“ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესება თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაციის რეგულირებით”

Improving the Quality of European Type Wine by Regulation of Transformation Free Amino Acids

პაატა ვაშაკიძე

სადისერტაციო ნაშრომი წარდგენილია
საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის
აგრარული მეცნიერებების საბჭოზე
აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: მარინე ბეჟუაშვილი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

თბილისი, 2023

დისერტანტი: პაატა ვაშაკიძე

დისერტაციის სათაური: **“ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესება თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაციის რეგულირებით”**

დისერტაციის დაცვის თარიღი: 28/04/2023

ოპონენტი 1: /მურმან ჯაფარიძე/ - ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი

ოპონენტი 2: /ლალი ქუთათელაძე/-

რეკომენდებულია დაცვისათვის სამეცნიერო მიმართულების კომისიის მიერ.

თავჯდომარე, /ვლადიმერ ელისაშვილი/ ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი

_____ (ხელმოწერა)

წევრი, /გია ხატისაშვილი/ _____

(ხელმოწერა)

წევრი /ლალი ქუთათელაძე/ _____

(ხელმოწერა)

სადოქტორო სკოლის კოორდინატორი: _____ /ნატო კობახიძე/

(ხელმოწერა)

თარიღი: პრედაცვის თარიღი

3.2 ავტორის დეკლარაცია

ავტორის დეკლარაცია

"როგორც წარმოდგენილი სადოქტორო დისერტაციის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ჩემი დისერტაცია წარმოადგენს ორიგინალურ ნაშრომს და მასში სხვა ავტორების აქამდე გამოქვეყნებული, გამოსაქვეყნებლად მიღებული ან დასაცავად წარდგენილი მასალები გამოყენებულია ციტირების სათანადო წესების დაცვით."

პაატა ვაშაკიძე (ხელმოწერა)

თარიღი:

3.3 აბსტრაქტი

ღვინის წარმოების პროცესი-ყურძნის გადამუშავებიდან ფორმირებულ ღვინის მიღებამდე, რამდენიმე ტექნოლოგიურ ეტაპს მოიცავს. მათ შორის მნიშვნელოვანია ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი, რომელიც შაქრების გარდაქმნის პროდუქტების ეთილის სპირტის და ნახშირორჟანგის გარდა, მრავალრიცხოვან ბიოქიმიურ გარდაქმნას მოიცავს მეორეული მეტაბოლიტების წარმოქმნით. ალკოჰოლური დუღილის მეორეული მეტაბოლიტებიდან მნიშვნელოვანია თავისუფალი ამინომჟავებიდან წარმოქმნილი უმაღლესი სპირტები, რომლებიც ლოკალიზირებულია ღვინოში და დიდ გავლენას ახდენს ღვინის გემურ მაჩვენებლებზე და მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს ღვინის არომატს და ბუკეტს. მათი ნეგატიური გავლენა განპირობებულია უმაღლესი სპირტების წარმომადგენელი მკვეთრი, მძაფრი, არასასიამოვნო სუნის მქონე რახის სპირტებით-ამილის, იზოამილის, იზობუთილის, ბუთილის, პროპილის, იზოპროპილის, ჰექსილის სპირტებით. ღვინო შეიცავს, ასევე უმაღლესი სპირტების მე-2 ჯგუფს არომატული სპირტების სახით. კონკრეტულად, 2-ფენილეთანოლს (ვარდის სურნელით), ტიროზოლს და ტრიფტოფოლს. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირების გზების ძიება, კვლევის აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

ევროპული ტიპის თეთრი მშრალი ღვინის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით, პირველად შევარჩიეთ აზოტის ალტერნატიული წყარო (ANS) საფუარების საკვები დანამატის სახით ალკოჰოლურ დუღილში დასამატებლად. გამოკვლეულია რახის სპირტების წარმოქმნაზე მოქმედი ფაქტორები: ყურძნის ტკბილის შაქრიანობა (მაქსიმალური-25%-ანი); ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურა 22–23^{0}C და 27-28^{0}C; მოდუღარი ტკბილის მჟავიანობა pH-3,0-3,8 ინტერვალში; ANS-ის დასამატებელი კონცენტრაცია 100-300მგ/ლ ინტერვალში; ალკოჰოლური დუღილი ბუნებრივი მიკროფლორით, საფუარების შტამებით Sacch.vini კახური 42, Sacch.vini რქაწითელი 61, წარმოებაში გამოყენებული მშრალი საფუარი "B 2000". თითოეულ ექსპერიმენტში ANS-ის საკონტროლო ვარიანტად გამოვიყენეთ ღვინის წარმოებაში საფუარების აზოტოვან საკვებად გამოყენებული დიამონიუმის ჰიდროფოსფატი. დავადგინეთ აღნიშნული ფაქტორების ოპტიმალური მნიშვნელობები: ANS-ის კონცენტრაცია 100

მგ/ლ, დუღილის ტემპერატურა 22-23^{0}C, მოდუღარი ტკბილის მჟავიანობა pH-3,0-3,8; ყურძნის ტკბილის შაქრიანობა 20-22%; მიუღებელი აღმოჩნდა ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი ANS-ის კონცენტრაციით 300მგ/ლ, ასევე დუღილის ტემპერატურა 27-28^{0}C; დადგინდა საფუარის ბიომასის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება ANS-ის კონცენტრაციაზე. ANS-ის თანაობით დამზადებულ საექსპერიმენტო ღვინოებში რახის სპირტების კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად ნაკლები აღმოჩნდა DAP-ის თანაობით დამზადებულ ღვინოებთან შედარებით. მაგ: 356,0 მგ/ლ-213,1 მგ/ლ ორივე ვარიანტის რახის სპირტებში დომინანტია იზოამილის სპირტები. დადგინდა რქაწითელის ყურძნის ტკბილის თავისუფალი ამინომჟავების ცვალებადობა ალკოჰოლურ დუღილში ANS-ის და DAP-ის თანაობით. დამზადებულ ევროპული ტიპის ნახევრად მშრალ და მშრალ ღვინოებში რახის სპირტებთან ერთად განისაზღვრა არომატული სპირტი 2-ფენილეთანოლი. მისი მაღალი კონცენტრაცია-60მგ/ლ დაფიქსირდა რქაწითელის საწარმოო ღვინოში. კვლევის შედეგების საფუძველზე, ANS-ის გამოყენებით შემუშავებულია რქაწითელის, კახური მწვანეს და ქისის მშრალი, არასტანდარტული ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიები; ღვინოები ხასიათდება რახის სპირტების დაბალი კონცენტრაციით და გაუმჯობესებული გემოთი, არომატით და ბუკეტით. რქაწითელის მშრალი, არასტანდარტული ღვინის ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდა ჩავატარეთ „შატო ზეგაანი“-ს ქარხანაში. საწარმოო ღვინო მაღალი ქულით შეფასდა დეგუსტაციაზე, აგრარული უნივერსიტეტის და მოწვეული მაღალკვალიფიციური დეგუსტატორების მიერ.

საძიებო სიტყვები: 1. რახის სპირტები; 2. ANS; 3. DAP; 4. ამინომჟავები; 5. 2-ფენილეთანოლი

Abstract

The process of wine production-from the processing of grapes to receiving the formed wine, includes several technological stages. Alcoholic fermentation of grape juice is important among them, which in addition to ethyl alcohol and carbon dioxide, includes numerous biochemical transformations with the formation of secondary metabolites.

Among the secondary metabolites of alcoholic fermentation, higher alcohols which formed from free amino acids are important, which are localized in the wine and have a great influence on the taste parameters of the wine and significantly determine the aroma and bouquet of the wine.

Their negative influence is due to sharp, pungent, unpleasant-smelling fusel alcohols representing higher alcohols-amyl, isoamyl, isobutyl, butyl, propyl, isopropyl, hexyl alcohols. The wine also contains the 2-nd group of higher alcohols in the form of aromatic alcohol. Specifically, 2-phenylethanol (rose scent), tyrosol and tryptofol.

Based on the above, the search for ways to reduce the concentration of fusel alcohols in order to improve the quality of European-type wine is an urgent research issue.

In order to improve the quality of European dry white wine, for the first time we selected Alternative Nitrogen Source (ANS) as nitrogen source for yeasts to add to alcoholic fermentation of grape must. Factors affecting the formation of fusel alcohols have been investigated: sugar content of grape juice (maximum-25%); Temperature of Alcoholic fermentation 22-23^{0}C; and 27-28^{0}C; Acidity of fermented grape must in the range of pH 3.0-3.8; added concentration of ANS in the range of 100-300 mg/l; Alcoholic fermentation with natural microflora, yeast strains Sacch.vini Kakhuri 42, Sacch.vini Rkatsiteli 61, dry yeast "B 2000" used in production. In each experiment, we used diammonium hydrophosphate, used as nitrogen food for yeasts in wine production, as a control version of ANS. We determined the optimal values of the mentioned factors: concentration of ANS 100mg/l, temperature of fermentation 22-23^{0}C, acidity of fermented must pH 3.0-3.8; Sugar content of grape must 20-22%; Alcoholic fermentation of grape must with ANS concentration of 300mg/l, as well as fermentation temperature of 27-28^{0}C was unacceptable; A direct proportional dependence of yeast biomass on ANS concentration was established. In the experimental wines produced with ANS, the concentration of fusel alcohols was significantly lower than in wines produced with DAP. For example, isoamyl alcohols are dominant in fusel alcohols of both variants. The variation of free amino acids of Rkatsiteli grape must in alcoholic fermentation was determined with the ratio of ANS and DAP. Aromatic alcohol 2-phenylethanol was determined in semi-dry and dry wines of the European type along with fuesl alcohols. Its high concentration-60mg/l was recorded in **Rkatsiteli wine production**. Based on the results of the research, technologies for making Rkatsiteli, Kakhuri Mtsvane and Kisi dry, non-standard wines were developed using ANS; Wines are characterized by low concentration of fusel alcohols and

improved taste, aroma and bouquet. We conducted a production test of Rkatsiteli dry, non-standard wine technology at the „Chateau Zegaani“ factory. The production wine was evaluated with a high score at the tasting by the Agricultural University of Georgia and invited highly qualified professioal Wine Steward.

Key words: Fusel alcohols; ANS; DAP, Amino Acids; 2-Phenylethanol

მარინე ბეჟუაშვილი

3.4 მადლობა

განსაკუთრებულ მადლობას მოვახსენებ გაწეული დახმარებისა და თანადგომისათვის:

სამეცნიერო ხელმძღვანელს, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორს, მარინა ბეჟუაშვილს, სამეცნიერო ასპექტში გაწეული დახმარებისათვის;

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის პროფესორს, სატყეო საქმის პროგრამების ხელმძღვანელს, სადოქტორო სკოლის კოორდინატორს ქალბატონ ნატო კობახიძეს, სადოქტორო სკოლაში განვითარებული მოვლენების (სემინარები, ანგარიშები წინასწარი დაცვა და სხვ.) მაღალკვალიფიციური ორგანიზებისა და დოქტორანტების განვითარებაში მიღებული წვლილისათვის.

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სერგი დურმიშიძის ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტის შემადგენლობაში შემავალ ბიოტექნოლოგიის ლაბორატორიის ხელმძღვანელს ქალბატონ ლალი ქუთათელაძეს და მის თანამშრომლებს, ლაბორატორიული (მიკრობიოლოგიური) ცდების ჩატარების ხელშეწყობისათვის;

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის TestLab-ის ხელმძღვანელს, ქალბატონ ლ.შუბლაძეს და ამავე ლაბ-ის ყოფილ თანამშრომელს დ. ოქრუაშვილს, ქრომატოგრაფიული ანალიზების შესრულებისთვის. უნივერსიტეტის ყოფილ თანამშრომელს ქ-ნ ლ. სალიას, ღვინის საფუარების წმინდა კულტურებით ექსპერიმენტის ჩატარების ხელშეწყობისთვის.

საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ, დაფინანსებული გრანტის/პროექტის (№FR 21-584) მეცნიერ კონსულტანტს - ფიტოპათოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორს, საფრანგეთის, ბურგუნდიის (ქ. დიჟონი) უნივერსიტეტის პროფესორს, ვაზის და ღვინის ინსტიტუტის დირექტორს მარიელა ადრიანის და მის თანამშრომლებს, დისერტაციისთვის მნიშვნელოვანი პარამეტრების განსასაზღვრად მაღალმგრძნობიარე აპარატურაზე ლაბორატორიული ანალიზების ჩატარების უზრუნველყოფისა და კოლეგიალური დამოკიდებულებისათვის;

„შატო ზეგაანი“- ს, მფლობელს/დამააარსებელს ბატონ დავით ტატულაშვილს და მის თანამშრომლებს, წმინდა სამეცნიერო პროდუქტის-თეთრი ევროპული ტიპის არასტანდარტული ღვინის, „შატო ზეგაანი“ - ს საწარმოში დამზადების/გამოცდის და შესაბამისი ტექნოლოგიური სქემების შემუშავების შესაძლებლობის უზრუნველყოფისათვის.

