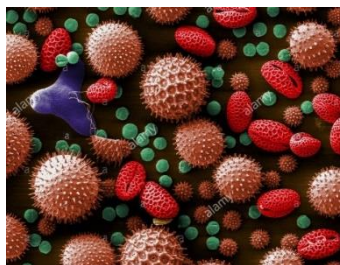


Fig. 2. Pollen grains of various plant flowers

pollen coat - grain shell; germinal apertura - aperture; cytoplasm; exine - the outer layer of the pollen grain; intine - the inner layer of the pollen grain

After the research, the objective was to break down the pollen grain, enriching it with biologically active substances, proteins, amino acids, and other components to enhance the sweetness of honey. These processes are facilitated through the use of enzymes. Based on the conducted research on the alcoholic fermentation of honey sweet, it is crucial, depending on the research's purpose, to select and study applied fermentation kinetics, physico-chemical characteristics, aroma profiles, and sensory attributes of the resulting wine. Additionally, the fermenter includes nutritional supplements, such as thiamine hydrochloride, yeast extract, pollen, and more, to enhance the fermentation of the sweet. Notably, pollen can serve as a significant additive for expediting the fermentation process of honey.

### **Selection and Study of Enzymes for Pollen Grain Decomposition**

We have chosen a proteolytic enzyme complex for the fermentation (breakdown) of pollen grains. Specifically, we have selected and obtained the enzymatic complex called Proteazim-C, which has  $\beta$ -glucanase activity. This complex was purchased from the manufacturer ООО «Фермент» in Belarus. We have received instructions on how to use the enzyme, as well as the recommended conditions and activities from them. The mentioned

complex consists of various enzymes with different activities, including  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -glucanase, glucoamylase, xylanase, mannanase, protease, phytase, and cellulase.

### Determination of Activity Conditions for the Enzyme Complex Proteazim-C

Based on the activities of the enzymes listed in table 3.2.1, we were interested in determining the overall proteolytic activity of carboxymethyl cellulase, reducing sugars, and the enzyme complex 'Proteazim-C', along with  $\beta$ -glucanase, protease, and phytase. To determine the activity of carboxymethyl cellulase (CMCase), we used the supernatant obtained from biomass separation through centrifugation at 12,000 rpm for 10 minutes. The carboxymethyl cellulase activity was measured according to IUPAC recommendations, using 1% low viscosity carboxymethyl cellulase in a 50 mmol citrate buffer (pH 5.0) at 50 °C for 10 minutes. Similarly, xylanase activity was determined under the same conditions, using birch wood xylan (Roth 7500) (1% w/v) as the enzyme substrate. Cellulase activity was determined by using a calibration curve of glucose and xylose standards. In all assays, the released reducing sugars (RS) were determined using the dinitrosalicylic acid reagent method. The proteolytic activity of the samples was determined with minor modifications. A reaction mixture containing 2% (w/v) alkali-soluble casein in 0.05 mol potassium phosphate buffer (pH 6.5) and 0.250 mL of the sample was incubated in a water bath at 37 °C for 10 minutes. The reaction was then completed by adding 1.25 mL of 5% trichloroacetic acid. The resulting precipitate was removed by centrifugation for 10 minutes at 3000 rpm, and the supernatant was used for measurements. To measure the proteolytic activity, 0.25 mL of 0.4 mol Folin Chocalteu's reagent and 1 mL of 6% sodium carbonate solution were added to 250  $\mu$ L of the upper clear layer. This mixture was incubated for 30 minutes at room temperature to develop color. The absorbance was measured at 660 nm. You can find the results in Table 1.

Table 1.

CMCase - carboxymethyl cellulase, RS - reducing sugars,  
TPA - total proteolytic activity.

Flower pollen	CMCase, $\mu$ g/ml	Xinalase; $\mu$ g/ml	RS, mg/ml	TPA, $\mu$ g/ml
Fermented	85.0	10.3	108.0	2739
Non-fermented	13.0	5.0	57.0	919

Based on the technical conditions for the activity of the enzyme Proteazim-C, we prepared a 300 ml suspension consisting of 30% pollen and water. The test was conducted in three variants, with each variant using a 300 ml substrate containing 90-100 g of pollen. The suspension was homogenized to ensure uniformity, with the homogenizer set at a speed of 700-1200 rpm. According to the technical conditions, the suspension was then diluted with sodium alkali to achieve an alkalinity of 7-7.2 pH. In one part of the test sample, we increased the alkalinity by adding NaOH to the suspension, adjusting the concentration of hydrogen ions to reach a pH of 7.10. In the suspension, we determined the dry substance using a refractometer. The Brix value of the sample was found to be 20.3%.

The received suspension was divided into three parts, with each part having a volume of 100 ml. In each part, the complex enzyme Proteazim-C was added in different amounts: 2%, 3%, and 5% of the amount of pollen, which was 30 g. This corresponded to:

2% of the pollen volume of the enzyme, which amounted to 0.6 g;

3% of the pollen volume of the enzyme, which amounted to 0.9 g;

5% of the pollen volume of the enzyme, which amounted to 1.5 g.

It is known that numerous factors influence enzyme activity, such as temperature and physical exposure. With this understanding, to enhance the enzyme activity on the pollen cell, we exposed the test samples to both physical and thermal effects. All three samples were transferred to round flasks and secured in the reactor, where the water temperature in the tank was maintained at 47°C. Fermentation was conducted in the reactor for varying durations. To assess the impact of enzyme amounts and fermentation time, we measured the dry matter in the samples. We determined the enzyme activity by the difference between initial and obtained dry matter, the results of which are given in table 2.

Fermentation was carried out in the reactor for various durations. In order to assess the impact of enzyme quantity and fermentation time, we measured the dry substance in the samples. Enzyme activity was determined by calculating the difference between the initial and final dry substance, and the results are presented in table 2. Additionally, at the conclusion of the experiment, the disintegration of the pollen grain was captured through electron microscopy, as shown in Figure 2. a, b, c.

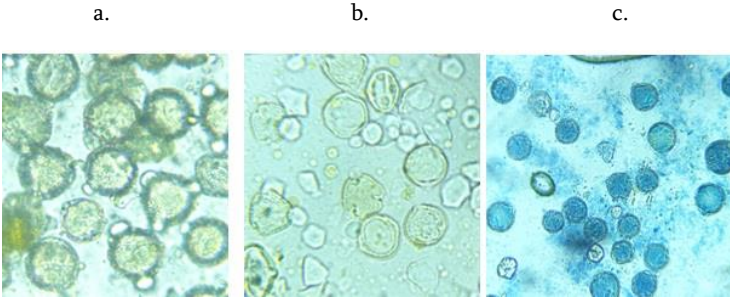


Fig. 3.2.1.1. An electron microscope image of pollen grain disintegration

a - non-fermented pollen grain

b - fermented pollen grain

c- methyl green is introduced into the core of the fermented pollen grain

Table 2

The impact of fermentation on the yield of dry matter, expressed as a percentage %

Number of enzymes, %	Initial, dry	Dry matter, Brix									
		Time, hours									
		0,5		1,0		1,5		3,0		24,0	
		Result	Difference	Result	Difference	Result	Difference	Result	Difference	Result	Difference
2	20.3	22.2	1.1	22.9	2.7	23.8	3.5	24.0	3.7	29.3	9.0
3	20.3	22.4	2.1	23.3	3	24.1	3.8	24.4	4.1	29.7	9.4
5	20.3	22.6	2.3	23.6	3.3	24.9	4.6	25.1	4.8	30.2	9.9

The experiment reveals a direct correlation between the duration of fermented pollen suspension and the quantitative content of dry matter, indicating an increase over time. Moreover, both the extended fermentation time and higher enzyme amounts in the pollen suspension lead to an enhanced yield of dry matter. These findings distinctly illustrate the effectiveness of the complex proteolytic enzyme in breaking down the pollen grain within the suspension. The observed dry substance likely corresponds to protein substances within the

cell.