სარჩევი

ავტორის დეკლარაცია 3
ავტორის დეკლარაცია 3
აბსტრაქტი 4
მადლობა 8
1. შესავალი 15
1.1 ნაშრომის ზოგადი დახასიათება 15
2. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა 20
2.1 ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის ზოგადი მიმოხილვა 20
2.2 ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის მეორადი პროდუქტების წარმოქმნა და მათი ზოგადი დახასიათება 23
2.3 აზოტის მეტაბოლიზმი 25
2.4 ამინომჟავები და ბიოგენური ამინები 28
2.5 ღვინის უმაღლესი სპირტების წარმოქმნა - ერლიხის მეტაბოლური გზა 41
3.ექსპერიმენტული ნაწილი 56
3.1 კვლევის ობიექტები 56
3.2 მეთოდები 56
3.3 ANS - ის კონცენტრაციის გავლენა რახის სპირტების რაოდენობაზე რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოში 58
3.4 ANS-ის და DAP-ის გავლენა საფუარის ბიომასის გამოსავლიანობაზე რქაწითელის ღვინომასალებში 67
3.5 ღვინის საფუარების აქტოვობაზე მოქმედი ფაქტორები ANS-ის, DAP-ის თანაობით მიმდინარე ალკოჰოლურ დუღილში. 70
3.6 რახის სპირტების ცვალებადობა მშრალი საფუარით „ B 2000“, და ANS -ის თანაობით დამზადებულ კახური მწვანეს, ქისის და რქაწითელის ღვინოებში 75
3.7 ANS-ის გავლენა თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივ ტრანსფორმაციაზე რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოებში 80
3.8 ANS-ის გავლენა არომატული სპირტის 2 - ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე საკვლევ ღვინოებში 84
3.9 ევროპული ტიპის არასტანდარტული თეთრი მშრალი ღვინის დამზადების ტექნოლოგია 88

3.10 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის არასტანდარტული ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია 89

3.11 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდის შედეგები 92

3.12 კვლევის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება 94

4. დასკვნები და რეკომენდაციები 97

3.6 ცხრილების, გრაფიკებისა და სურათების სია

სურათები

1: სურ.#1 „შატო ზეგაანი“.....113გვ

2: სურ.#2. საწარმოო პროცესები „შატო ზეგაანი“-ში.....114გვ

3: სურ.#3 ღვინის დამზადების პროცესი ნახევრად საწარმოო პირობებში, აგრარული უნივერსიტეტი, ამპელოგრაფია.....115გვ

4: სურ.#4 აგრარული უნივერსიტეტი, დეგუსტაცია.....116გვ

5: სურ#5. სადოქტორო ანგარიშების მოსმენა/სემინარი.....116გვ

6: სურ.#6 საერთაშორისო კონფერენცია (PAEST-2022), საფრანგეთი, პარიზი, სიტეს უნივერსიტეტი, 2022წ.....117-119გვ

7: სურ#7. მევენახეობა-მეღვინეობის 42-ე მსოფლიო კონგრესი (OIV), შვეიცარია, ჟენევა, 2019 წელი.....120გვ

ცხრილები:

1: ცხრილი.#1 ღვინის ძირითადი უმაღლესი სპირტები მათი შესაბამისი ალფა - კეტომჟავებით და თავისუფალი ამინომჟავებით……..46გვ

2: ცხრილი 2.2.1 რქაწითელიდან ANS - ის და DAP - ის გამოყენებით ევოპული ტიპის ღვინის დასამზადებელი ვარიანტები.....59გვ

3: ცხრილი 2.2.2. ნარჩენი შაქრების კონცენტრაცია რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოებში.....60გვ

4: ცხრილი 2.2.3 რახის სპირტების შემცველობა ANS - ის და DAP - ის თანაობით რქაწითელიდან დამზადებულ ევროპული ტიპის ღვინოებში.....60გვ

5: ცხრილი 2.2.4 ANS - ის და DAP - ის გამოყენებით რქაწითელიდან დამზადებული ნახევრადმშრალი ევროპული ტიპის ღვინოების ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები.....61გვ

6: ცხრილი.2.4.1 Sacch. Vini კახური 42-ის აქტივობაზე მოქმედი ფაქტორები ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილში.....71გვ

7: ცხრილი.2.4.2 Sacch. Vini რქაწითელი 61-ის აქტივობაზე მოქმედი ფაქტორები ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში.....71გვ

8: ცხრილი. 2.4.3 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის (pH) გავლენა Sacch. Vini რქაწითელი 61 - ის აქტივობაზე, ANS – ის(100მგ/ლ) და DAP-ის(100მგ/ლ) თანაობით.....72გვ

9: ცხრილი. 2.4.4 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის (pH) გავლენა Sacch. Vini კახური 42 - ის აქტივობაზე, ANS-ის (100მგ/ლ) და DAP-ის(100მგ/ლ) თანაობით.....73გვ

10: ცხრილი. 2.5.1 ნარჩენი შაქრების და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციები ANS – ით დამზადებულ კახური მწვანეს და ქისის ღვინოებში.....77გვ

11:ცხრილი. 2.5.2 ANS - ის გავლენა ნარჩენი შაქრების და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციაზე მშრალი საფუარით „B2000“ დადუღებულ რქაწითელის ღვინოში.....78გვ

12:ცხრილი. 2.5.3 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის ღვინოების ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები.....79გვ

13: ცხრილი. 2.6.1 თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია (მგ/ლ) რქაწითელის საკვლევ ღვინოებში.....82-83გვ

13:ცხრილი. 2.7.1 2-ფენილეთანოლის ცვალებადობა ANS–ის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით რქაწითელის ღვინოებში.....86გვ

14:ცხრილი. 2.7.2 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini კახური 42).....86გვ

15:ცხრილი.2.7.3 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini რქაწითელი 61)....87გვ

16:ცხრილი. 2.7.2 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini კახური 42).....87გვ

17:ცხრილი.2.7.3 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini რქაწითელი 61)....87გვ

18:ცხრილი.2.9.1ნარჩენი შაქრებისა და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციები რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტულ საწარმოო ღვინოში.....92გვ

19:ცხრილი.2.9.2 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული საწარმოო ღვინის ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლები.....92გვ

სქემები:

1: სქემა#1. ერლიხის მეტაბოლური გზა რახის სპირტების მისაღებად.....43გვ

2: სქემა. 2.8.1 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა.....90გვ

3: სქემა. 2.8.2 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიური სქემა.....90გვ

დიაგრამები:

1:დიაგრამა 2.2.1 ANS - ის გავლენა რახის სპირტების კონცენტრაციაზე საკვლევ ღვინოებში.....62გვ

2: დიაგრამა 2.3.1. საფუარის ბიომასის (ლექის) გამოსავლიანობა ANS-ის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით რქაწითელის ღვინომასალებში.....68გვ

3: დიაგრამა 2.3.2 საფუარის ბიომასის გამოლექვის დინამიკა DAP(200მგ/ლ)-ის და ANS(200მგ/ლ)- ის თანაობით დამზადებული რქაწითელის ღვინომასალებიდან.....69გვ

4: დიაგრამა 2.3.3 საფუარის ბიომასის გამოლექვის დინამიკა ANS - ის (100 მგ/ლ) გამოყენებით დამზადებულ რქაწითელის ღვინომასალაში.....69გვ

5: დიაგრამა. 2.6.1 ლეიცინის, იზოლეიცინის, ვალინის და ფენილალანინის ცვალებადობა რქაწითელის ღვინოებში.....83გვ

ნახაზები:

1: ნახ.2.2.1 შაქრების დაშლის დინამიკა რქაწითელის ყურძნის წვენის ბუნებრივი მიკროფლორით ალკოჰოლური დუღილის პროცესში, ANS - ის თანაობით (საწყისი შაქრიანობა 20,5%).....66გვ.

აბრევიატურა

ANS - Alternative Nitrogen Source - აზოტის ალტერნატიული წყარო

DAP - Diammonium Hydrogen Phosphate - დიამონიუმის ჰიდროფოსფატი

EAN - Easily Assimilable Nitrogen - ადვილად შეთვისებადი აზოტი

1. შესავალი

1.1 ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა. ღვინის წარმოების პროცესი - ყურძნის გადამუშავებიდან ფორმირებული ღვინის მიღებამდე, რამდენიმე ტექნოლოგიურ ეტაპს მოიცავს. მათ შორის მნიშვნელოვანია ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი, რომელიც შაქრების გარდაქმნის ძირითადი პროდუქტების - ეთილის სპირტის და ნახშირორჟანგის წარმოქმნასთან ერთად, მოიცავს მრავალრიცხოვან ბიოქიმიურ გარდაქმნებს და შედეგად განაპირობებს მოდუღარი არეს გამდიდრებას მეორადი მეტაბოლიტებით. ეს უკანასკნელნი კი, მნიშვნელოვანწილად განაპირობებენ ღვინის ხარისხს - ორგანოლეპტიკური და კვებითი ღირებულების ამაღლების თვალსაზრისით. ევროპული ტიპის ღვინის წარმოება, რომელიც დაფუძნებულია ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილზე, ასევე ექვემდებარება ზემოაღნიშნულ კანონზომიერებას. ალკოჰოლური დუღილის მეორადი მეტაბოლიტებიდან მნიშვნელოვანია თავისუფალი ამინომჟავებიდან წარმოქმნილი უმაღლესი სპირტები, რომლებიც ლოკალიზირებულია ღვინოში და დიდ გავლენას ახდენს ღვინის გემურ მაჩვენებლებზე და მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს ღვინის არომატს და ბუკეტს. უმაღლესი სპირტების მნიშვნელოვანი ჯგუფია რახის სპირტები (რახის ზეთები). მათი ნეგატიური გავლენა ღვინის არომატზე და ბუკეტზე, გამოწვეულია მაღალი კონცენტრაციით. რახის სპირტებისთვის დამახასიათებელია მკვეთრი, მძაფრი, არასასიამოვნო სუნი. რახის სპირტების წარმომადგენლებია; ამილის, იზოამილის, იზობუთილის, ბუთილის, პროპილის, იზოპროპილის, ჰექსილის სპირტები. ღვინო შეიცავს ასევე უმაღლესი სპირტების მე - 2 ჯგუფს არომატული სპირტების სახით. კონკრეტულად, 2-ფენილეთანოლს (ვარდი სურნელით), ტიროზოლს და ტრიფტოფოლს.

მკვლევართა მონაცემებით ღვინის უმაღლესი სპირტების 65% ყურძნის წვენში არსებული თავისუფალი ამინომჟავების გარდაქმნით მიღებული მეორადი მეტაბოლიტებია. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ ამინომჟავებს მიეკუთვნებიან პროლინი და არგინინი, რომელთა პრეკურსორს წარმოადგენს, ასევე ფართოდ გავრცელებული გლუტამინის მჟავა **(Moreno-Arribas et al., 1998; Rapp and Versini, 1991).** ამინომჟავები აღნაგობის მიხედვით იყოფა 3 ჯგუფად: ალიფატური, არომატული და ჰეტეროციკლური. ალიფატური ამინომჟავებია: გლიცინი, ალანინი, ვალინი, ლეიცინი, იზოლეიცინი, ცისტეინი, ცისტინი, სერინი, ტრეონინი, ასპარაგინმჟავა, გლუტამინმჟავა, ლიზინი, არგინინი. არომატული ამინომჟავებია - ფენილალანინი და

ტიროზინი. ჰეტეროციკლური ამინომჟავებია - პროლინი, ტრიფტოფანი, ჰისტიდინი და ოქსიპროლინი. საქართველოს საღვინე ვაზის ჯიშების - რქაწითელის, მწვანეს, საფერავის და კაბერნეს ყურძნის წვენში სიმწიფის პერიოდში დადგენილია შემდეგი თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა: ლიზინი, ჰისტიდინი, არგინინი, ასპარაგინმჟავა, სერინი, გლიცინი, გლუტამინმჟავა, ტრეონინი, ალანინი, პროლინი, ტიროზინი, ალფა - ამინოერბომჟავა, მეთიონინი, ვალინი, ფენილალანინი, ლეიცინი. თავისუფალ ამინომჟავათა შორის დომინანტი აღმოჩნდა პროლინი. ამასთანავე, ამინომჟავების კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად მეტია საფერავის და კაბერნეს ყურძნის წვენში - შესაბამისად 504,0 მგ/ლ და 640,0 მგ/ლ (ს.დურმიშიძე, ო.ხაჩიძე, 1979). ყურძნის თავისუფალი ამინომჟავების შესწავლისას მკვლევარები ადასტურებენ პროლინის დომინანტობას და ამინომჟავური პროფილის დამოკიდებულებას ვაზის ჯიშზე, ნიადაგურ - კლიმატურ პირობებზე და სხვ. ფაქტორების ზეგავლენას (Jackson DI et. All, 1993; Feuillat M., 1974; Spayd SE. et all., 1996; Huang Z. et all., 1991). ღვინის თავისუფალი ამინომჟავების სპექტრი ძირითადად განპირობებულია შესაბამისი ყურძნის ტკბილის ამინომჟავებით და მასთან ერთად ღვინის დამზადების ტექნოლოგიით (А. Родопуло, 1983). თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია და თვისებრივი შედგენილობა მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ღვინის არომატულ კომპლექსურობაზე **(Bisson, 1991; Rapp and Versini, 1991).**

ღვინის საფუარებს ალკოჰოლური დუღილის პროცესში გასამრავლებლად ესაჭიროებათ აზოტოვანი საკვები. ამ მიზნით ეფექტური აღმოჩნდა არაორგანული ნაერთებიდან - ამიაკი, დიამონიუმის ჰიდროფოსფატი და ამონიუმის სულფატი. ორგანული ნაერთებიდან კი, ამინომჟავები. ზოგიერთი თავისუფალი ამინომჟავიდან ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში ერლიხის მეტაბოლური გზით წარმოიქმნება შესაბამისი უმაღლესი სპირტი. გარდაქმნის პირველ ეტაპზე ამინომჟავის დეზამინირებით წარმოიქმნება კეტომჟავა; შემდეგ კეტომჟავის დეკარბოქსილირებით მიიღება ალდეჰიდი და მესამე ეტაპზე ალდეჰიდის აღდგენით მიიღება შესაბამისი უმაღლესი სპირტი **(A.Lucie et al., 2008).**

ალკოჰოლური დუღილის პროცესში, უმაღლესი სპირტების ფორმირებაზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. მათ შორის, საფუარების სახეობა და შტამები, საწყისი

შაქრიანობა, ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურა, ყურძნის ტკბილის მჟავიანობა - pH და ყურძნის წვენის შემადგენლობა, ასიმილირებადი აზოტი, აერაცია, მშრალი ნივთიერების კონცენტრაცია, ყურძნის ჯიში და დუღილის პროცესში ყურძნის კანთან კონტაქტის დრო **(Fleet and Heard, 1993; Houtman and Du Plessis, 1981; Houtman et al.,1980).** ალკოჰოლური დუღილი, რომელიც წარმართულია სხვადასხვა საფუარების შტამების ნარევით, განაპირობებს უმაღლესი სპირტების დიდი რაოდენობით წარმოქმნას **(Heard, 1999).** დადგენილია უმაღლესი სპირტების წინამორბედი შესაბამისი ამინომჟავები. მაგ: ლეიცინი → იზოამილის სპირტი; იზოლეიცინი → ამილის სპირტი; ამინოერბომჟავა → ნ - პროპილის სპირტი; გლიცინი - ალანინი - ვალინი → იზობუთილის სპირტი და ა.შ. მკვლევართა მიერ (P.Marullo et al. 2022) დადასტურებულია, რომ რახის სპირტების ზღვრული კონცენტრაციის ფარგლებში არსებობა ღვინოში პოზიტიური ფაქტორია ღვინის არომატებისათვის. ამავდროულად ისინი აქვეყნებენ მონაცემებს, როგორც რახის ზეთების დესკრიპტორების, ასევე მათი ზღვრული კონცენტრაციის შესახებ. ავტორები დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ საფუარების შერჩევას ღვინის არომატის მოდელირების საკითხში. მათი მონაცემებით ზღვრული კონცენტრაციები შემდეგია: მკვეთრი ბალზამის სუნის მქონე 3-მეთილბუთანოლისთვის 80-300 მგ/ლ; შემწვარი ხახვის სუნის მქონე 2-მეთილბუთანოლისთვის 30–100 მგ/ლ; მწვანე, ნედლი ტონების მქონე იზობუთანოლისთვის 50-150 მგ/ლ. უმაღლესი სპირტების ჯამური კონცენტრაცია მერყეობს 100–500 მგ/ლ ინტერვალში; თეთრ ღვინოში შეადგენს 162–266 მგ/ლ და წითელ ღვინოში 140–417 მგ/ლ (Boulton et al. 1996). იზოამილის სპირტი (3 - მეთილბუთანოლი)-შეადგენს მთელი სპირტების 50%-ზე მეტს და მისი კონცენტრაცია დაახლოებით 90–292 მგ/ლ ფარგლებშია. იზოამილის სპირტების სასურველი კონცენტრაცია, რომელიც უარყოფითად არ მოქმედებს ღვინის არომატზე და ხარისხზე, ეს არის <300 მგ/ლ (D. Sehovic; V.P. Tominac; V. Maric, 2007). დადგენილია თეთრ ღვინოებში რახის სპირტების შემცველობა 242-437 მგ/ლ, წითელ ღვინოებში კი, 285-550 მგ/ლ (Peynaud, Guimberteau, 1962). კიშკოვსკის და სკურიხინის მონაცემებით თეთრ ღვინოებში უმაღლესი სპირტების კონცენტრაცია შეადგენს 150 - 400 მგ/ლ - მდე, წითელ ღვინოებში კი, 300 - 600 მგ/ლ (Кишковский, Скурихин, 1976).