For instance, the sour substance obtained through a 0.5-hour fermentation shows a 1.1% increase compared to the initial 20.3% dry matter of the suspension. With a 1-hour delay, the dry matter increases by 2.7%, and this trend continues. After 24 hours of fermentation, the dry matter has increased by 9.0% compared to the initial level. The growth in dry matter is also observed in suspensions with varying enzyme quantities. For instance, the difference in dry matter after 3 hours of fermentation increases from 2% to 3.7% with the addition of the enzyme, and this difference further rises to 4.8% when the amount of added enzyme is increased to 5%. As indicated in the table, the dry substance yield in the pollen suspension increases with extended fermentation time. Additionally, the yield of dry matter also rises with an increase in the amount of added enzyme.

The results from this experiment clearly demonstrate the effective action of the proteolytic enzyme in breaking down pollen grains within the pollen suspension.

According to literature data, it is well-established that the cell of the pollen grain is rich in protein substances. In our experiment, the increase in dry matter in the suspension, facilitated by the proteolytic enzyme, suggests that the mentioned dry substance likely represents the protein substances of the cell.

Following this study, the subsequent goal was to ascertain the protein content in both the fermented and non-fermented pollen suspension.

As depicted in Table 2, the dry substance content in the suspension progressively rises with the duration of the fermentation delay. Based on the above, the goal of our research was to determine the amount of protein in the fermented and non-fermented suspension of pollen.

### **Determination of Protein Content in Pollen**

The determination of total nitrogen and protein in pollen grains was carried out using the latest model KjellFlex K-360 and the highly sensitive SpeedDigeaster K-439 device. The Keldahl method, outlined in the second chapter of the thesis, was employed for the determination of total nitrogen and protein.

To assess protein and amino acids in the pollen suspension, a 30% pollen aqueous solution

was prepared, and 100-100 ml samples were taken. These samples were then divided into two parts:

I – Control flower pollen suspension.

II - Pollen suspension with 2% of the total volume of enzyme added.

Protein and total nitrogen were determined in both sets of samples. For the II-sample, the pollen suspension underwent homogenization and heat treatment for 3 hours. After fermentation, protein and total nitrogen levels were re-evaluated.

Upon analyzing the conducted experiments, it is concluded that the pollen suspension initially contained 2.95% protein. In the second enzyme-added sample (before fermentation), the total protein content was 4.95%. Following fermentation, the total protein content in the suspension increased to 6.026%. Considering that the enzyme itself is a protein and contributes to an immediate increase in protein content, the total protein in the pollen suspension represents the sum of pollen and enzyme proteins. Therefore, the protein content is 6.026%, as opposed to the initial 4.95%, with a difference of 1.076%.

This increase is likely attributed to the decomposition of pollen through fermentation, resulting in hydrolysis of the pollen cell and the enrichment of the liquid with hydrolysis products.

In terms of nitrogenous substances, the initial total nitrogen content in the pollen suspension was 0.4718%, with an increase to 0.9641% in the fermented liquid. This confirms that the fermentation of pollen contributes to an augmentation of the total nitrogen content in the suspension.

As previously mentioned, amino acids play a crucial role in the alcoholic fermentation process, influencing both the energy and intensity of alcoholic fermentation, as well as the taste and aroma of the resulting products. Consequently, the objective of our research was to investigate the presence of amino acids in the fermented pollen suspension.

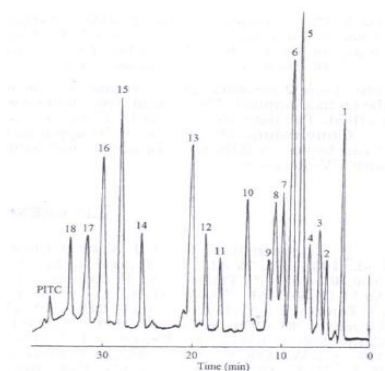
### **Analysis of Amino Acids in Pollen Suspensions**

The qualitative and quantitative composition of amino acids in the pollen suspension (pollen: water) was assessed using liquid chromatography. For the study, pollen underwent



treatment with phosphotungstic acid. The phosphotungstic acid was dissolved in 1 ml of 80% formic acid, leading to the precipitation of peptide protein. Prior to chromatography, the analysis samples were subjected to centrifugation (1000g) and filtered using a 0.45  $\mu\text{m}$  filter (Waters Acrodisc Syringe Filter 13 mm 0.45  $\mu\text{m}$  PVDF). For the chromatographic systems, solvents were filtered through a 0.22  $\mu\text{m}$  membrane filter (Waters PTFE Membrane Disc 47 mm 0.45  $\mu\text{m}$ ; Pall Corporation). A gradient system was employed as a solvent, consisting of solvent A (acetonitrile) and solvent B (0.1% formic acid from Merc, Germany). The chromatographic column used was BEN C18, with a particle size of 1.7  $\mu\text{m}$ . The solvent flow rate was set at 0.3 ml min<sup>-1</sup>, and the column temperature was maintained at -40°C. Mass spectrometry (MS) scans were conducted in the range of 100-1200 da, with a probe temperature of 600°C. The analysis could be performed in positive (ESI-MS) or negative (ESI-MS)- mode, with a spray voltage of 0.8 kV, capillary set at 1.5 kV, and a collision voltage (CV) ranging from 5 to 40. UV-Vis spectra were recorded between 215-500 nm using an ultra-high-performance liquid chromatograph (UPLC PDA, MS Waters, USA), including Acquity H class Quaternary Solvent Manager, Acquity H class Sample manager-FTN, Acquity H class PDA Detector, and Acquity H class mass QDa Detector.

The peptide protein content in the precipitated pollen was 50%, subsequently hydrolyzed (with 5.7 N HCl at 105°C with a 24-hour delay). This hydrolysis process allowed for the determination of the qualitative and quantitative composition of amino acids, including the identification of release times and quantities. Detailed data can be found in Chromatogram 1.



Chromatogram 1. Standard solution of amino acids

The time and peak number of each amino acid are given in Table 3

Table 3.