უმაღლესი სპირტების საერთო 400 მგ/ლ - ზე მაღალი კონცენტრაცია ღვინოში უარყოფით შედეგებს იძლევა, რაც გამოიხატება მძაფრი და არასასიამოვნო ტონების წარმოქმნით (M.P.Sáenz-Navajas et. all., 2015; M.Cameleyre et.all., 2015; P.Etievant, Marcel Dekker, 1991). ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიჩნიოთ რომ ღვინის არომატულ პროფილზე, ღვინოში უმაღლესი სპირტების საერთო, მაღალ კონცენტრაციას მნიშვნელოვნად უარყოფითი გავლენა გააჩნია, ხოლო უმაღლესი სპირტების რაოდენობრივი შემცირების გზით, შესაძლებელია ღვინის არომატისთვის მათი პოზიტიური ეფექტის გამოწვევა **(Qing - An Zhang [a,b,*], Bo - Wen Xua[a] et al., 2020)** ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაციის რეგულირება განაპირობებს ღვინოში რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირებას, ღვინის ხარისხის გაუმჯობესებით. ამავდროულად, იწვევს ბიოლოგიურად აქტიური თავისუფალი ამინომჟავების გარკვეულწილად შენარჩუნებას, რაც ღვინოს მატებს კვებით ღირებულებას. ამიტომ, ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესება თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაციის რეგულირებით - კვლევის აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ქართული თეთრყურძნიანი საღვინე ჯიშებიდან - რქაწითელი, კახური მწვანე და ქისი ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესება თავისუფალი ამინომჟავების რეგულირებით.

დასახული მიზნის მისაღწევად საჭირო გახდა შემდეგი ამოცანების შესრულება:

შეგვერჩია ღვინის საფუარების დამატებითი აზოტოვანი საკვები-აზოტის ალტერნატიული წყარო **(ANS)** და დაგვედგინა მისი, ყურძნის წვენის ალკოჰოლურ დუღილში დასამატებელი ოპტიმალური კონცენტრაცია, წარმოქმნილი რახის სპირტების რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით;

დაგვედგინა ალკოჰოლურ დუღილში **ANS**-ის დამოკიდებულება ღვინის საფუარების კულტურული შტამების - Sacch. vini კახური 42 - ის და Sacch. vini რქაწითელი 61-ის, საწარმოო მშრალი საფუარის "B 2000" - ის, დუღილის ტემპერატურის და მოდუღარი არეს ტიტრული მჟავიანობის მიმართ;

განგვესაზღვრა თავისუფალი ამინომჟვები **ANS**-ის, **DAP**-ის (დიამონიუმის ჰიდროფოსფატის) გამოყენებით და მათი გამოყენების გარეშე რქაწითელიდან დამზადებულ ევროპული ტიპის ღვინოებში;

შეგვემუშავებინა ქართული თეთრყურძნიანი საღვინე ვაზის ჯიშებიდან - რქაწითელი, კახური მწვანე და ქისი - ევროპული ტიპის მშრალი არასტანდარტული ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიები;

ჩაგვეტარებინა რქაწითელის ჯიშის ყურძნიდან - ევროპული ტიპის მშრალი არასტანდარტული ღვინის დამზადების ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდა;

კვლევის სიახლე აისახება თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობით:

ა) შეირჩევა ღვინის საფუარების აზოტოვანი საკვების ალტერნატიული წყარო **(ANS)**, რომელიც ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში განაპირობებს ყურძნის თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაციის რეგულირებას. ეს კი, თავისმხრივ განაპირობებს ღვინოში მეორადი მეტაბოლიტების - რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირებას და თავისუფალი ამინომჟავების შენარჩუნებას.

ბ) შემუშავდება ANS - ის გამოყენებით ქართული თეთრყურძნიანი ჯიშებიდან ევროპული ტიპის არასტანდარტული ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია;

გაუმჯობესდება ANS - ის გამოყენებით დამზადებული ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხი რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირებით და კვებითი ღირებულების მატარებელი თავისუფალი ამინომჟავების შენარჩუნებით.

სადისერტაციო ნაშრომის აპრობაცია. კვლევის შედეგები გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სტატიის სახით და წარმოდგენილია მოხსენებები 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე. კვლევის შედეგები პერიოდულად მოხსენიებული იყო დოქტორანტის სემინარებზე.

დისერტაციის სტრუქტურა. სადისერაციო ნაშრომი მოიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 118 გვერდს. იგი შედგება შესავლის, 4 თავის და დასკვნებისგან. ტექსტში ჩართულია 07 სურათი, 22 ცხრილი, 5 დიაგრამა, 3 სქემა და 1 ნახაზი. ნაშრომს ერთვის გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი (180 ერთეული).

2. სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა

2.1 ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის ზოგადი მიმოხილვა

ღვინის დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესებს შორის-ალკოჰოლური დუღილი რთულ და საპასუხისმგებლო საწყის პროცესს წარმოადგენს. ალკოჰოლური დუღილის ძირითადი პროდუქტი - ეთილის სპირტი, გლუკოზის და ფრუქტოზის გარდაქმნით წარმოიქმნება, რომელსაც თან ახლავს ნახშირორჟანგის გამოყოფა. ფერმენტაციის პროცესი მიმდინარეობს საფუარების და ზოგიერთი ბაქტერიის მეშვეობით, როგორიცაა Zymomonas mobilis. ეს გარდაქმნა შესაბამისი რეაქციით აისახება ($C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$.). ალკოჰოლური დუღილი ამავდროულად მოიცავს მრავალი ქიმიური და ბიოქიმიური გარდაქმნის მიმდინარეობას, რომელთა პროდუქტები ალკოჰოლური დუღილის მეორადი პროდუქტების სახელწოდებითაა ცნობილი.

ღვინის დამზადების საწყის ეტაპზე, ყურძნის წვენში შესაძლოა რამდენიმე სახეობის საფუარი არსებობდეს. აღნიშნული ბიომრავალფეროვნება დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორიცაა: ყურძნის ჯიში, რთველის პერიოდში მოსავლის სიმწიფის ეტაპი, სოკოვანი დაავადებების მკურნალობის მეთოდი, კონკრეტული წელიწადის კლიმატური პირობები, ნაცრისფერი სიდამპლის, თუ სხვა სოკოვანი დაავადებების განვითარება და ვენახის მოვლა - დამუშავების მიდგომები **(Sapis-Domerq 1980; Pretorius et al., 1999).** თუმცა არსებობს სხვა ფაქტორები, რომელიც ასევე მნიშვნელოვანია. მაგ: ყურძენთან კონტაქტი რთველის დროს და მისი შემდგომი ტრანსპორტირება; ასევე, ღვინის ქარხანაში პირველადი ოპერაციები ნედლეულის მიღების დროს და ა.შ. **(Constant´ı et al., 1997; Mortimer and Polsinelli, 1999).**

სპონტანური ალკოჰოლური დუღილის პროცესში მონაწილეობას ღებულობს რამდენიმე სახეობის საფუარი, გოგირდის დიოქსიდის თანაობის შემთხვევაშიც კი **(Constant´ı et al., 1998; Beltran et al., 2002).** როგორც წესი, ალკოჰოლური დუღილის საწყის, ადრეულ ეტაპებზე დომინანტობს *Hanseniaspora (Kloeckera)* და *Candida albicans* - სახეობის საფუარები. შუალედურ ეტაპზე *Pichia* - ს და *Metschnikowia pulcherrima* – საფუარები იჩენენ დომინირებას, ხოლო ალკოჰოლური დუღილის საბოლოო ეტაპებზე კი მისი, ეთანოლის მაღალი კონცენტრაციის მიმართ რეზისტენტობის უნარის გამო დომინანტობს საფუარი - *Saccharomyces cerevisiae* **(Fleet, 1993; Fleet and Heard, 1993).** უნარი, რომელიც *Saccharomyces cerevisiae* - ს სხვა მრავალი საფუარისგან გამოარჩევს, აისახება მისი რეზისტენტობით გოგირდის დიოქსიდის მიმართ, რომელიც შემდგომში მისი განვითარების ხელშემწყობ ფაქტორს წარმოადგენს **(Lafon-Lafourcade and Peynaud, 1974; Romano and Suzzi, 1993).** მეორეს მხრივ, სელექციური მშრალი საფუარების ინოკულაცია, საგრძნობლად ზრდის *Saccharomyces cerevisiae* - ის საწყის პოპულაციას. დღესდღეობით, უმეტეს შემთხვევაში ღვინის ქარხნები ახდენენ სელექციური მშრალი საფუარების ინოკულაციას, ალკოჰოლური დუღილის პროცესის ჯანსაღად წარმართვისათვის. თუმცა, არსებობს ღვინის ქარხნები, ძირითადად ტრადიციული ღვინის მარნები, რომლებიც უპირატესობას სპონტანურ ალკოჰოლურ დუღილს ანიჭებენ, რადგან მიაჩნიათ, რომ იგი ღვინოს გაცილებით მეტ კომპლექსურობას ანიჭებს. (Fernando Zamora, 2009).

ალკოჰოლური დუღილის საწყის ეტაპზე საფუარები ახდენენ შაქრების და სხვა საკვები ნივთიერებების გარდაქმნას. საფუარები საკვებ ნივთიერებებს ენერგიის დასაგროვებლად და თავიანთი პოპულაციის გასამრავლებლად იყენებენ **(Boulton et al. 1996; Rib´ereau-Gayon et al., 2000).** დუღილის პირველი, საწყისი საათების განმავლობაში საფუარების პოპულაცია არ მრავლდება. აღნიშნული პერიოდი ცნობილია, როგორც ლატენტური ფაზა, რომელიც საფუარის უჯრედს ესაჭიროება, მისთვის ახალ გარემო-პირობებთან ადაპტაციისთვის. საფუარების საწყისი პოპულაცია დამოკიდებულია რამდენიმე ფაქტორზე. იმ შემთხვევაში, თუ არცერთი საფუარი არ არის ინოკულირებული, მაშინ პოპულაცია დაახლოებით 10^4 უჯრედი/მლ -ია. თუმცა, აღნიშნული პოპულაცია შეიძლება გაიზარდოს, იმ შემთხვევაში თუ

ყურძენი დაავადებულია ნაცრისფერი სიდამპლით ან სხვა სოკოვანი დაავადებით. მეორეს მხრივ, საწყისი პოპულაციის გაზრდას იწვევს სელექციური მშრალი საფუარების ინოკულაცია, ასეთ შემთხვევაში პოპულაცია შესაძლოა გაიზარდოს 5×10^6 უჯრედი/მლ - ის ფარგლებში (Fleet and Heard, 1993; Del Nobile et al., 2003).

საფუარები გარემო - პირობების მიმართ ადაპტაციისთანავე იწყებენ გამრავლებას. აღნიშნულ პერიოდს ეწოდება ექსპონენციალური ზრდის ფაზა, რომელზეც ძლიერ ზეგავლენას ახდენს ტემპერატურა **(Ough, 1964),** ამიაკის კონცენტრაცია, ამინომჟავები, და სხვა საკვები ნივთიერებები **(Lafon-Lafourcade, 1983; Sablayrolles et al., 1996).** ასევე, ჟანგბადის თანაობა **(Sablayrolles and Barre, 1986).** ექსპონენციური ზრდის ფაზის განმავლობაში საფუარების პოპულაციის ზრდა წარმოებს 10^7–10^8 უჯრედი/მმ - მდე. აღნიშნნული ფაზა შესაძლოა გაგრძელდეს 3 - 6 დღის განმავლობაში. ამის შემდეგ საფუარების გამრავლება წყდება, ზოგიერთი საკვები ნივთიერების არასაკმარისი რაოდენობის გამო. ამ პერიოდს ეწოდება კვაზი-სტაციონალური ფაზა, როდესაც საფუარების პოპულაცია პრაქტიკულად ინარჩუნებს სტაბილურობას და იგი გრძელდება 2-10 დღის განმავლობაში. შემდგომ იწყება დაცემის ფაზა, როდესაც საფუარების პოპულაცია თანდათანობით მცირდება მანამ, სანამ თითქმის სრულებით არ გაქრება. ამ პერიოდში საფუარები ცხოველქმედებას კარგავენ - კვდებიან, რასაც განაპირობებს არასკმარისი საკვები ნივთიერებები და ასევე, ალკოჰოლური დუღილის პროცესში წარმოქნილი ეთანოლი და სხვა ნივთიერებები, რომლებიც საფუარებისთვის ტოქსიკურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ **(Lafon-Lafourcade et al., 1984).**

სწორად წარმართული ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილი განპირობებულია პროცესში სიცოცხლისუნარიანი საფუარის პოპულაციის სათანადო, ანუ საკმარისი დონის ჩართულობით, იმ მომენტამდე სანამ სრულიად არ მოხდება შაქრების გარდაქმნა **(Bisson, 1999; Zamora, 2004).** წინააღმდეგ შემთხვევაში მიმდინარეობს ინერტული დუღილი, რომლის თავიდან აცილების გზები განხილულია სხვადასხვა ავტორის მიერ **(Bisson and Butzke, 2000).**

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში *Saccharomyces cerevisiae* - ს მოქმედებით პირუვატი, ძირითადად მიმართულია

ეთანოლის წარმოებისთვის, კერძოდ, იმ მიზნით, რათა მოახდინოს გლიკოლიზის შედეგად მოხმარებული NAD^+ - ის რეგენერაცია. თავდაპირველად, პირუვატი დეკარბოქსილირდება ეთანალად, პირუვატ - დეკარბოქსილაზას მეშვეობით. აღნიშნულ ფერმენტს კოფაქტორების სახით ესაჭიროება მაგნიუმი და თიამინ პიროფოსფატი **(Hohmann,1996).** ამის შემდგომ, ალკოჰოლ დეჰიდროგენაზა NADH- ის NAD^+-ად რეცირკულირების შედეგად, ეთანალს გარდაქმნის ეთანოლად. *Saccharomyces cerevisiae*-ში გვხვდება ალკოჰოლ დეჰიდროგენაზას სამი იზოფერმენტი, ამათგან I-ს გააჩნია, ეთანალის ეთანოლად გარდაქმნის განსაკუთრებული უნარი **(Gancedo,1988).** კოფაქტორის სახით ალკოჰოლ დეჰიდროგენაზა იყენებს თუთიას **(Ciriacy, 1996).**

ალკოჰოლური დუღილის ორი პროდუქტი ეთანოლი და ნახშირორჟანგი მარტივი დიფუზიის შედეგად ტრანსპორტირდება საფუარის უჯრედს გარეთ **(Fernando Zamora, 2009).**

2.2 ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის მეორადი პროდუქტების წარმოქმნა და მათი ზოგადი დახასიათება

ალკოჰოლური დუღილის მეორადი პროდუქტები - დიაცეტილი, აცეტოინი და 2,3-ბუთანდიოლი წარმოიქმნება პირუვატის ეთანოლთან კონდენსაციის შედეგად. აღნიშნული რეაქცია წარმოქმნის აცეტოლაქტატს, რომელიც შემდგომში განიცდის დეკარბოქსილირებას. დიაცეტილი წარმოიქმნება იმ შემთხავევაში, თუ დეკარბოქსილირება მჟანგავი ბუნებისაა, ხოლო აცეტოინის შემთხევაში პირიქით, იგი წარმოიქმნება, თუ დეკარბოქსილირებას არ გააჩნია მჟანგავი ბუნება. აცეტოინის ფორმირება ასევე, შესაძლოა გამოიწვიოს დიაცეტილის პირდაპირმა შემცირებამ. საბოლოოდ აცეტოინი შესაძლოა გარდაიქმნას 2,3 ბუთანდიოლად. აღნიშნული გარდაქმნა წარმოადგენს შექცევად რეაქციას **(Rib´ereau-Gayonet et. al 2000).** აცეტოინს და განსაკუთრებით დიაცეტილს ახასიათებს კარაქის სუნი. თუმცა, ალკოჰოლური დუღილის დროს არ წარმოიქმნება აცეტოინის და დიაცეტილის ის რაოდენობა, რომელიც მნიშვნელოვან ზეგავლენას მოახდენს ღვინის არომატზე. რძემჟავა ბაქტერიის განვითარების შემთხევაში კი, მათი კონცენტრაცია საგრძნობლად მატულობს.