Time and number of peaks appearing on the liquid chromatogram

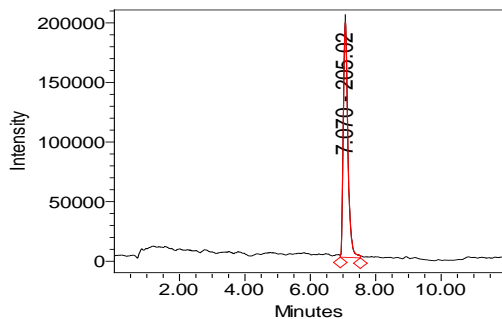
Peaks No.	PTC amino acids	t - time, minutes	Peaks No.	PTC amino acids	t - time, minutes
1	Glutamine	2.77	11.	Tyrosine	16.83
2	Asparagine	5.00	12.	Glycine	18.40
3	Serine	5.77	13.	Leucine	20.03
4	Methionine	6.97	14.	Isoleucine	25.53
5	Valine	7.83	15.	Cysteine	27.77
6	Threonine	9.00	16.	Tryptophan	29.79
7	Proline	10.00	17.	Lphenylalanine	31.70
8	Alanine	10.93	18.	Lysine	33.27
9	Histidine	11.23			
10	Arginine	13.83			

Amino acids were selected from amino acid standards, specifically tryptophan, phenylalanine (alpha-beta), and proline, known to be present in relatively large quantities in honey and pollen. All three amino acid standards were subjected to chromatography, allowing for the determination of their release times and quantities. This information was instrumental in assessing the amino acid content in both pollen and honey aqueous solutions. To achieve this, the presented standards and their mixture underwent chromatographic analysis. The individual and collective release times and quantities of each amino acid were determined. The corresponding images and data are provided in tables 4. – 6. and chromatograms 2.-5.

Table 4

Chromatographic data of the amino acid tryptophan standard

Name		Channel Description				Method		
Tryptophan		QDa Positive(+) SIR Ch17 205.20 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z 205	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Tryptophan	7.07	1929952	100	197410	VV	1.0	g/l

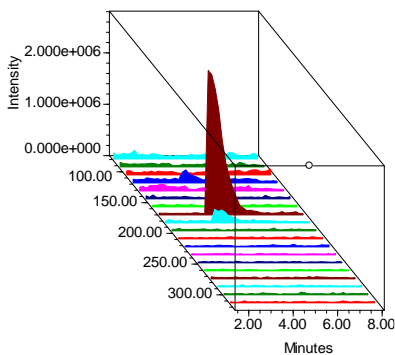
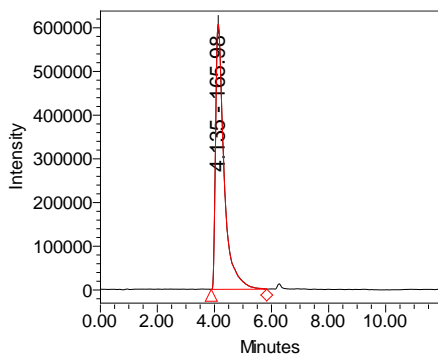


Chromatogram 2 Amino acid tryptophan standard solution

Table 5

Chromatographic data of the amino acid phenylalanine standard

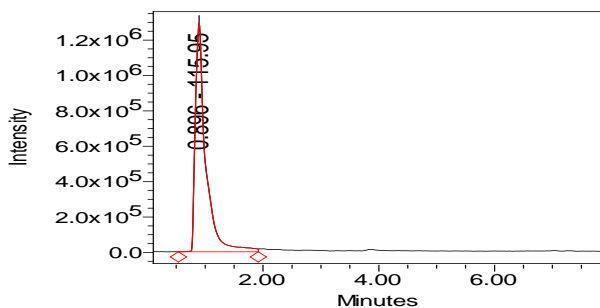
Name		Channel Description				Method		
Phenylalanine		QDa Positive(+) SIR Ch13 166.20 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Phenylalanine	4.135	12585533	100	606163	BV	1.0	g/l



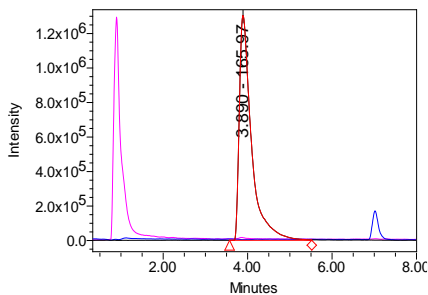
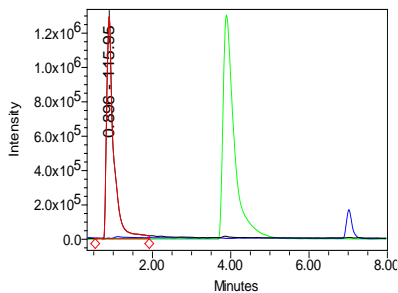
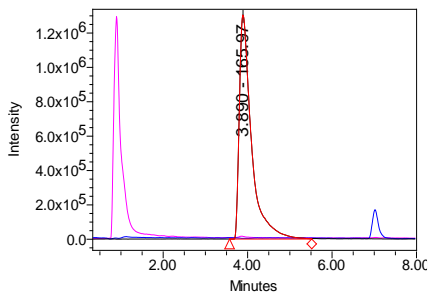
Chromatogram 3. Amino acid phenylalanine standard solution

## Chromatographic data of the amino acid proline standard

Name		Channel Description				Method		
Proline		QDa Positive(+) SIR Ch14 116.10 Da, CV=20				amino acid pos C18 12		
	Name m/z 116	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Proline	0.896	15985815	82.66	1290460	VV	0.82	Mg/ml



## Chromatogram 4 Standard solution of amino acid proline



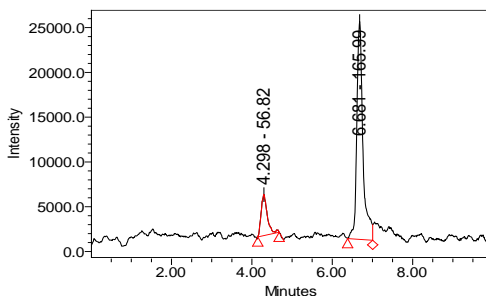
## Chromatogram 5 Tryptophan, phenylalanine and proline standard solution

We determined the release time and amount of amino acids from standard solutions. In the subsequent stage, we studied the amino acids in the 20% aqueous solution of honey, as well as in unfermented and fermented pollen suspensions using liquid chromatography, as these are key characteristics of honey and pollen. The amino acid chromatograms of the 20% aqueous solution of honey are presented in the figure as Chromatograms 6-a, b,c and Tables 7-a,b,c

Table 7-a

Chromatographic data of amino acid phenylalanine and tryptophan standard

Name			Channel Description			Method		
20% aqueous solution of honey			QDa Positive(+) SIR Ch13 166.20 Da, CV=20			amino acid pos C18 12		
	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Phenylalanine	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	Mg/l
2	Tryptophan	6,681	257125	84,08	24258	BV	0.053094	Mg/l