ეთანალი, იგივე აცეტალდეჰიდი, პირუვატის დეკარბოქსილირების შედეგად წარმოებული ალკოჰოლური დუღილის შუალედურ პროდუქტს წარმოადგენს, რომელიც შემდგომში გარდაიქმნება ეთანოლად. თუმცა, შესაძლოა თავის მხრივ მცირე რაოდენობით ღვინოშიც დაგროვდეს.

ეთანალს გააჩნია დამახასიათებელი სუნი, რომელიც ღვინის დაჟანგვის შეგრძნებას იწვევს. თუმცა, მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ იგი ალკოჰოლური დუღილის შედეგად მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება.

ეთანალის წარმოქმნა შესაძლებელია ეთანოლის მეშვეობით განხორციელდეს, ქიმიური ან ბიოლოგიური ჟანგვითი რეაქციების შედეგად. ზოგიერთ ღვინოს, როგორიც არის მაგ: "Fino and Manzanilla from Jerez", ასევე, "Jaune from Jura" ახასიათებს სპეციფიკური სუნი, რაც გამოწვეულია ეთანალის მაღალი კონცენტრაციით.

ძმარმჟავა წარმოადგენს ღვინის ძირითად მქროლავ მჟავას. ღვინოში მისი მაღალი კონცენტრაცია წარმოქმნის ძმრის სუნს. შესაბამისად, პირის ღრუში მოხვედრისას იგი იწვევს არასასიამოვნო შეგრძნებას. ღვინის ხარისხის შეფასებისას მქროლავი მჟავიანობა ენოლოგიაში წარმოადგენს ერთ - ერთ უმნიშვნელოვანეს ანალიტიკურ პარამეტრს. ძმარმჟავა შეიძლება წარმოქმნას როგორც საფუარებმა, ისე რძემჟავა და ძმარმჟავა ბაქტერიებმა. თუმცა, როგორც წესი, ჯანსაღი, უპრობლემო ალკოჰოლური დუღილის შემთხვევაში *Saccharomyces cerevisiae*-ს საფუარები ძმარჟავას მცირე კონცენტრაციით წარმოქმნის (0.1 - 0.3 გ/ლ). ძმარმჟავის მაღალ კონცენტრაციას ხელს უწყობს ინერტული დუღილი, როდესაც საფუარების ცხოველმოქმედება ნაადრევად წყდება ამა თუ იმ მიზეზის გამო.

ძმარმჟავას მაღალი კონცენტრაციით წარმოქმნა შესაძლოა განპირობებული იყოს რძემჟავური დაავადების განვითარებით, ან იმ შემთხვევაში, როდესაც საფუარები გაცილებით დიდი რაოდენობით ძმარმჟავას წარმოქმნიან ვიდრე მათ ახასიათებთ, აცეტილ - CoA (კოენზიმ A) - ს ჰიდროლიზის შედეგად **(Fernando Zamora, 2009).**

2.3 აზოტის მეტაბოლიზმი

ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში საფუარს *Saccharomyces cerevisiae* ბიომასის წარმოსაქმნელად ესაჭიროება აზოტოვანი საკვები, მაგ: ამინოჟავები საკმაო რაოდენობით **(Kunkee, 1991).** ცნობილია, რომ ყურძნის წვენი სხვადასხვა აზოტოვან ნაერთებს შეიცავს, როგორიცაა: ამიაკი, ამინომჟავები, პეპტიდები, პროტეინები და ა.შ. მაგრამ საფუარს - *Saccharomyces cerevisiae* მხოლოდ რამდენიმე მათგანის შეთვისება შეუძლია **(Hensche and Jiranek 1993).** კონკრეტულად, ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში *Saccharomyces cerevisiae* - ს საკვებ წყაროდ შეუძლია გამოიყენოს მხოლოდ ამიაკი და ამინომჟავები. ამ თვალსაზრისით ამინომჟავებიდან გამონაკლისია პროლინი **(Barre et al., 1998).** ზოგიერთი მკვლევარის აზრით პროლინის შეთვისება *Saccharomyces cerevisiae* - ის მიერ შესაძლებელია მხოლოდ სრულ აერობულ პირობებში **(Boulton et al., 1996).** სწორედ აღნიშნული მიზეზის გამო ტერმინი, ადვილად შეთვისებადი აზოტი (EAN) წარმოდგენილი იყო ყველა ამიაკისა და ამინომჟავის კოლექტიური დახასიათების მიზნით, გარდა პროლინისა **(Fernando Zamora, 2009).**

თუ ყურძნის წვენის ამიაკი და ამინომჟავები არასაკმარისია საფუარებისთვის, შესაბამისად, საფუარების მიერ აღნიშნული ნაერთების მოხმარება, ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლოა დავიდეს კრიტიკულ სტადიამდე **(Fernando Zamora, 2009).** EAN – ის დაბალი კონცენტრაციის შემთხვევაში, იზრდება ინერტული და არაჯანსაღი დუღილის რისკი **(Bisson, 1999; Zamora, 2004).** სწორედ ამ მიზეზის გამო მეღვინეები ალკოჰოლური დუღილის საწყის ეტაპზე ყურძნის წვენს ამატებენ ამონიუმის მარილებს **(Barre et al., 1998).** EAN – ის საჭირო რაოდენობა დამოკიდებულია საფუარის შტამებზე (Manginot et al., 1998) და მოსალოდნელი სპირტშემცველობის პოტენციალზე **(Bisson and Butzke, 2000).** ზოგადად მიჩნეულია, რომ EAN – ის 130 მგ/ლ - ზე დაბალი კონცენტრაცია სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ალკოჰოლური დუღილის სწორად წარმართვას. მეორეს მხრივ, აზოტის ჭარბი რაოდენობის შემთხვევაში, შესაძლოა ღვინოში დაგროვდეს ნარჩენი, შეუთვისებადი აზოტი, რაც მიკრობული არასტაბილურობის მაპროვოცირებელია და ასევე, შესაძლოა განაპირობოს ეთილკარბამატის და ბიოგენური ამინების წარმოქმნა **(Rib´ereau-Gayon et al., 2000).** სწორედ ამ მიზეზის გამო, აზოტის დამატება ყურძნის წვენში უნდა განხორციელდეს

დიდი სიფრთხილით, ერთის მხრივ, იმის გათვალისწინებით, თუ EAN – ის რა საწყის კონცენტრაციას შეიცავს ყურძნის წვენი. ხოლო, მეორეს მხრივ, გასათვალისწინებელია მისი სპირტშემცველობის პოტენციალი **(Bisson and Butzke, 2000).**

აზოტის შეთვისების პირველ საფეხურს წარმოადგენს მისი ტრანსპორტირება საფუარის უჯრედში. ამონიუმის იონი მსუბუქი დიფუზიის შედეგად ხვდება უჯრედში. უჯრედშორისი მჟავიანობა (pH) ამონიმუმის იონს იძულებულს ხდის გამოათავისუფლოს პროტონი, რომელიც H^+-ATP ფაზის გავლით უნდა მოხვდეს უჯრედს გარეთ. ციტოპლაზმაში მოხვედრისას ამონიუმი გლუტამად-დეჰიდროგენაზას ან გლუტამინ - სინთესაზას გზით შეერევა ამინო მჟავის სარეზერვო მარაგს, აქედან გამომდინარე, იგი გლუტამატის და გლუტამინის წარმოქმნის პროვოცირებას ახდენს **(Hensche and Jiranek, 1993).** მეორეს მხრივ, ამინომჟავების უჯრედში ტრანსპორტირების სხვა გზებიც არსებობს **(Fernando Zamora, 2009).** დღეისათვის, ამინომჟავების საფუარში (Saccharomyces cerevisiae) მოხვედრის 15 სატრანსპორტო სისტემაა იდენტიფიცირებული **(Barre et al., 1998).**

ამონიუმის და ამინომჟავების მოხმარება უნდა მივიჩნიოთ აქტიურ ტრანსფორმაციად, რადგან იგი H^+-ATP ფაზის - ის მეშვეობით მოიხმარს ATP - ს. ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში, Saccharomyces cerevisiae ყველა ამინომჟავას მოიხმარს საკვები წყაროს სახით გარდა პროლინისა. საფუარი გარდაქმნის ნარჩენ ამინომჟავებს, მისთვის არასაკმარისი ნაერთების სინთეზისათვის **(Hensche and Jiranek, 1993; Rib´ereau - Gayon et al., 2000).**

ამ შემთხვევაში ამონიუმი გარდაიქმნება სხვა ამინომჟავებად, ამავდროულად ნახშირბადოვანი ჩონჩხი, საფუარის უჯრედის გავლენით განიცდის მეტაბოლიზმს. საფუარების მიერ, განხორციელებული გოგირდშემცველი ამინომჟავების (ცისტეინი და მეთიონინი) მეტაბოლიზმის შედეგადაც გამოთავისუფლდება გოგირდმჟავა და მერკაპტანები (Fernando Zamora, 2009).

მაშასადამე, ყურძნის წვენის ალკოჰოლურ დუღილში ამონიუმის მარილების დამატება რეკომენდირებულია მისი ჯანსაღად და სწორად წარმართვისთვის, რათა თავიდან იქნეს აცილებული არასასიამოვნო არომატების წარმოქმნა **(Jiranek et al., 1995).**

ყურძნის წვენში არსებული ამინომჟავების შემცველობისა და ღვინის საბოლოო არომატის ჩამოყალიბების ურთიერთკავშირი აღწერილია სხვადასხვა ავტორის მიერ **(Hern´andez-Orte et al., 2002, 2006).**

მეცნიერულ კვლევებზე დაყრდნობით არსებობს მოსაზრება, რომ შესაძლებელია ყურძნის წვენში ამინომჟავების ისეთი ნარევის დამატება, რომელიც გამოიწვევს ღვინის არომატის ხარისხის გაუმჯობესებას **(Fernando Zamora, 2009).**

ცნობილია, რომ ყურძნის წვენის არაჯანსაღი და ინერტული ალკოჰოლური დუღილის ერთ-ერთ გამომწვევ მიზეზთაგანია საფუარებისთვის საჭირო საკვები ნივთიერებების არასაკმარისი რაოდენობა. ყურძნის წვენში საკვები ნივთიერებების ნაკლებობამ, რომელსაც წარმოადგენს: აზოტი, ვიტამინები, მინერალები და ა.შ შესაძლოა გამოიწვიოს სერიოზული პრობლემები ალკოჰოლური დუღილის პროცესში **(Fernando Zamora, 2009).** სწორედ ამიტომ, ღვინის ქარხნები ხშირ შემთხვევაში იყენებენ საფუარის გამააქტიურებელ ნივთიერებებს. საფუარის სტანდარტულ აქტივატორს წარმოადგენს ამონიუმის მარილები (ფოსფატები ან/და სულფატი). მაგალითად, თიამინის გამოყენება უპირობოდ სასარგებლოა. თუმცა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ აზოტოვანი წყაროს დასამატებელი დოზა უნდა შეირჩეს დიდი სიფრთხილით, გასათვალისწინებელია ყურძნის წვენის საწყისი EAN - ის კონცენტრაცია და მოსალოდნელი პოტენციური სპირტშემცველობა. გაცილებით ეფექტური შედეგის მომტანია აზოტის ორჯერ ან მეტჯერ დამატება აერაციის პირობებში. აზოტის პირველი დამატება სასურველია მოხდეს ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის საწყის ეტაპზე, მეორე დამატება შუა, კვაზი - სტაციონალური ფაზის პერიოდში, მესამე დამატება კი აღნიშნული ფაზის დასასრულს.

ბოლო წლების განმავლობაში, სარეალიზაციოდ გამოჩნდა საფუარის აქტივატორების ახალი თაობა. ახალი თაობის აქტივატორები მიღებულია საფუარისგან და წარმოადგენს ისეთ ნივთიერებებს როგორიცაა: სტერინები, არაეთერიფიცირებული თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, მინერალები, და ა.შ. აღნიშნული აქტივატორების გამოყენება, ალკოჰოლური დუღილის გვიანი საფეხურების დროს გაცილებით ეფექტურია ვიდრე დუღილის საწყის ეტაპზე **(Fernando Zamora, 2009).**

2.4 ამინომჟავები და ბიოგენური ამინები

ყურძნის წვენის და ღვინის ძირითადი აზოტოვანი ფრაქცია წარმოდგენილია თავისუფალი ამინომჟავების, ცილების, ბიოგენური ამინების სახით. თავისუფალი ამინომჟავები, როგორც ღვინის აზოტოვანი კომპონენტები, კარგად ცნობილი და ყველაზე ფართოდ შესწავლილი ნაერთებია. ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში ამინომჟავები საფუარისთვის საკვებ ნივთიერებებს წარმოადგენენ, რომელთა გარდაქმნა მიმდინარეობს ალკოჰოლურ დუღილში და ასევე, შესაძლოა მოხდეს რძემჟავა ბაქტერიის მიერ, ვაშლ - რძემჟავური დუღილის პროცესში. ყურძნის წვენში და ღვინოში თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია და თვისებრივი შედგენილობა მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ღვინის არომატულ კომპლექსურობაზე **(Bisson, 1991; Rapp and Versini, 1991).** ამინომჟავები აღნაგობის მიხედვით იყოფა 3 ჯგუფად: ალიფატური, არომატული და ჰეტეროციკლური. ალიფატური ამინომჟავებია: გლიცინი, ალანინი, ვალინი, ლეიცინი, იზოლეიცინი, ცისტეინი, ცისტინი, სერინი, ტრეონინი, ასპარაგინმჟავა, გლუტამინმჟავა, ლიზინი, არგინინი. არომატული ამინომჟავებია - ფენილალანინი და ტიროზინი. ჰეტეროციკლური ამინომჟავებია - პროლინი, ტრიფტოფანი, ჰისტიდინი და ოქსიპროლინი. მცენარეებში ამინომჟავებთან ერთად ფიქსირდება ამიდები - ასპარაგინი და გლუტამინი. საქართველოს საღვინე ვაზის ჯიშების - რქაწითელის, მწვანეს, საფერავის და კაბერნეს ყურძნის წვენში სიმწიფის პერიოდში დადგენილია შემდეგი თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობა: ლიზინი, ჰისტიდინი, არგინინი, ასპარაგინმჟავა, სერინი, გლიცინი, გლუტამინმჟავა, ტრეონინი, ალანინი, პროლინი, ტიროზინი, ალფა - ამინოერბომჟავა, მეთიონინი, ვალინი, ფენილალანინი, ლეიცინი. თავისუფალ ამინომჟავათა შორის დომინანტი აღმოჩნდა პროლინი, ამასთანავე მნიშვნელოვნად მეტია საფაერავის და კაბერნეს ყურძნის წვენში - შესაბამისად 504,0 მგ/ლ და 640,0 მგ/ლ (ს. დურმიშიძე, ო. ხაჩიძე, 1979). იგივე ავტორების მიერ (1985), განისაზღვრა თავისუფალი ამინომჟავები რქაწითელის, მწვანეს, ალიგოტეს, კაბერნეს, ჩინურის, ალადასტურის და სხვ. ჯიშების ყურძნის წვენში და დადგინდა თითოეული ამინომჟავის % - ული წილი მათი საერთო ჯამიდან. პროლინმა შეადგინა 26,77% რქაწითელში, ხოლო 75,33% კაბერნეში.

დ. თამარაშვილის მიერ (2003), შესწავლილია რქაწითელის, კახური მწვანეს და ქისის ჯიშებიდან დამზადებული კახური და ევროპული ტიპის ღვინოების თავისუფალი ამინომჟავების თვისებრივი შედგენილობა. დაფიქსირებულია: ცისტეინი, ცისტინი, ლიზინი, ორნიტინი, ჰისტიდინი, ასპარაგინი, არგინინი, სერინი, გლუტამინი, გლიცინი, ასპარაგინის მჟავა, ტრეონინი, გლუტამინის მჟავა, ალანინი, პროლინი, ალფა -ამინოერბომჟავა, თიროზინი, ნორვალინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ფენილალანინი. დაფიქსირებულ ამინომჟავებს შორის დომინანტი აღმოჩნდა პროლინი.

ყურძნის ტკბილის და ღვინის აზოტოვანი ნაერთებიდან რეაქციის უნარიანობით მნიშვნელოვანია თავისუფალი ამინომჟავების ჯგუფი. მათი გარდაქმნების პროდუქტები მნიშვნელოვანწილად მონაწილეობენ ღვინის ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების ფორმირებაში. ყურძნის ტკბილის თავისუფალი ამინომჟავების შედგენილობა დამოკიდებულია ვაზის ჯიშზე, მისი გავრცელების მიკროზონის ნიადაგურ - კლიმატურ პირობებზე; ვაზის მოვლის აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე. ღვინის თავისუფალი ამინომჟავების სპექტრი ძირითადად განპირობებულია შესაბამისი ყურძნის ტკბილის ამინომჟავებით და მასთან ერთად ღვინის დამზადების ტექნოლოგიით. დადგენილია ყურძნის თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაციის მატება ნიადაგში აზოტშემცველი სასუქების გამოყენებით. დადგენილია კახური და ევროპული ტიპის ღვინოების თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი განსხვავება. კონკრეტულად კახური ტიპის ღვინოში ჭარბად აღმოჩნდა გლუტამინმჟავა, ასპარაგინმჟავა, ლიზინი, პროლინი, ჰისტიდინი, არგინინი, ალანინი, მეთიონინი, ცისტინი. ფენილალანინი და ტიროზინი კი ნაკლები რაოდენობით აღმოჩნდა ევროპული ტიპის ღვინოსთან შედარებით. სხვადასხვა კლიმატურ პირობებში გავრცელებული ყურძნის ტკბილის განსხვავებული თვისებრივი ამინომჟავური შედგენილობა გამოვლენილია რიგი კვლევებით.

ყურძნის ტკბილის და ღვინის თავისუფალი ამინომჟავების კვლევები განხორციელდა სხვადასხვა წამყვანი მეცნიერის მიერ, ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად. შესწავლილი იქნა რიგი ფაქტორების გავლენა და უნდა აღინიშნოს ამ კვლევების არაერთგვაროვანი შედეგები რიგ შემთხვევებში, როდესაც არ გამოვლინდა დასკვნების

თანხვედრა. ყურძნის ტკბილსა და ღვინოში აღმოჩენილ იქნა თავისუფალი ამინომჟავები: ორნიტინი, ასპარაგინმჟავა, არგინინი, გლუტამინმჟავა, სერინი, ტრეონინი, გლუტამინი, ასპარაგინი, მეთიონინი, ალანინი, თიროზინი, პროლინი, ოქსიპროლინი, ნორლეიცინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ცისტინი, ვალინი, ნორვალინი, ტრიფტოფანი, ლიზინი, ჰისტიდინი, ფენილანანინი. მიუხედავად ავტორთა მიერ მიღბული განსხვავებული შედეგებისა, ისეთი ფაქტორების შესწავლისას, როგორიც არის ალკოჰოლური დუღილის პირობები, მიკრობიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობა, ღვინის განვითარების სტადია, ვაზის ჯიში და სხვ., ავტორებმა ყველა შემთხვევაში დაადასტურეს პროლინის დომინანტი კონცენტრაცია. გამოითქვა მოსაზრება, რომ ეს გამოწვეულია ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში საფუარების მიერ, პროლინის გართულებული დეზამინირებით და ამავე დროს პროლინის წინამორბედის - გლუტამინმჟავას არსებობით.

ყურძნის წვენში არსებული თავისუფალი ამინომჟავები ალკოჰოლური დუღილის პროცესში მნიშვნელოვანი რაოდენობით გარდაიქმნებიან ღვინის საფუარების მიერ და წარმოქმნიან უმაღლეს სპირტებს. გარდა აღნიშნული გარდაქმნისა, საინტერესოა თავისუფალი ამინომჟავების სხვა სახის გარდაქმნები, რომელთა პროდუქტები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. ამის მაგალითია, საქართველოში ჩატარებული ზოგიერთი კვლევა. კერძოდ, შესწავლილია თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაცია მადერიზაციის პროცესში ნიშანდებული ატომების გამოყენებით კერძოდ რადიოაქტიური $1^{14}C$ გლიცინის და $2^{14}C$ გლიცინის გამოყენებით აქროლად და თხევად ფაზაში. ღვინომასალის აქროლადი ფაზის შედგენილობაში დაფიქსირდა გლიცინის ჟანგვითი დეზამინირების პროდუქტი. ჟანგვითი დეზამინირების პროცესში ადგილი აქვს ჭიანწველამჟავა ალდეჰიდის წარმოქმნას, რომელიც შემდგომში იჟანგება ჭიანჭველმჟავამდე. ღვინომასალის თხევადი ფაზის ანალიზით დადგენილ იქნა: ღვინომასალის ლექის ფრაქციაში დაფიქსირდა რადიოაქტიურობა 2,8 %-ით. $2^{14}C$-გლიცინიდან ღვინომასალაში წარმოქმნილი ალდეჰიდი და ჭიანჭველმჟავას რაოდენობა, შესაბამისად შეადგენს 0.02% და 0,31 %.

ასევე, დადგინდა რადიოაქტიურობა ლექის ჰიდროლიზატში, რომელიც გამოწვეულია ცილის მოლეკულებში $2^{14}C$ - გლიცინიდან მიღებული რადიოაქტიური ჭიანჭველმჟავა

ალდეჰიდის არსებობით. ეს ნივთიერება წარმოქმნის მეთილენურ განივ ბმებს ცილის მოლეკულაში და ამით ერთმანეთთან აკავშირებს ცილის ცალკეულ მოლეკულებს, რის შედეგადაც იზრდება ცილის მოლეკულური მასა და გამოილექება ღვინომასალიდან. (მ. ჯაფარიძე, 2006, ზოგიერთი აზოტშემცველი ნაერთის ტრანსფორმაცია მადერის ტიპის ღვინომასალაში).

ამავე ატორის მიერ, ღვინომასალაში თვისებრივად იდენტიფიცირდა 23 ამინომჟავა და 2 ამიდი. დადგინდა არილინის ცვალებადობა ავტორთა მიერ, გამოითქვა აზრი რომ ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს არილინის გარკვეული დამცავი ფუნქციით, რომელიც ვლინდება ღვინის საფუარების ცხოველმყოფელობისთვის ექსტრემალურ პირობებში.

ნ. ნუცუბიძის და თანაავტორთა მიერ (N. Nutsubidze at al., 2008), გამოკვლეულია, მეორეულ სპირტულ დუღილში ნიშანდებული ატომების მქონე თავისუფალი ამინომჟავების - ალანინის და ასპარაგინის მჟავას ტრანსფორმაცია. მეორეული სპირტული დუღილი ჩატარებულია კლასიკური ტექნოლოგიით გათვალისწინებულ ჰერმეტულად დახურულ ბოთლებში 14-16°C -ის პირობებში (შამპანიზაცია). დუღილი ჩატარებულია ღვინის საფუარების საწარმო შტამი - Saccharomices cerevisiae, var. vini – 39–ის გამოყენებით.

დადგენილია რომ, ნიშანდებული ალანინის 76,3% შეითვისება საფუარების მიერ, ხოლო ასპარაგინმჟავას 35,5%. ალანინის კარბოქსილური ნახშირბადის 50% იჟანგება CO_2 -მდე, ხოლო ასპარაგინმჟავადან CO_2 აღწევს 20% - ს. ალანინისა და ასპარაგინმჟავას ბიოტრანსფორმაციის პროცედურები იდენტიფიცირებულია საფუარის ბიომასაში და ღვინის კომპონენტებში. ამავე ავტორების მიერ, დადგინდა, რომ რადიოაქტიურობის უპირატესი ნაწილი დუღილის ბოლოსთვის ხვდება, როგორც ამინომჟავებში, ისე ორგანულ მჟავებში. დადგენილია, რომ მეორეული დუღილის პროცესში, დეზამინირებასა და დეკარბოქსილირების მექანიზმებთან ერთად ფუნქციონირებს ტრიკარბონმჟავების მოდიფიცირებული ციკლი. (N. Nutsubidze et al. 2008).

ყურძნის ტკბილის თავისუფალი ამინომჟავები ღვინის საფუარების მიერ აზოტოვან საკვებად გამოიყენება ალკოჰოლურ დუღილში. მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად წარმოქმნილი უმაღესი სპირტები, ალდეჰიდები, რთული ეთერები და სხვ. მქროლავი ნაერთები მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავენ ღვინის არომატს (Robinson et all, 2014;

Bell et all., 2005). ღვინის თავისუფალი ამინომჟავები შეადგენს ღვინის აზოტოვანი ნაერთების 40% - ს (Rizzon et. All., 1985).

ფერმენტაციის ბოლოს საფუარები ავტოლოზის შედეგად წარმოქმნიან თავისუფალ ამინომჟავებს (Bidan et. al., 1986). როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ყურძნის თავისუფალი ამინომჟავური პროფილი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ვაზის ჯიშებზე, კლიმატურ პირობებზე, ნიადაგში შეტანილი სასუქის რაობაზე (Robinson et. All., 2014). თავისუფალი ამინომჟავური პროფილი ზოგიერთი მკვლევარის მიერ, წარმატებით იქნა გამოყენებული განსხვავებულ მევენახეობის რეგიონებში გავრცელებული სხვადასხვა ჯიშის ყურძნის და მათი ღვინოების კლასიფიკაციისთვის (Soufleros et all., 1998).

ესპანელი მეცნიერების მიერ, შესწავლილია ესპანეთის ჩრდილო - დასავლეთ ნაწილში გალიციის რეგიონში გავრცელებული თეთრყურძნიანი ჯიშებიდან - Albazino, Godello, Treixaduza - დამზადებული ღვინოების თავისუფალი ამინომჟავები. 3 წლიანი კვლევის შედეგებით დომინანტ ამინომჟავად გამოვლინდა პროლინი, რომლის მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობა ჯიშების მიხედვით განსხვავებულია. კონკრეტულად, Albazino - სთვის 1,20 – 503,72 მგ/ლ; Godello - სთვის 2,65 – 743,02 მგ/ლ; Treixadura - სთვის 703,68 – 3016,23 მგ/ლ. დანარჩენი ამინომჟავებიდან მაღალი კონცენტრაციით დაფიქსირდა ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა, ლიზინი, არგინინი, ასპარაგინი, ალანინი, ჰისტიდინი (José Manuel Miras - Avalos et. All., 2020).

ყურძნის თავისუფალი ამინომჟავების შესწავლისას მკველევარები ადასტურებენ პროლინის დომინანტობას და ამინომჟავური პროფილის დამოკიდებულებას ვაზის ჯიშზე, ნიადაგურ - კლიმატურ პირობებზე და სხვ. ფაქტორების ზეგავლენას (Jackson DI et. All, 1993; Feuillat M., 1974; Spayd SE. et all., 1996; Huang Z. et all., 1991). დადგენილია რომ ყურძენში პროლინის დაგროვება მიმდინარეობს ძირითდად ყურძნის სიმწიფის ბოლო პერიოდში, ხოლო არგინინის დაგროვება იწყება სიმწიფის დასაწყისში და გრძელდება სიმწიფემდე. ეს კანონზომიერება არ ვრცელდება ყურძნის იმ ჯიშებზე, რომლებიც პროლინის მაღალი კონცენტრაციით გამოირჩევა (Stines AP. Et al. 2000). ყურძენში თავისუფალი ამინომჟავების დაგროვების შესწავლას მიეძღვნა რიგი მეცნიერთა გამოკვლევები, რომლითაც დადგინდა ამინომჟავების დაგროვების

ძირითად პერიოდად ყურძნის მომწიფების პერიოდი (Kliewer, 1970; Kluba et al., 1978). მეცნიერთა მონაცემებით არგინინი და პროლინი ძირითადი ამინომჟავებია Vitis vinifera-ს სახეობის ყურძნის ჯიშებისთვის. არგინინის და პროლინის კონცენტრაციები იზრდება ყურძნის სიმწიფის მატებასთან ერთად. სიმწიფის პერიოდში კი წყვეტს რაოდენობრივ მატებას (Jogaiah et al., 2010; Gregan et al., 2012). Hernandez Orte - ს და თანაავტორთა მიერ (2002), მოცემულია პროლინის და არგინინის კონცენტრაციის დამოკიდებულება ყურძნის ჯიშებზე (მგ/ლ ყურძნის წვენში). კონკრეტულად, არგინინი: კაბერნე სოვინიონი - 80; მერლო - 29; ტემპრალინო - 673; შარდონე - 159; პინო - 333; რისლინგი - 225. პროლინი: კაბერნე სოვინიონი - 1718; მერლო - 738; ტემპრალინო - 302; შარდონე - 419; პინო - 119; რისლინგი - 273.