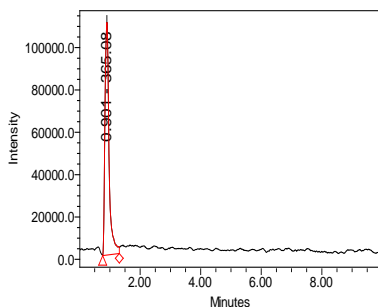


Chromatogram 6 – a. 20% aqueous solution of honey, phenylalanine

Table 7-b

Chromatographic data of the amino acid proline standard

	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Unit s
1	Proline	0,901	1035070	100	109801	BV	0,053094	Mg/ ml

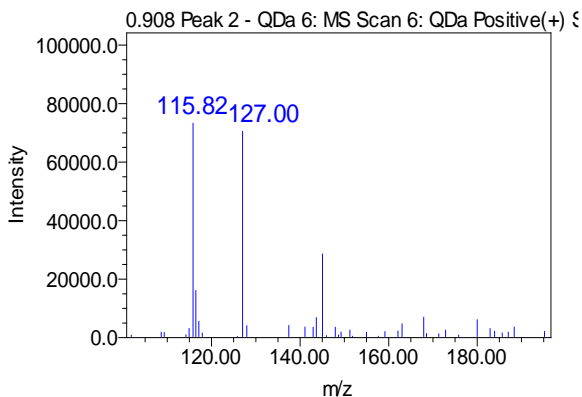


Chromatogram 6-b Proline in 20% aqueous solution of honey

Table 7-c

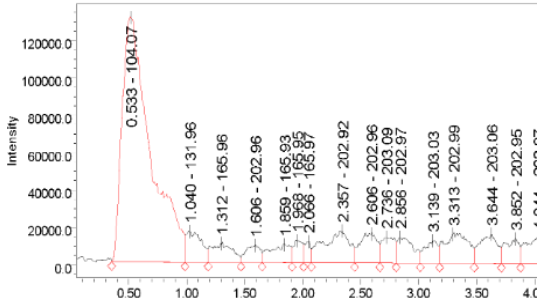
Chromatographic data for amino acid phenylalanine, tryptophan and proline standards

	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Phenylalanine	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	Mg/ml
2	Tryptophan	6,681	257125	84,08	24258	BV	0,038406	Mg/ml
3	Proline	0,901	1035070				0,053094	Mg/ml

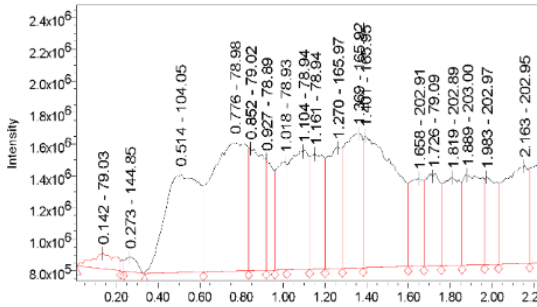


Chromatogram 6-c Amino acids of 20% honey solution: proline, phenylalanine and tryptophan

Amino acids of non-fermented and fermented pollen suspension are given on chromatograms 7-a; 7-b

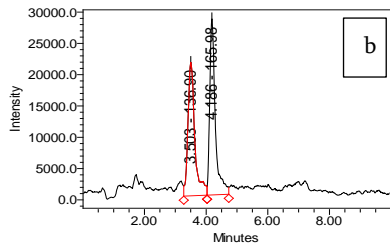
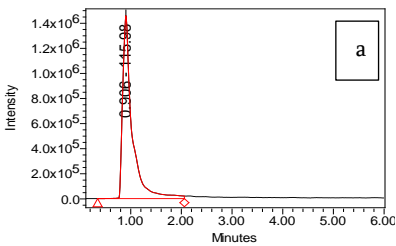


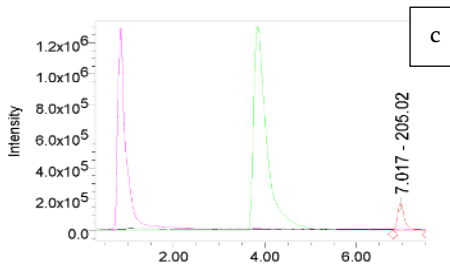
Chromatogram 7-a Amino acids of non-fermented pollen



Chromatogram 7-b Fermented pollen amino acids

Quantities of amino acids: proline, phenylalanine and tryptophan in fermented pollen are given on chromatograms 8 - a, b, c





Chromatogram 8 a - phenylalanine, b - proline, c – tryptophan

Table 8 - a, b, c

Chromatographic data of amino acids: proline, phenylalanine and tryptophan in fermented pollen

	Fermented pollen amino acids	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	a- proline	0,906	18763960	100	1455296	BV	0,962506	mg/ml
2	b- phenylalanine	4,186	355040	51,84	28078	VV	0,005236	mg/ml
3	c- tryptophan	7,017	267728	89,01	25269		0,049501	mg/ml

The chromatogram reveals that the peaks' areas in the fermented pollen suspension are larger compared to those in the non-fermented suspension. This indicates that the fermentation of pollen in the suspension increased the amount of amino acids released. For instance, in the non-fermented pollen suspension, the amino acid phenylalanine measured 4,762 mg/l. In the fermented suspension, its quantity increased to 5,236 mg/l, reflecting a notable increment of 0.474 mg/l compared to the non-fermented sample. Similar patterns were observed for proline and tryptophan, with proline registering at 0.9625 mg/l in the fermented pollen suspension. Following this research, our subsequent goal was to examine “honey wine” samples, wherein both fermented and non-fermented pollen were added to a 20% aqueous solution of honey prior to fermentation.

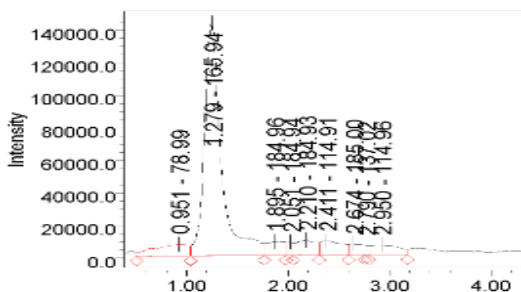
### Analysis of Amino Acids in Aqueous Solution of Honey and “Honey Wines”

To obtain research samples of “honey wine”, we added a pure yeast culture IOC 2000 (fermentation is 3%) to a 20% aqueous solution of honey and divided the area into three parts.