ულტრაიისფერი სხივები (280 – 315 ნმ ტალღის სიგრძის) მცენარეებისთვის ეკოლოგიურ სტრესს წარმოადგენს (Yansen, 1918). ასევე გავლენას ახდენს ვაზზეც. კონკრეტულად, დასხივების მაღალი დონე იწვევს კაროტინოიდული პიგმენტების შემცირებას, ამინომჟავების წარმოქმნის შემცირებას (Singh et al., 2012; Martinez – Juschez et. Al., 2014).

ულტრაიისფერი გამოსხივების მსგავსად ეკოლოგიურ ფაქტორს წარმოადგენს ყურძნისთვის წყლის დეფიციტი, რომელიც გავლენას ახდენს Vitis vinifera L. - ის ყურძნის მეორადი მეტაბოლიტების დაგროვებაზე მწიფე მარცვალში (Chaves et al. 2007). სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკის მეცნიერებმა გამოიკვლიეს ადგილობრივ გავრცელებული თეთრი და წითელყურძნიანი ვაზის ჯიშების ყურძნის წვენის ამინომჟავური პროფილი. დადგინდა რომ ყველა საკვლევ ნიმუშში პროლინი და არგინინი დომინანტ ამინომჟავებს წარმოადგენდნენ. 2016 – 2017 წლებში გაანალიზირებულ ყურძნის წვენებში პროლინის კონცენტრაცია მერყეობდა 33,22 მგ/ლ - 3445,43 მგ/ლ ინტერვალში, ხოლო არგინინი 13,56 - 1616,56 მგ/ლ. ამავე ნიმუშებში დაფიქსირდა ზოგიერთი თავისუფალი ამინომჟავის დაბალი კონცენტრაცია. მაგ: ორნიტინი- 2,01 მგ/ლ; გლიცინი - 3,28 მგ/ლ; მეთიონინი - 3,64მგ/ლ და ლიზინი - 3,91მგ/ლ. მიღებული შედეგები - ამინომჟავური პროფილით თითოეული ჯიშის ყურძნის დახასიათება კონკრეტული მევენახეობის ზონიდან - დაშვებულია მეცნიერთა მიერ (G. Petrovic et al., 2019).

ამინები ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული, ამიაკის (NH3) წარმოებული ნაერთებია, რომელშიც ჩანაცვლებულია ერთი ან რამოდენიმე ნახშირბადოვანი ჩონჩხი. ბიოგენური ამინები მიეკუთვნებიან დაბალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან არომატული ან კათიონური ამინომჟავებისგან. ბიოგენური ამინების ქიმიური სტრუქტურა შესაძლოა იყოს ალიფატური (პუტრესცინი, კადავერინი, სპერმინი, სპერმიდინი), არომატული (თირამინი, ფენილეთილამინი) ან ჰეტეროციკლური (ჰისტამინი, ტრიპტამინი). აღნიშნული ნივთიერებები მცენარეებისთვის ენდოგენურია და ასევე, გვხვდება ახალ ხილში და ბოსტნეულში. როგორც წესი, საკვებში ბიოგენური ამინები ძირითადად წარმოიქმნება ფერმენტაციის პროცესში და პროდუქტის შენახვა/დაძველების დროს, შესაბამისი პრეკურსორი -ამინომჟავების მიკრობული დეკარბოქსილირების შედეგად. სწორედ ამის გამო უწოდებენ მათ ბიოგენურ ამინებს. აღნიშნული ბიოგენური ამინებიდან ყველაზე ფართოდ შესწავლილია ჰისტამინი. ბიოგენური ამინები დაბალი კონცენტრაციით სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ცხოველების, მცენარეების და მიკროორგანიზმების ნორმალური მეტაბოლური და ფიზიოლოგიური მოქმედებისათვის. აღნიშნული ბიოლოგიურად წარმოქმნილი ამინების მაღალ კონცენტრაციას, მგრძნობიარე ინდივიდების მიმართ, შესაძლოა თან ახლდეს გვერდითი მოვლენები და მათი ჯანმრთელობისათვის წარმოადგენდეს მაღალ რისკშემცველ ფაქტორს. ბიოგენური ამინები გვხვდება საკვებ და სასმელ პროდუქტებში, რომლებიც შეიცავს ცილებს და თვისუფალ ამინომჟავებს, ისეთ გარემო პირობებში, რომელიც ხელისშემწყობია მიკრობული ან ბიოქიმიური გარდაქმნებისთვის **(Halász et al., 1994; Silla Santos, 1996).**

ფერმენტირებულ საკვებ პროდუქტებში არამქროლავი, ბიოგენური ამინები (ჰისტამინი, პუტრისცინი, კადავერინი, სპერმინი, სპერმიდინი, აგმატინი, თირამინი, ტრიფტამინი) და ფენილეთილამინი (მქროლავი ამინი) ძირითადად წარმოიქმნება შესაბამისი ამინომჟავების მიკრობული დეკარბოქსილირების შედეგად **(Ten Brink et al., 1990).** მიჩნეულია რომ ბიოგენური ამინები წარმოიქმნება, აღდგენითი ამინირების ან შესაბამისი ალდეჰიდის ან კეტონის ტრანსამინირების გზით.

ყურძნის წვენში აღმოჩენილი თავისუფალი ამინომჟავების აზოტის საერთო შემცველობა, საშუალოდ შეადგენს 28 - 39 % იმის მიხედვით, თუ რა რაოდენობას შეიცავს თეთრი თუ წითელი ყურძნის წვენი **(Rapp and Versini, 1991).** ყურძენში ამინომჟავების კონცენტრაცია იზრდება ყურძნის სიმწიფის პერიოდში. სუფრის ყურძნის წვენში აზოტის საერთო რაოდენობამ შესაძლოა მიაღწიოს 90%. რთველის პერიოდში ორგანული აზოტის 70% - ს წარმოადგენს ამინომჟავები, 3% - პროტეინები, ხოლო 2%-ს პეპტიდები. თავისუფალ ამინომჟავებს ყურძნის წვენში ენიჭებათ პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა, რაც განპირობებულია იმით, რომ ისინი ალკოჰოლური დუღილის პროცესში საფუარებისთვის, ხოლო ვაშლ - რძემჟავა დუღილის პროცესში რძემჟავა ბაქტერიისათვის წარმოადგენენ აზოტოვან საკვებ წყაროს. ამასთანავე, ამინომჟავები შეიძლება მივიჩნიოთ არომატული ნაერთების წყაროდაც. ამავდროულად უნდა აღინიშნოს, რომ გარკვეულ შემთხვევებში, ზოგიერთ ამინომჟავას შეუძლია წარმოქმნას ღვინისათვის არასასურველი ნაერთები, როგორიცაა: ფენილალანინიდან - ეთილკარბამატი, ბიოგენური ამინები, ოქრატოქსინი A და ტრიფტოფანიდან კი, ბეტა - კარბოლინი **(Herraiz and Ough, 1993; Herraiz et al., 1993).**

ღვინოში არსებულ ამინომჟავებს სხვადასხვა წარმომავლობა აქვთ. ყურძნიდან ტრანსფორმირებული ამინომჟავები შესაძლოა ნაწილობრივ ან მთლიანად მეტაბოლიზირდნენ საფუარის ცხოველქმედების შედეგად ალკოჰოლური დუღილის პროცესში. სხვა ამინომჟავები გამოთავისუფლდებიან საფუარის მიერ ალკოჰოლური დუღილის დასასრულს, ან საფუარის ავტოლიზის განმავლობაში წარმართული პროტეოლიზური პროცესების შედეგად. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ ამინომჟავებს მიეკუთვნებიან პროლინი და არგინინი, რომელთა პრეკურსორს წარმოადგენს, ასევე ფართოდ გავრცელებული გლუტამინმჟავა **(Moreno - Arribas et al., 1998).** ალკოჰოლური დუღილის პროცესში თავისუფალი ამინომჟავების ცვლილებებზე, მრავალი მნიშვნელოვანი სამეცნიერო კვლევა იყო ფოკუსირებული. ალკოჰოლური დუღილის საწყის ეტაპზე საფუარები საკუთრივ განვითარებისთვის აზოტის წყაროდ იყენებენ ამონიუმის მარილებს, შემდგომში კი აზოტს თავისუფალი ამინომჟავების სახით იღებენ. ზოგიერთი მათგანი უპირატესად ასიმილირდება საფუარის მიერ, ასეთებია: არგინინი, გლუტამინმჟავა, გლუტამინი, ასპარაგინის მჟავა,

ასპარაგინი, თრეონინი და სერინი. ალკოჰოლური დუღილის დასრულებამდე, საფუარები ფერმენტული პროცესების შედეგად ცილებს შლიან პეპტიდებად და ამინომჟავებად. საფუარში ეგზოგენური პროტეაზას თანაობა აღწერილია ფულატის და მისი თანამოაზრეების მიერ **(Feuillat et al., 1980).** ავტოლიზი და საფუარების მიერ ამინომჟავების გამოთავისუფლება ასევე, წარმოადგენს თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაციის მომატების განმაპირობებელ ფაქტორებს, ალკოჰოლური დუღილის დასრულების შემდეგ.

ყურძნის წვენის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში საფუარის მიერ აზოტის შეთვისება დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, როგორიცაა: ტემპერატურა **(L´opez et al., 1996),** შაქრების კონცენტრაცია - შაქრების მაღალი კონცენტრაციის პირობებში საჭიროა მეტი აზოტი **(Agenbach, 1977)** და ჟანგბადის კონცენტრაცია **(Ingledew and Kunkee, 1985).** მცირე რაოდენობით ამონიუმის აზოტის დამატებას მაგ: 0.23 მგ/ლ (კონცენტრაცია, აზოტით გამდიდრებით დაშვებული მაქსიმალური დონის ზღვრამდე) დიამონიუმის ჰიდროფოსფატის, საფუარების მიერ ამინომჟავების მოხმარების მიმართებაში უმნიშვნელო ეფექტი გააჩნდა **(Monteiro and Bisson, 1992).** დიამონიუმის ჰიდროფოსფატის მაღალი დოზის (2.0 გ/ლ) დამატებამ კი გამოიწვია არგინინის მოხმარების და გარდაქმნის შემცირება, ასევე განაპირობა პოლიამინების წარმოქმნის შემცირება როგორიცაა: პუტრისცინი, სპერმინი და სპერმიდინი.

დიზის და პოლოს **(Dizy and Polo, 1996)** მიერ ჩატარებულ კვლევებში ნაჩვენებია რომ მალვარის ჯიშის ყურძნის წვენში ძირითად ამინომჟავებს წარმოადგენენ, გლუტამინი, არგინინი, პროლინი და გამა - ამინოერბომჟავა (GABA).

იგივე ავტორებმა დაადგინეს რომ ალკოჰოლური დუღილის პროცესში პროლინის კონცენტრაცია შემცირდა, რაც გამოწვეული იყო არგინინის კონცენტრაციის შემცირებით, იმდენად, რამდენადაც პროლინი არგინინის გარდაქმნით მიიღება. ალკოჰოლური დუღილის პირველ ეტაპზე თითქმის ყველა თავისუფალი ამინომჟავა იქნა მოხმარებული - გარდაქმნილი. ალკოჰოლური დუღილის დასრულების და ღვინის გადაღების შუალედში თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია გაიზარდა, რაც ავტორების აზრით დაკავშირებულია საფუარების ავტოლიზთან.

ჟირანეკის და მისი თანაავტორების **(Jiranek et al., 1995)** მიერ ჩატარებული კვლევების მიხედვით, ალკოჰოლური დუღილის სხვადასხვა საფეხურზე ყველა ამინომჟავის შემცირებაა შესაძლებელი გარდა გლიცინისა. ზოგიერთი ავტორი, მაგალითად, კუპერი, ჰენშკე, ჟირანეკი და სხვა, მათი თანამოაზრე მეცნიერი მიიჩნევს, რომ ამინომჟავებიდან საფუარის საუკეთესო აზოტოვან წყაროს წარმოადგენს გლუტამინჟავა, გლუტამინი, ასპარაგინის მჟავა, ასპარაგინი, თრეონინი, ჰისტიდინი, ალანინი, ტიროზინი და არგინინი **(Cooper, 1982; Henschke and Jiranek, 1993).** ფრაილის და მისი თანამოაზრეების **(Fraile et al.,2000)** თანახმად, ალკოჰოლური დუღილის დასასრულს წამოიქმნება სხვადასხვა სპირტები. მეცნიერთა მიერ ჩატარებული კვლევებით უმცირეს კვადრატული რეგრესიის მოდელის/მეთოდის გამოყენებით დადგინდა, რომ ამინომჟავების შემადგენლობას დიდი წილი აქვს მქროლავი ნაერთების დისპერსიაში. ნარჩენი ამინომჟავების შემადგენლობა ღვინის დავარგების პროცესში, გავლენას ახდენს ღვინის არომატებზე **(Escudero et al., 2000).** ყურძნის წვენის თავისუფალი ამინომჟავების გარდაქმნები დადასტურებულია ასევე ქართველი მკვლევარების მიერ. შესწავლილია თავისუფალი ამინომჟავების ტრანსფორმაცია მადერიზაციის პროცესში ნიშანდებული ატომების გამოყენებით კერძოდ რადიოაქტიური 1^{14} C გლიცინის და 2^{14} C გლიცინის გამოყენებით აქროლად და თხევად ფაზაში. ღვინომასალის აქროლადი ფაზის შედგენილობაში დაფიქსირდა გლიცინის ჟანგვითი დეზამინირების პროდუქტი. ჟანგვითი დეზამინირების პროცესში ადგილი აქვს ჭიანჭველამჟავა ალდეჰიდის წარმოქმნას, რომელიც შემდგომში იჟანგება ჭიანჭველმჟავამდე. ღვინომასალის თხევადი ფაზის ანალიზით დადგინდა, რომ ღვინომასალის ლექის ფრაქციაში დაფიქსირდა რადიოაქტიურობა 2,8%-ით. 2^{14}C-გლიცინიდან ღვინომასალაში წარმოქმნილი ალდეჰიდი და ჭიანჭველმჟავას რაოდენობა, შესაბამისად შეადგედა 0.02% და 0,31 %. ასევე, დადგინდა რადიოაქტიურობა ლექის ჰიდროლიზატში, რომელიც გამოწვეულია ცილის მოლეკულებში 2^{14} C - გლიცინიდან მიღებული რადიოაქტიური ჭიანჭველმჟავა ალდეჰიდის არსებობით. ეს ნივთიერება წარმოქმნის მეთილენურ განივ ბმებს ცილის მოლეკულაში და ამით ერთმანეთთან აკავშირებს ცილის ცალკეულ მოლეკულებს, რის შედეგადაც იზრდება ცილის მოლეკულური მასა და გამოილექება ღვინომასალიდან (მ.ჯაფარიძე, 2006). ამავე ავტორის მიერ, ღვინომასალაში თვისებრივად

იდენტიფიცირდა 23 ამინომჟავა და 2 ამიდი. დადგინდა პროლინის ცვალებადობა და გამოითქვა აზრი, რომ ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს პროლინის გარკვეული დამცავი ფუნქციით, რომელიც ვლინდება ღვინის საფუარების ცხოველმყოფელობისთვის ექსტრემალურ პირობებში. კონკრეტულად მეორად ალკოჰოლურ დუღილში. ნ. ნუცუბიძის და თანაავტორთა მიერ (N. Nutsubidze at al., 2008), გამოკვლეულია მეორეულ სპირტულ დუღილში ნიშანდებული ატომების მქონე თავისუფალი ამინომჟავების - ალანინის და ასპარაგინის მჟავას ტრანსფორმაცია. მეორეული სპირტული დუღილი ჩატარებულია კლასიკური ტექნოლოგიით გათვალისწინებულ ჰერმეტულად დახურულ ბოთლებში 14 -16 C ° - ის პირობებში (შამპანიზაცია). დუღილი ჩატარებულია ღვინის საფუარების საწარმო შტამი - Saccharomices cerevisiae, var. vini - 39 - ის გამოყენებით.

დადგენილია, რომ საფუარების მიერ ნიშნდებული ალანინის 76,3 % შეითვისება, ხოლო ასპარაგინმჟავას - 35,5 %. ალანინის კარბოქსილური ნახშირბადის 50 % იჟანგება CO_2 - მდე, ხოლო ასპარაგინმჟავადან CO_2 აღწევს 20 % - ს. ალანინისა და ასპარაგინმჟავას ბიოტრანსფორმაციის პროცედურები იდენტიფიცირებულია საფუარის ბიომასაში და ღვინის კომპონენტებში. ამავე ავტორების მიერ, დადგინდა რომ რადიოაქტიურობის უპირატესი ნაწილი დუღილის ბოლოსთვის ხვდება, როგორც ამინომჟავებში, ისე ორგანულ მჟავებში. დადგენილია რომ მეორეული დუღილის პროცესში, დეზამინირებასა და დეკარბოქსილირების მექანიზმებთან ერთად ფუნქციონირებს ტრიკარბონმჟავების მოდიფიცირებული ციკლი. (ნუცუბიძე, კირთაძე, აპლაკოვი, 2008)

ყურძნის წვენში ამინომჟავების დამატებისა და მისი შემდგომი ეფექტიანობის მნიშვნელობა, საფუარების მიერ არომატული ნაერთების ბიოსინთეზზე, შეფასებულია სხვადასხვა ავტორის მიერ **(Hern´andez-Orte et al., 2005).** ზემოხსენებულმა ავტორებმა „Airen“ - ის ჯიშის ყურძნის წვენის სამი სხვადასხვა საფუარის გამოყენებით ჩატარებული ალკოჰოლური დუღილის პროცესში შეისწავლეს ამონიუმის (100, 300 მგ/ლ) და ამინომჟავების (ყურძნის წვენში ამინომჟავების კონცენტრაციის გაორმაგებით) დამატების ეფექტი. სტატისტიკურმა მონაცემებმა აჩვენა, რომ საფუარები წარმოადგენენ ძირითად ფაქტორს, რომელიც

მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ღვინოში მქროლავ ნაერთებზე. სენსორული თვალსაზრისით, ყურძნის წვენში აზოტოვანი საკვები წყაროს დამატება ღვინოში განაპირობებს, გოგირდოვანი ტონების შემცირებას და ციტრუსოვანი არომატების მომატებას. ჰერნანდესის და მისი თანაავტორების **(Hern´andez-Orte et al., 2006)** მიერ, ასევე შესწავლილია ყურძნის წვენში სელექციური ამინომჟავების (ფენილალანინი, ალანინი, ასპარაგინმჟავა, თრეონინი) დამატების ეფექტი, არომატული ნაერთების წარმოქმნასა და ამინომჟავების შეთვისებაზე. ამინომჟავების დამატებამ ალკოჰოლური დუღილის კინეტიკაში გამოიწვია განსხვავებები. ერთსა და იმავე დროს მოხდა ეთანოლის და უმაღლესი სპირტების წარმოქმნა. დეგუსტატორებისათვის გაცილებით ღირებული აღმოჩნდა ის ღვინოები, რომლებიც ამინომჟავების მაღალი კონცენტრაციით გამოირჩეოდნენ, რაც განპირობებულია, მნიშვნელოვნად შემცირებული გოგირდოვანი ტონებით და ყვავილოვანი ტონების მომატებით.

ვაშლ - რძემჟავური დუღილის პროცესში თავისუფალი ამინომჟავების გარდაქმნების შესწავლის შედეგად გამოვლინდა რომ ზოგიერთი ამინომჟავების კონცენტრაცია მკვეთრად შემცირდა (არგინინი, გლიცინი, თიროზინი, ფენილალანინი, ჰისტიდინი, ალფა - ალანინი და სერინი), ხოლო სხვა ამინომჟავების კონცენტარცია კი პირიქით, მვეთრი ზრდისკენ იყო მიდრეკილი (ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა, ლეიცინი, მეთიონინი, იზოლეიცინი და ტრიფტოფანი) **(Davis et al., 1986)**. მიუხედავად იმისა, რომ მცირე ინფორმაცია არსებობს ღვინის რძემჟავა ბაქტერიაში პროტეაზების არსებობის შესახებ, ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლინდა, ამინომჟავების მაღალი კონცენტრაცია ბაქტერიების ზრდის პროცესის დასასრულს, ხოლო ბაქტერიების ზრდის პროცესის დასაწყისში დაფიქსირდა საპირისპირო შედეგი. აღსანიშნავია, რომ ღვინის ამინომჟავების მთლიან შემადგენლობაზე ვაშლ - რძემჟავური დუღილის გავლენის შესწავლას ნაკლები ყურადღება ეთმობოდა **(Soufleros et al., 1998).** შესაბამისად, ვაშლ - რძემჟავური დუღილის პროცესში მონაწილე რძემჟავა ბაქტერიის შტამის ეფექტის შესახებ ღვინის აზოტოვან ფრაქციაზე ზეგავლენის თვალსაზრისით, ჯერ კიდევ მწირი ინფორმაცია არსებობს **(M. Victoria Moreno-Arribas and M. Carmen Polo, 2009).**

პოზო - ბაიონმა და მისმა კოლეგემბა **(Pozo-Bay´on et al., 2005)** შეისწავლეს, *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum* - ის ოთხი სხვადასხვა სტარტერი კულტურებით

მიმდინარე ვაშლ - რძემჟავური დუღილის პროცესში თვისუფალი ამინომჟავების ევოლუცია. კვლევის შედეგებმა ცხადყო, მეთიონინის გარდაქმნის მნიშვნელოვანი განსხვავება *O. Oeni - ის* და *L. plantarum* - ით ღვინომასალებში მიმდინარე ვაშლმჟავა - რძემჟავური დუღილისას მეთიონინის მსგავსად, მნიშვნელოვანი განსხვავება დაფიქსირდა ტრიფტოფანის და თიროზინის შემთხევაში. კერძოდ, *L. plantarum* – ის ბაქტერიებმა გამოიჩინეს, აღნიშნული ამინომჟავების გარდაქმნის უნარი, ხოლო *O. Oeni* - ის ბაქტერიებს მსგავსი უნარი არ აღმოაჩნდათ. ზემოხსენებული ავტორების მიერ ღვინოებში არსებული 21 ამინომჟავიდან 7 ამინომჟავის (გლუტამინი, გლიცინი, ბეტა - ალანინი, ალფა - ალანინი, გამა -ამინოერბომჟავა, ვალინი, ლიზინი) განსაზღვრის შედეგად, დაფიქსირდა მნიშვნელოვანი განსხვავება ბაქტერიულ შტამებზე დამოკიდებულებით.

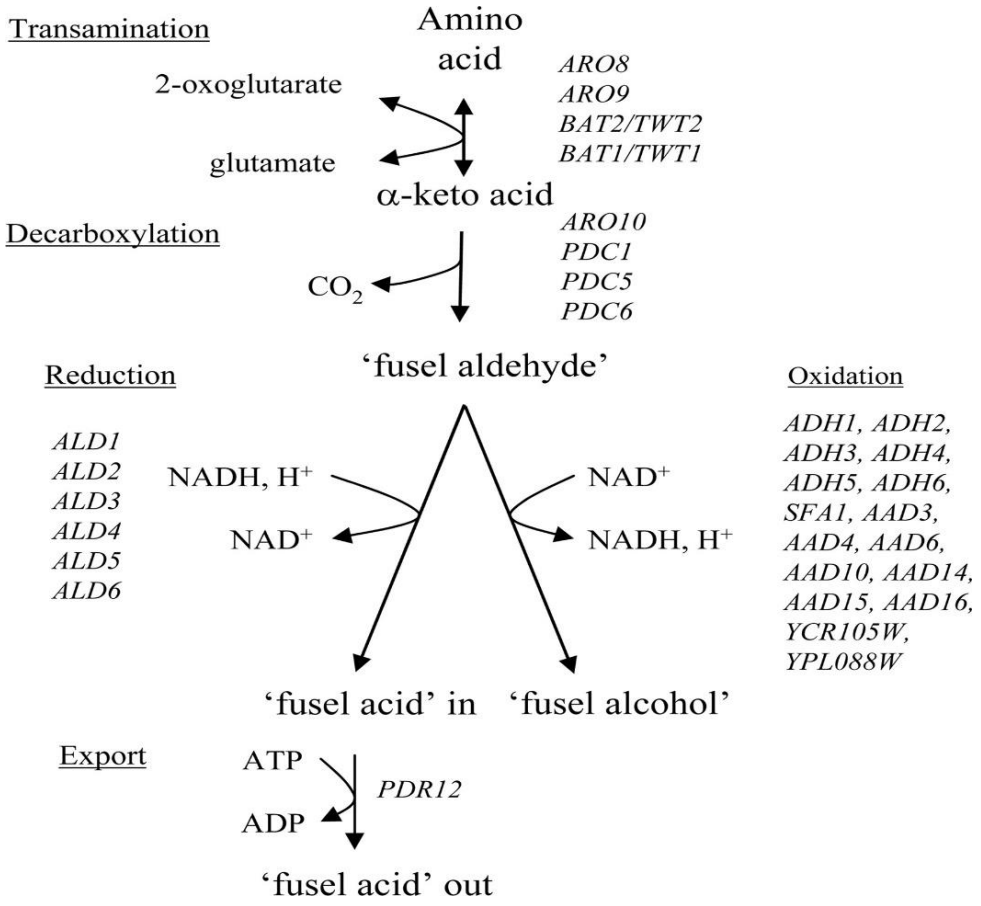
მეორეს მხრივ, არსებობს სხვა ავტორების მიერ ჩატარებული კვლევები, რომლებიც ფოკუსირებული იყო *O. Oeni* - ის ბაქტერიების ზრდისათვის საჭირო ამინომჟავებზე და სხვადასხვა ბაქტერიის ზრდის გარემოში წარმართულ ვაშლ-რძემჟავურ დუღილზე, **(Tracey and Britz, 1989).** რამირესმა და მისმა თანამოაზრეებმა **(Remize et al., 2006)** *Oenococcus oeni* - ის სახეობის ბაქტერიის ხუთი განსხვავებული შტამის გამრავლებისთვის დაადგინეს შესაბამისი ამინომჟავები: გლუტამინის მჟავა, მეთიონინი, ფენილალანინი, სერინი და თიროზინი. ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ამინომჟავები - ვალინი, ლეიცინი, ტრიფტოფანი, იზოლეიცინი, ჰისტიდინი და არგინინი შესწავლილი შტამებისათვის წარმოადგენდნენ შეუცვლელ ანუ აუცილებელ ამინომჟავებს, ხოლო ალანინი, გლიცინი და პროლინი ამ კატეგორიას არ მიეკუთვნებიან. საინტერესო სამეცნიერო კვლევებია ჩატარებული ფერნანდესის და მანცას **(Fern´andez and Manca de Nadra, 2006)** მიერ, რძემჟავა ბაქტერიების მოქმედების შედეგად ამინომჟავების ცვლილებებთან დაკავშირებით. მათ მოახდინეს იმ ამინომჟავების იდენტიფიკაცია, რომლებსაც ძირითადად მოიხმარს Pediococcus pentosaceus - ის შტამი. ესენია: გლუტამინის მჟავა, არგინინი, ფენილალანინი, გლიცინი, ჰისტიდინი, იზოლეიცინი, მეთიონინი, სერინი, ტიროზინი, თრეონინი, ტრიფტოფანი. O. Oeni - ის ბაქტერიის ზრდის პროცესის დასასრულს დაფიქსირდა შემდეგი ამინომჟავები: ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის

მჟავა, ალანინი, არგინინი, გლიცინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ლიზინი, სერინი, თრეონინი, ვალინი. აღნიშნული ორი შტამის ერთად გაზრდის პირობებში, ცალკე აღებული წმინდა O.Oeni-ის შტამთან შედარებით, დადგინდა ისეთი ამინომჟავების კონცენტრაციის ზრდა, როგორიცაა: გლუტამინმჟავა, ალანინი, ასპარაგინი, ფენილალანინი, ჰისტიდინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, სერინი, ტიროზინი და ვალინი. აღნიშნული შედეგები მიუთითებს ექსპერიმენტში გამოყენებული ორი ბაქტერიული შტამის ნარევი სისტემის პროტეოლიტურ სტიმულირებაზე, რის შედეგადაც ამინომჟავების წარმოქმნა აქტიურდება **(M.Victoria Moreno-Arribas and M. Carmen Polo., 2009).**

2.5 ღვინის უმაღლესი სპირტების წარმოქმნა - ერლიხის მეტაბოლური გზა

ალკოჰოლური სასმელების წარმოებაში *Saccharomyces cerevisiae* -ს სახეობის საფუარს მინიმუმ რვა ათასწლეულის განმავლობაში იყენებდნენ **(McGovern, P.E, et. all., 2004)**. ალკოჰოლური დუღილის პროცესში აღნიშნული საფუარის შტამები ეთანოლის და ნახშირორჟანგის გარდა, წარმოქმნიან მრავალ დაბალმოლეკულურ არომატულ ნაერთებს - მეორად მეტაბოლიტებს, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ პროდუქტის ხარისხს. ასეთ ნაერთებს წამოადგენენ: სპირტები, ალდეჰიდები, ორგანული მჟავები, ეთერები, და სხვ. კარბონილური ნაერთები **(Lucie A. Hazelwood, et. Al., 2008).** ფერმენტირებულ საკვებსა და სასმელებში, აღნიშნული ნაერთების ნაზ ბალანსს, სპეციფიკური პროდუქტებისა და ბრენდებისათვის ხშირად იყენებენ, როგორც ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებელს **(Meilgaard, M. C. 1975)**. საფუარების და რძემჟავა ბაქტერიების მიერ წარმართული დუღილის პროცესებს თან ახლავს ალიფატური და არომატული უმაღლესი სპირტების წარმოქმნა, რომლებიც ცნობილია რახის ზეთების სახელწოდებით. რახის ზეთის სხელწოდების წარმოშობა დაკავშირებულია გერმანულ სიტყვა "Fusel" (bad liquor) - თან, რომელიც თავის მხრივ ცუდ - არასასიამოვნო სითხეს ნიშნავს. რახის ზეთებით - რახის სპირტებით მდიდარია უმაღლესი სპირტები. საკვებ და სასმელ პროდუქტებში რახის ზეთების მაღალი კონცენტრაცია წარმოშობს უარყოფით, არასასიამოვნო არომატებს. მათი დაბალი კონცენტრაცია ეთერებთან ერთად, მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს ალკოჰოლური დუღილის პროდუქტების არომატს **(Lucie A. Hazelwood, et. Al., 2008).**