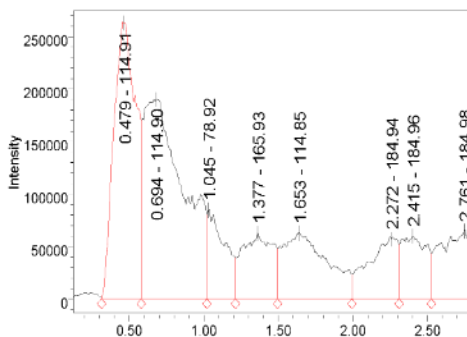


The first part was left for control. Unfermented pollen suspension was added to the second part, and fermented pollen suspension to the third part (pollen fermentation methods are described in the Methods). The samples were placed in a thermostat at a boiling temperature of 22°C. After the end of the alcoholic fermentation, the wine material was removed from the lees, centrifuged and filtered. Amino acids were determined qualitatively and quantitatively in the prepared samples by the method of direct application to the liquid chromatograph.

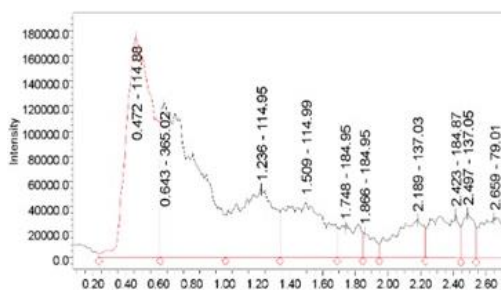
The amino acid composition of the samples listed above is given on chromatograms 9,10,11.



Chromatogram 9. Amino acids of “honey wine”



Chromatogram 10. “Honey wine” fermented with unfermented pollen



Chromatogram 11. “Honey wine” fermented with fermented pollen

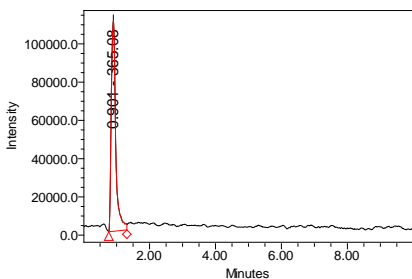
“Honey wine” fermented using non-fermented pollen contained higher amounts of amino acids than control “honey wine”. Wine obtained using fermented pollen contains qualitatively more amino acids than wine fermented with non-fermented pollen suspension.

Model tests were conducted to explore the influence of amino acids released during the decomposition of fermented pollen grains on the taste and aroma of “honey wine”. During the experiment, we added 3 amino acids (at 2 mg/l) to the sweet prepared for the initial fermentation, which are released in relatively large quantities from the cytoplasm of the flower's enemy cell by breaking down the membrane of the kernel. Amino acids included in the experiment are: phenylalanine, tryptophan and proline. We fermented honey sweet with amino acids separately. After fermentation, the samples were subjected to centrifugation, filtration, and the amount of amino acids in sweet and wine was determined by the method of direct input into the chromatograph. The types and amounts of amino acids in sweets and wine are given in tables 9(a,b,c), 10 (a,b,c), 11 (a,b,c) and chromatograms 12 (a, b, c); 13 (a, b, c) and 14 (a, b, c)

Table 9-a

Amount of proline in 20% aqueous solution of honey

Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
Proline in 20% honey aqueous solution	0,901	1035070	100	109801	BV	0,053094	Mg/ml

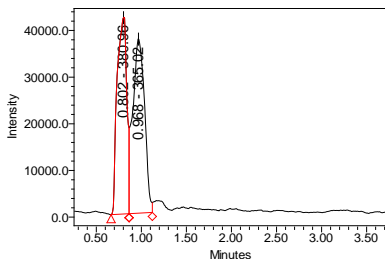


Chromatogram 12-a. Proline present in 20% aqueous solution of honey

Table 9-b

Amount of proline added to 20% aqueous solution of honey

	20% aqueous solution of honey	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	initial proline	1.021	1242580	100	116087	BV	0,0531	mg/ml
2	added proline	0.821	3215782	100	144297	VV	0,0743	mg/ml

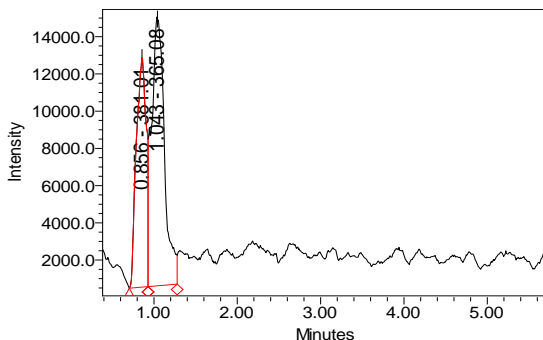


Chromatogram 12-b 20% aqueous solution of honey + proline

Table 9-c

Amount of proline in “honey wine”

	Proline	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	in “honey wine”	0,856	100743	39,11	12290	BV	0,0531	mg/ml
2	in 20% aqueous solution of honey	1,043	156835	60,89	14401	VV	0,0642	mg/ml

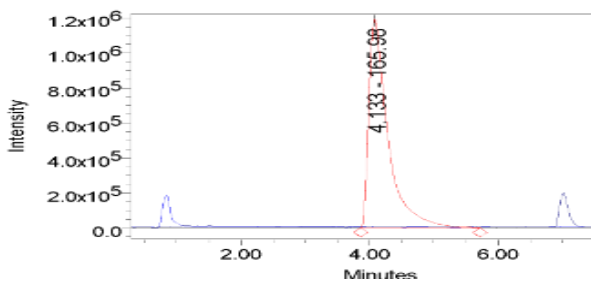


Chromatogram 12-c. Proline in “honey wine”

Table 10 -a

The amount of phenylalanine in a 20% aqueous solution of honey

	Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
1	Phenylalanine	4,298	48702	15,92	4576	bb	0.0037	Mg/ml

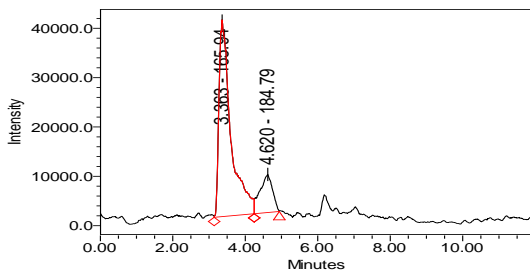


Chromatogram 13 -a - Phenylalanine in a 20% aqueous solution of honey

Table 10 -b

20% of honey in aqueous solution + phenylalanine

20% honey in aqueous solution	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
Initial existing phenylalanine	3.363	910561	83.04	39725	VV	0.0037	Mg/ml
Added phenylalanine	4.62	185991	16.96	7701	VB	0,0086	Mg/ml

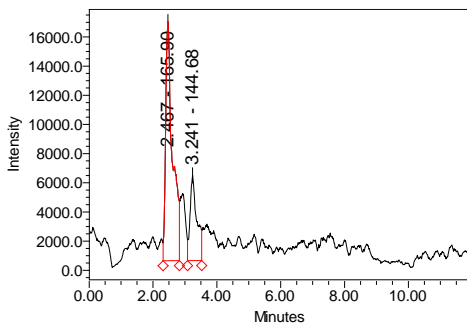


Chromatogram 13 -b 20% aqueous solution of honey + phenylalanine

Table 10- c

Phenylalanine in “honey wine”

Phenylalanine	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
20% in honey water	2.467	242967	73.96	16243	VV	0,0037	Mg/ml
in honey wine	3.241	85538	26.04	5813	VV	0,0049	Mg/ml

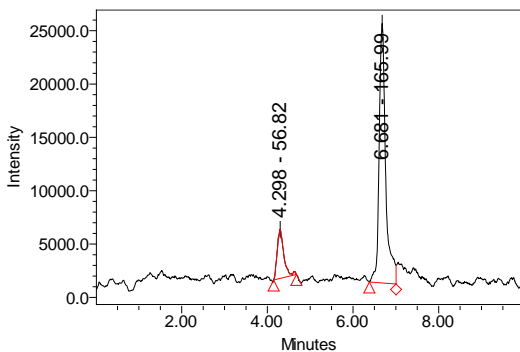


Chromatogram 13-c phenylalanine in “honey wine”

Table 11 - a

Tryptophan in a 20% aqueous solution of honey

Name	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
Tryptophan	6,681	257125	84,08	24258	BV	0,0028	Mg/ml

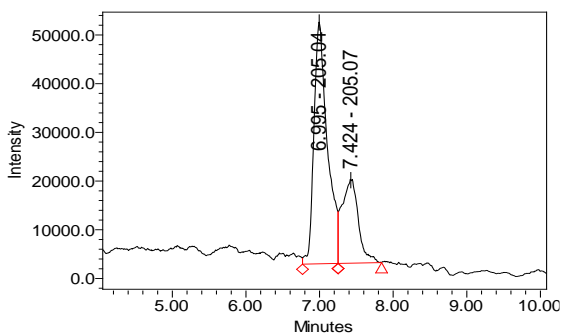


Chromatogram 14-a - tryptophan in a 20% aqueous solution of honey

Table 11 - b

20% aqueous solution of honey + tryptophan

20% in an aqueous solution of honey	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
Initial tryptophan	6.995	629728	60.74	49496	VV	0,0028	Mg/ml
Added tryptophan	7.424	267546	25.81	17107	VB	0,0043	Mg/ml

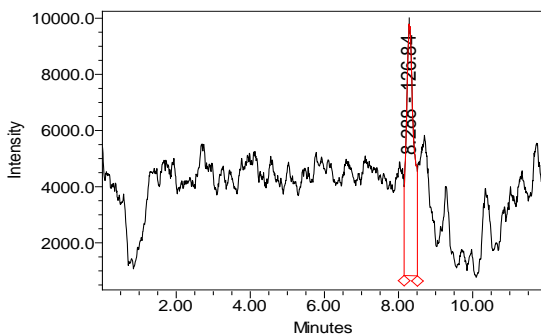


Chromatogram 14 - b 20% aqueous solution of honey + tryptophan

Table 11 - c

Tryptophan in "honey wine"

Tryptophan	Retention Time	Area	% Area	Height	Int Type	Amount	Units
20% in an aqueous solution of honey	6.995	629728	60.74	49496	VV	0,0028	Mg/ml
in "honey wine"	8,288	126525	100	8933	VV	0,0019	Mg/ml



Chromatogram 14 - c Tryptophan in "honey wine"

Table 12

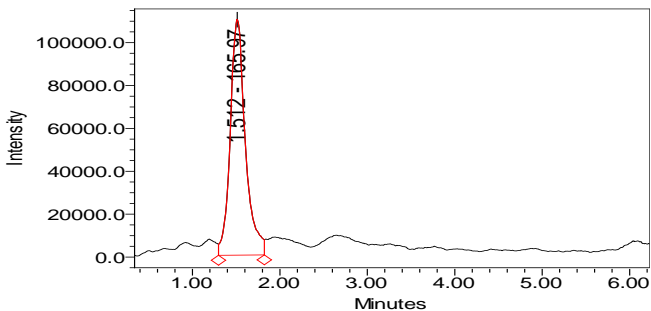
In test samples - content of amino acids in aqueous solutions of honey, mg/ml

№	Sample Names	Amino acid mg/ml		
		Proline	Phenylalanine	Tryptophan
1	Aqueous solution of honey (20%)	0,0531	0,0037	0,0028
2	Aqueous solution of honey (20%) + proline	0,0743		
3	Aqueous solution of honey (20%) + phenylalanine		0,0086	
4	Aqueous solution of honey (20%) + tryptophan			0,0043

Table 13

In test samples - the content of amino acids in "honey wine", mg/ml

№	Sample Names	Amino acid mg/ml		
		Proline	Phenylalanine	Tryptophan
1	"Honey wine"			
2	"Honey wine" + proline	0,0642		
3	"Honey wine" + phenylalanine		0,0049	-
4	"Honey wine" + tryptophan			0,0019
5	Proline	0,0212		
6	Phenylalanine		0,0012	
7	Tryptophan			0,0015



Chromatogram 15 “Honey wine” fermented with non-fermented pollen

The results are given in Table 14:

The aqueous solution of honey contains a small amount of amino acids compared to the first, there are amino acids in a large amount in the aqueous solution added to non-fermented pollen.

Compared to the other, there are more amino acids in the aqueous solution added to the fermented flower pollen.

Table 14

Total amount of amino acids in fermented and non-fermented honey aqueous solutions ml/l

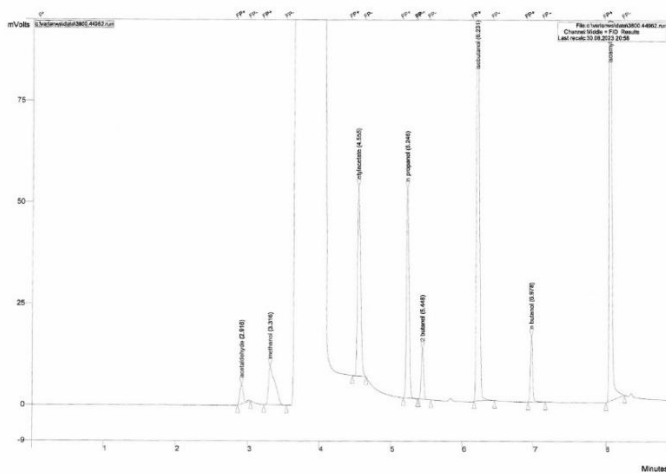
N <sup>o</sup>	Sample Name	Total amount of amino acids mg/l
1	Aqueous solution of linden honey	0.0596
2	Aqueous solution of linden honey + pollen (suspension)	1.6976
3	Aqueous solution of linden honey + fermented pollen (suspension)	2.3596

The experiment results indicate that changes in the amounts of phenylalanine and tryptophan align with the observed variations in amino acid proline. Chromatographic analysis of amino acids in the aqueous solution of honey, its own “wine”, and “wines” fermented with non-fermented and fermented pollen yielded significant insights. The initial aqueous solution of honey contained a minimal number of amino acids (0.0596 mg/ml). However, the addition of non-fermented pollen significantly increased this content to 1.6976 mg/ml, while “wine” fermented with fermented pollen exhibited an even higher content (2.35960 mg/ml).

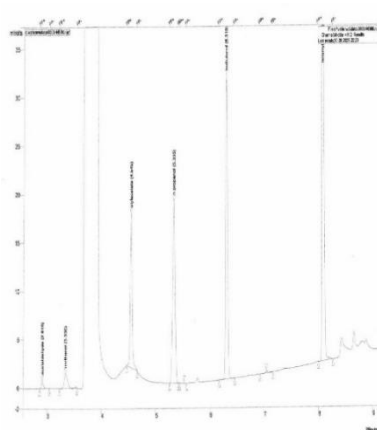


The experiment showcased a significant increase in amino acid content in the aqueous solution of honey due to the processing (fermentation) of pollen using a complex of proteolytic enzymes. It is well-established that the majority of aromatic substances in wine originate during alcoholic fermentation, wherein the conversion of carbohydrates, amino acids, and organic acids present in grape juice takes place. Alcohols and ethers constitute a significant portion of the bouquet and aroma components in “honey wine”, similar to their presence in grape wine. “Wines” produced using fermented and non-fermented pollen exhibit variations in the overall composition of ethers and acetaldehydes, as confirmed by gas-liquid chromatographic analysis of “wine” samples.

The chromatograms 16 and 17, along with the corresponding data in table 15, present the average amounts of ethers and acetaldehydes in “wines” obtained from fermented and non-fermented pollen.



Chromatogram 16 Chromatogram of “honey wine” fermented with fermented pollen



Chromatogram 17. Chromatogram of “honey wine” fermented with non-fermented pollen

The quantities of volatile substances in both non-fermented and fermented “honey wine”, which underwent fermentation with pollen, are provided in Table 15

Table 15

#	Names of volatile components	“Wine” fermented with non-fermented pollen (mg/l)	“Wine” fermented with fermented pollen (mg/l)
1	Acetaldehyde	4.2	5.3
2	Ethyl acetate	14.01	16.04
3	2 Butanol	7.65	9.01
4	N Propanol	11.03	17.56
5	Isobutanol	9.17	12.62
6	Isoamyl	8.82	10.34
7	Methanol	0,394	0.298

As evident from Table 15, the content of ethers and acetaldehydes is higher in the “wine” made with fermented pollen compared to the non-fermented counterpart. This aligns with literature data indicating that amino acids undergo partial transformation into ethers and acetaldehydes during alcoholic fermentation, leading to a decrease in the amount of inoic acids in the “wine”.

In this context, higher alcohols are synthesized from carbohydrates, resulting in a significant reduction in amino acid levels compared to normal alcoholic fermentation (without

flower pollen). Yeast can generate various compounds from amino acids, and the conversion of amino acids to higher alcohols occurs not only through oxidative deamination but also via transamination of amino acids to keto acids. To investigate changes in the quantity of aromatic components in “honey wine” samples obtained with the addition of fermented pollen, we conducted the following experiment: after the completion of alcoholic fermentation and the formation of “wine” with fermented pollen, we determined the total amount of higher alcohols, middle ethers, and acetaldehydes.

As depicted in the figure and the table, the amino acid content is reduced in all samples. Conversely, the total amount of higher alcohols, ethers, and acetaldehydes increased in the “wine”. This signifies that the amino acids added to the honey during alcoholic fermentation have undergone transformation. The overall amount of alcohols, ethers, and acetaldehydes is higher in “honey wines” compared to the control. In other words, the taste and aroma of the experimental “honey wine” are significantly superior to those of the control “honey wine”.

**The sensory evaluation results for the “honey wine” produced as part of the experiment include descriptors for taste and aroma**

As part of the experiment, qualified certified tasters conducted sensory evaluations of “honey wine” and pink (“Rosé”) “sparkling wine” - Petnat in the testing laboratory of 'Norma' LLC. Summarized results of the sensory evaluation of “sparkling wine” - Petnat by the commission members are illustrated in Diagram 1 and 2.

Experts employed a 5-point system to assess the taste of the “honey pink sparkling wine”. Ratings were assigned based on acidity, alcohol sensation, duration of aroma retention, and structure, with a maximum score of 4 points. Characteristics such as wateriness, salts, and bitterness were not attributed to the wine.

According to experts, the predominant aromas of fruit and honey were distinguished in the aroma of “honey wine”. Additionally, floral and citrus tones were identified in the “wine”, complementing the profile of the “honey-pink sparkling wine” - Petnat.

Diagram.1

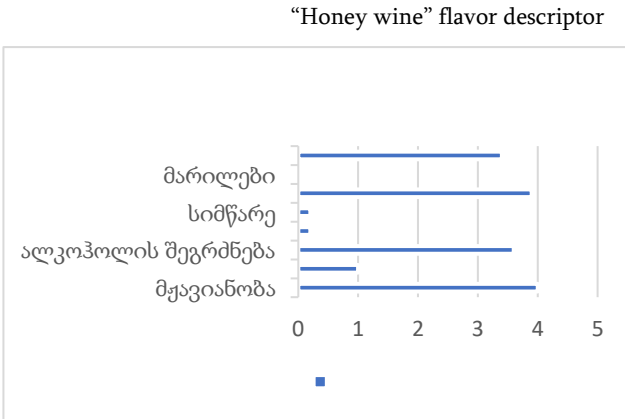
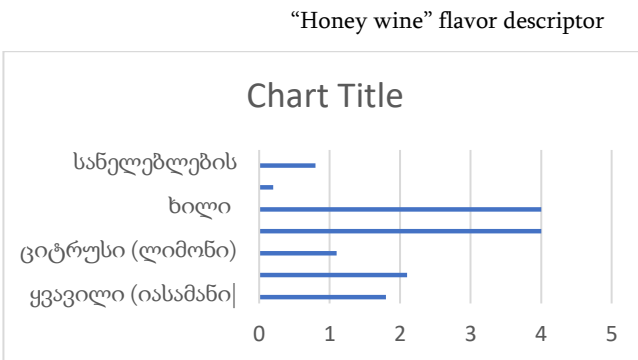


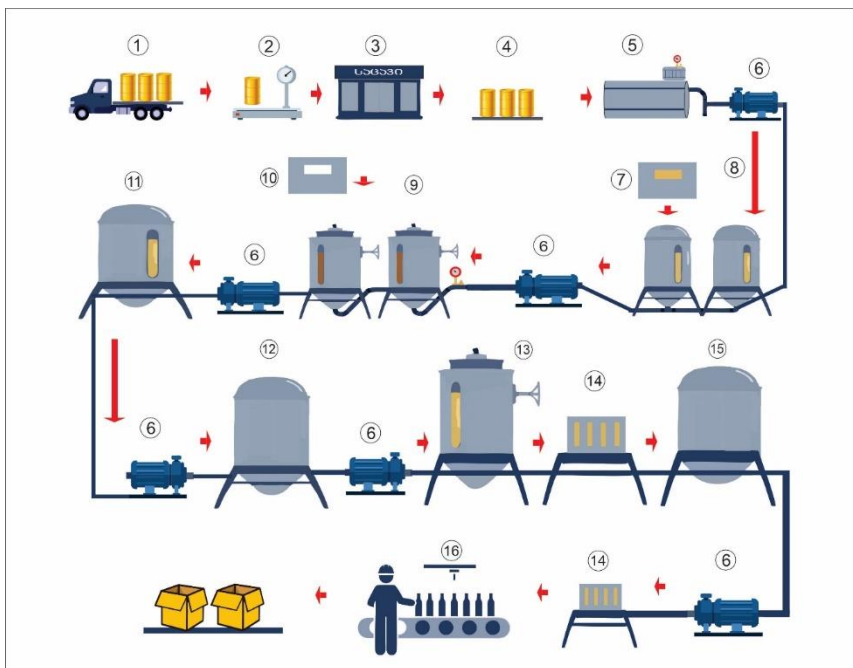
Diagram 3.5.2



### “Honey Wine” Production Technology and Equipment-Technological Scheme

We have devised a comprehensive hardware-technological scheme for “honey wine” production, encompassing the following key operations:

Receiving Honey: The process initiates with the acquisition of honey, stored in 40-50 kg capacity canisters (1). Weighing: Subsequently, the canisters undergo precise weighing (2) to ensure accurate measurements. Warm Storage: The weighed honey is then transferred to a warm storage facility (3), where it is heated to a temperature range of 35-40°C.



Scheme 1. Equipment-technological scheme of making “honey wine”

The acquired honey (4) is transferred to a designated tank (5), equipped with a thermoregulator, mechanical stirrer, and capacity gauge. In this tank (5), honey is dissolved in water to create the desired mixture. The brine solution, crucial for the “honey wine” production, is pumped (6) to the cupping reservoir (8). Here, tartaric or citric acid is added to enhance the mixture. The fermentation of the pollen suspension (30% aqueous solution of pollen) occurs in a small reservoir (7) before being transferred to the fermentation reservoirs (9). This fermented pollen suspension, along with a pure yeast culture, is then added (7 and 10) to a pre-prepared suspension. After the completion of alcoholic fermentation, the “honey wine” undergoes a transfer to the equalization vessel (11). Following equalization and cupping, it is further transferred to the processing reservoir for stabilization (12). The stabilized “wine” is filtered (14) and moved to a resting reservoir (13) for further maturation. After a thorough quality check, the “wine” is transferred to the pressure tank (15). From there, it is reloaded onto the bottling line (16) for the final packaging process.

The hardware-technological scheme developed by us is very easy to service. For the production of “honey wine”, stainless steel equipment or other vessels are used, which are covered with protective means used in the food industry. “Honey sparkling wine” can also be made from the obtained “honey wine”.

### **Mathematical Processing of Obtained Results**

Quantitative data related to components influencing the specific smell and taste of honey and its derived beverages underwent rigorous statistical analysis. Specifically, the quantitative variation of the amino acid tryptophan was sampled at four different stages throughout the “honey wine” production process. To methodically process the experiment's data, dispersion and standard deviation of the average results were meticulously examined. The statistical analysis employed the Student-Fisher table, revealing a value not exceeding 0.52.

### **Conclusions:**

This study represents the inaugural investigation into the technological processes of producing dry and naturally sparkling “honey wines”, examining their impact on the composition and overall quality of the final product.

These controls are established on the foundation of theoretical research, contributing to a nuanced understanding of “honey wine” production:

It is established that it is possible to obtain full-fledged dry and sparkling “honey wine” by purposeful management of chemical and technological processes established on the basis of theoretical research:

- In order to conduct the alcoholic fermentation of the honey mixture to the end, the physical and chemical data of the cells of the pollen grains collected by the bees were studied;
- We have studied the composition and activity of the complex enzyme preparation Proteazim C for the disintegration of the nucleus of the pollen grain. Enzyme complex consists of different types of enzymes. Among them:  $\beta$ -glucanase, protease, amylase and others.

- We have determined the activity of individual enzymes included in the complex enzyme: xinalase, reducing sugars and proteolytic enzymes at different temperatures and delay times. Depending on the delay time, temperature, amount of enzyme, the yield of dry substances in the suspension increases;
- The chemical composition of the “wine” produced with the addition of a mixture of honey and fermented flower pollen was studied: the content of nitrogenous substance and its variability in relation to technological processes;
- Physical and chemical data of cells of pollen grains collected by bees were selected and studied for conducting alcoholic fermentation of honey mixture to the end.

It was established that:

- Pollen can be broken down by the proteolytic enzyme complex Proteazim-C with beta-gluconase activity, for which the activity of the said enzyme (increase in dry matter) in pollen suspension was determined;
- The activity of the Proteazim-C enzyme in the 30% aqueous suspension of flower pollen was meticulously assessed. The outcomes revealed a notable increase in dry matter, specifically the protein substances of the cell, escalating from 2.95% to 4.96%. Furthermore, the fermented suspension of pollen exhibited an even higher concentration of protein substances, reaching 6.95%. This surge in protein content can be attributed to the fermentation process, wherein the pollen cell undergoes hydrolysis, enriching the liquid with hydrolysis products. In terms of nitrogen substances, the fermented suspension demonstrated a significant rise to 0.9641%, compared to the initial amount of 0.4718%.
- The fermentation of flower pollen resulted in a significant increase in the quantitative content of amino acids within the suspension. Notably, the amino acid phenylalanine saw a rise from 4,762 mg/l to 5,236 mg/l after fermentation, signifying a notable increase of 0.474 mg/l compared to the non-fermented suspension. This observed pattern is similarly evident for amino acids proline and tryptophan.
- This attitude was also revealed in the samples of “honey wine”, which were fermented

with fermented and non-fermented pollen, with the difference that the amino acids included in honey sweetness underwent transformation during alcoholic fermentation. After alcoholic fermentation, the amount of amino acids in “wine” decreased, but the amount of higher alcohols, ethers and acetaldehydes increased compared to the control;

- The taste and aroma of the test “honey wine” is superior to the taste and aroma of the control “honey wine”.

For the first time, we worked out and scientifically substantiated the technological rule of making “honey dry wine” and “honey sparkling wine” and the equipment-technological scheme of production using fermented flower pollen. Producers are recommended to make "honey dry wine" and "honey sparkling wine" using fermented flower pollen according to the developed instructions and farm facility standard.

The wholesale price of ready-made “honey wine” is 39 GEL, the selling price depends on the market economy. If the difference between the wholesale and retail prices of finished products is at least 63 GEL per plate, then the income for 10,000 liters of products will reach 630,000 GEL

- For the mathematical processing of the data obtained as a result of the thesis experiment, the dispersion and standard deviation of the average results were investigated using the Student-Fisher table. The standard deviation of dispersion in “honey wine” samples did not exceed 0.52.