რახის სპირტები მიიღება ამინომჟავების კატაბოლიზმით, რომლის მეტაბოლური გზები გასულ საუკუნეში, პირველად წარმოაჩინა გერმანელმა ბიოქიმიკოსმა ფელიქს ერლიხმა **(Ehrlich, F. 1907)**. თავისუფალი ამინომჟავები ყურძნის ტკბილსა და წვენში წარმოადგენენ ძირითად აზოტოვან წყაროს, რომლებსაც საფუარი საკვებად იყენებს და თანმიმდევრულად მოიხმარს **(Henschke, P. A., and V. Jiranek, 1993; Jones, M., and J. S. Pierce., 1964)**. ამინომჟავები, რომლებიც გარდაიქმნებიან ერლიხის მეტაბოლური გზით (ვალინი, ლეიცინი, იზოლეიცინი, მეთიონინი, ფენილალანინი) ალკოჰოლური დუღილის განმავლობაში ეტაპობრივად შთაინთქმევა **(Jones, M., and J. S. Pierce., 1964)**. საწყისი ტრანსამინირების (გადაამინირება) რეაქციის შედეგად მიღებული α-კეტომჟავა მთავარ ნახშირბადულ მეტაბოლიზმში ვერ გადამისამართდება. სანამ α-კეტომჟავები საკვებ გარემოში გამოიყოფიან, საფუარების უჯრედები ერლიხის სქემის მიხედვით, მათ გარდაქმნიან რახის ზეთებად ან მჟავებად **(Lucie A. Hazelwood, et. Al., 2008)**. დღევანდელი ინტერესი ერლიხის მეტაბოლური გზის მიმართ, გამოწვეულია იზოამილის სპირტის და 2-ფენილეთანოლის მიმართ გაზრდილი ინტერესის მოთხოვნით. აღნიშნული ნაერთები წარმოიქმნება ამინომჟავების გარდაქმნით, საფუარზე დაფუძნებული ბიოკონვერსიის პროცესებში **(Etschmann, M. M, et. al., 2002)**. თავისუფალი ამინომჟავებიდან უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის მეტაბოლური გზა - ერლიხის სქემა, დღეისათვის ამ სახით არის წარმოდგენილი.



სქემა #1. ერლიხის მეტაბოლური გზა რახის სპირტების მისაღებად:

მე-20 საუკუნის დასაწყისისთვის, სხვადასხვა მეცნიერის მოღვაწეობის შედეგად, მრავალი ბიოქიმიური პრინციპი იყო ჩამოყალიბებული (Lucie A. Hazelwood,[1,2] et. Al 2008). 1877 წელს ფონ ევალდმა და კოუნმა წარმოადგინეს ფერმენტების ცნება **(von Ewald, A., and W. Ku¨hne, 1877).** ხოლო 1893 წელს ოსვალდმა დაამტკიცა, რომ ფერმენტები წარმოადგენენ კატალიზატორებს **(Ostwald, W, 1892, I; Ostwald, W. 1892, 2).** მომდევნო 1894 წელს, ფიშერმა **(Fischer, E. 1894)** წარმოადგინა ფერმენტების სპეციფიკური მოქმედების, ცნობილი, როგორც „საკეტი და გასაღები“ (lock-and-key) თეორია. საფუარის უჯრედის ექსტრაქტში ალკოჰოლური დუღილის მიმდინარეობა აღწერილია ბუკნერის მიერ 1897 წელს (Bu¨chner, E. 1897). 1902 წელს ფიშერმა და ჰოფმეისტერმა დაადგინეს რომ ცილები წარმოადგენენ პოლიპეპტიდებს. ზემოხსენებული სამეცნიერო მიღწევები საფუძველი გახდა ქიმიასა და ბიოქიმიაში შემდგომი სამეცნიერო განვითარების, რომელ სფეროშიც მოღვაწეობდა გერმანელი

ბიოქიმიკოსი ფელიქს ერლიხი (1877 - 1942). 1904 წელს იზოლეიცინის გამოყოფის და დახასიათების შემდგომ, ერლიხმა, აღნიშნულ ამინომჟავასა და აქტიური ამილის სპირტს შორის, ასევე ლეიცინსა და იზოამილის სპირტს შორის აღნიშნა, შესამაბისი სტრუქტურული მსგავსებები. აღნიშნული დაკვირვებების შედეგად, ერლიხმა გამოიკვლია და დაადგინა რომ ზემოხსენებული უმაღლესი სპირტები ნაწარმოებია ამინომჟავების მიერ. აღსანიშნავია, რომ ალკოჰოლური დუღილის პროცესში ლეიცინის ან იზოლეიცინის დამატებამ გამოიწვია უმაღლესი სპირტების (რახის ზეთები) კონცენტრაციის მომატება. ერლიხის მოსაზრებით, ამინომჟავების გახლეჩა/დაშლა წარმოებს „ჰიდტრატული“ ფერმენტების აქტივობით, რაც განაპირობებს, ნახშირორჟანგთან და ამიაკთან ერთად, შესაბამისი უმაღლესი სპირტების წარმოქმნას. ჩატარებულ ექსპერიმენტში ამიაკის აღმოჩენა ვერ მოხერხდა, შესაბამისად ნავარაუდევი იყო რომ იგი, საფუარის ცილაში იყო კომბინირებული/გაერთიანებული. 1911 წელს, ნოიბაუერმა და ფრომჰერცმა **(Neubauer, O., and K. Fromherz. 1911).** მოდიფიკაცია გაუკეთეს ერლიხის სქემას, რომელიც დღესდღეობითაც პოპულარულ და აქტუალურ სქემას წარმოადგენს მსოფლიოს მრავალი მეცნიერისათვის. აღნიშნულ მეტაბოლურ სქემაში, პირველ შუალედურ პროდუქტად, მათ წარმოადგინეს ალფა - კეტომჟავა, რომელიც დეკარბოქსილირდება შესაბამის ალდეჰიდად, ეს უკანასკნელი კი შემდგომში გარდაიქმნება (შემცირდება უმაღლესი სპირტის ფორმამდე) უმაღლეს სპირტად. საწყისი ამინომჟავადან ამინოჯგუფის აქცეპტორი ცნობილი არ იყო და არცერთი მათგანი არ ყოფილა ინდივიდუალური ფერმენტული კატალიზის საფეხურების ზუსტი ბუნების. შემდგომში, ლამპიტის **(Lampitt, L. H. 1919).** იამადას (Yamada, M. 1932, I; Yamada, M. 1932, 2I) და თორნის (Thorne, R. S. W. 1937; Thorne, R. S. W. 1941) მიერ, ჩატარებული კვლევების მიხედვით, დასტურდება, რომ ყველა უმაღლესი სპირტი წარმოებული საფუარის მიერ, მიიღება ამინომჟავების კატაბოლიზმით. ნეიბაუერის და ფრომჰერცის (1911) მიხედვით, ჟანგვითი დეზამინირების პირველ შუალედურ პროდუქტს წარმოადგენს კეტომჟავა, რომლის დეკარბოქსილირების შედეგად წარმოიქმნება ნახშირბადის დიოქსიდი და ალდეჰიდი. ეს უკანასკნელი კი აღდგება სპირტად. ალიფატური ამინომჟავებისგან წარმოქმნილ უმაღლეს სპირტებს გააჩნიათ ორზე მეტი ნახშიბადის ატომი და ასევე შეიცავენ განშტოებული ჯაჭვის მქონე იზომერულ

სპირტებს, როგორებიცაა: 2-მეთილპროპანოლი (იზობუთანოლი), 2-მეთილბუთანოლი და 3-მეთილბუთანოლი (იზოამილის სპირტები). არომატული ამინომჟავებიდან წარმოიქმნება შესაბამისი არომატული სპირტები: 2-ფენილეთანოლი, ტიროზოლი და ტრიფტოფოლი. ღვინის უმაღლესი სპირტები აერთიანებს ა) სპირტებს გაშლილი ნახშირბადოვანი ჯაჭვით, რომლებიც ცნობილია რახის ზეთების - რახის სპირტების სახელწოდებით; ბ) არომატულ სპირტებს. უმაღლესი სპირტების ძირითადი ნაწილი წარმოიქმნება ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილის პროცესში თავისუფალი ამინომჟავებიდან და გარკვეული ნაწილი შაქრებიდან. Sacharomyces cerevisea - ს სახეობის ღვინის საფუარები ყურძნის ამინომჟავებს იყენებს აზოტოვანი საკვების სახით და ზოგიერთის ასიმილირების შედეგად წარმოიქმნება უმაღლესი სპირტები. ღვინის უმაღლესი სპირტებიდან რახის სპირტებს წარმოადგენენ ნ-პროპანოლი, იზოპროპანოლი, ნ-ბუთანოლი, იზობუთანოლი, პენტანოლი-ამილოლი, იზოამილის სპირტები: 2 - მეთილბუთანოლი და 3-მეთილბუთანოლი, ჰექსანოლი, ჰეპტანოლი. არომატული სპირტები წარმოპდგენილია 2-ფენილეთანოლის, თიროზოლის და ტრიფტოფოლის სახით. რახის სპირტების მაღალი კონცენტრაცია უარყოფით გავლენას ახდენს ღვინის არომატზე, ვინაიდან ყვავილოვანი და ხილის ნაზი არომატის და ბუკეტის დახშობის გამო, ღვინოში დომინირებს ზემოაღნიშნული სპირტების მძაფრი, არასასიამოვნო გემო და არომატი. ზოგიერთი მკვლევარის მონაცემებით, ვერ დადგინდა პროპორციული კავშირი ამინომჟავის და წარმომქმნელი რახის სპირტის რაოდენობებს შორის (Vilanova et al. 2015). ეს კვლევები ჩატარდა ალკოჰოლურ დუღილში დიამონიუმის ფოსფატის -აზოტოვანი საკვების დამატებით.

მკვლევართა მიერ (P. Marullo et al. 2022) დადასტურებულია, რომ რახის სპირტების ზღვრული კონცენტრაციის ფარგლებში არსებობა ღვინოში პოზიტიური ფაქტორია ღვინის არომატებისათვის. ამავდროულად ისინი აქვეყნებენ მონაცემებს, როგორც რახის ზეთების დესკრიპტორების, ასევე მათი ზღვრული კონცენტრაციის შესახებ. ავტორები დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ საფუარების შერჩევას ღვინის არომატის მოდელირების საკითხში.

ცხრილი. #1 ღვინის ძირითადი უმაღლესი სპირტები მათი შესაბამისი ალფა-კეტომჟავებით და თავისუფალი ამინომჟავებით.

#	უმაღლესი სპირტები	არომატული დესკრიპტორი აღქმის ზღვარი	კონცენტაცია ღვინოში მგ/ლ	წინამორბედი ამინომჟავა	შესაბამისი ალფა-კეტომჟავა
1	იზოამილის სპირტი (3-მეთილ-ბუთანოლი)	მკვეთრი ბალზამის (30მგ/ლ)	80 - 300	ვალინი	ალფა-კეტოიზოვალერიანის
2	აქტიური ამილის (2-მეთილბუთანოლი)	შემწვარი ხახვის (30მგ/ლ)	30 - 100	ლეიცინი	ალფა-კეტოიზოკაპროატი
3	იზობუთანოლი (2-მეთილ-პროპანოლი)	მწვანე, ნედლი ტონები (40მგ/ლ)	50 - 150	იზოლეიცინი	3-მეთილ-2-ოქსიბუთანოატი
4	მეთიონოლი (3 – მეთილთიოპროპანოლი)	მოხარშული კომბოსტო(1,2 მგ/ლ)	0 - 5	მეთიონინი	4-მეთილთიო-2-ოქსიბუთანოატი
5	2 - ფენილეთანოლი	ვარდის (10მგ/ლ)	10 - 100	ფენილ ალანინი	ფენილპირუვატი

უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის საკითხის აქტუალურობის გამო მრავალრიცხოვანი კვლევებია ჩატარებული S.Cerevisea-ს მიერ, ალკოჰოლურ დუღილში მეორადი მეტაბოლიტების შესწავლის მიზნით ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება რთული ეთერები, მქროლავი ცხიმოვანი მჟავები, უმაღლესი სპირტები და მქროლავი გოგირდოვანი ნაერთები, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ ღვინის, ლუდის და სხვ. დუღილის პროდუქტების არომატზე და გემოზე (Vilanova M. et al., 2013; Holt S. et al., 2019; Kitagaki H.et al., 2013). ალკოჰოლურ დუღილში თავისუფალი ამინომჟავებიდან უმაღლესი სპირტების წარმოქმნა მიმდინარეობს ცნობილი ერლიხის სქემის მიხედვით, რომელიც შედგება შემდეგი მნიშვნელოვანი და თანმიმდევრული გარდაქმნის ეტაპებისგან: დეზამინირების (შესაბამისი (ალფა - კეტომჟავის წარმოქმნით), დეკარბოქსილირების შესაბამისი ალდეჰიდის წარმოქმნით) და აღდგენის (უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის) ეტაპებისაგან (Hazelwood L. et.al, 2008). რახის სპირტების წინამორბედ

თავისუფალ ამინომჟავებს წარმოადგენს: ალიფატური ამინომჟავები - ლეიცინი, ვალინი, იზოლეიცინი, არომატული სპირტებისთვის კი, არომატული ამინომჟავები - ფენილალანინი, ტიროზინი, ტრიფტოფანი. გოგირდშემცველი მეთიონინისგან მიიღება შესაბამისი სპირტი - მეთიონოლი.

უმაღლესი სპირტები წარმოქმნიან რთულ ეთერებს - აცეტატებს, რომლებიც ღვინოს ანიჭებენ ხილის და ყვავილოვან არომატს (Fereira V. et. Al, 1995) მაგ: 2-ფენილეთანოლი (ვარდის სურნელით) და 3-მეთილბუთანოლი (იზოამილოლი, რომელიც მძაფრი სუნის გამო მოიხსენიება, როგორც „გამხსნელი“) წარმოქმნიან აცეტატებს: 2 - ფენილეთილაცეტატი - ვარდის, ხილის, თაფლის არომატით;

იზოამილაცეტატი - ბანანის არომატით. დადგენილია, რომ აღნიშნული არომატები უფრო მეტად დამახასიათებელია ახალგაზრდა ღვინისთვის, ხოლო დაძველებასთან ერთად სუსტდება, მათი წარმომქმნელი აცეტატების კონცენტრაციის შემცირების შედეგად (Lilly M.,et al., 2000; Waterhouse A.et al. 2016). 2 - ფენილეთანოლის და მისი აცეტატის არომატულობიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია მათი კონცენტრაციის გაზრდა თეთრ ღვინოებში ყვავილოვანი ტონების განვითარების მიზნით. ამ საკითხის გადაწყვეტა მიიღწევა აღნიშნული არომატწარმომქმნელი ნაერთების წინამორბედი ამინომჟავის ფენილალანინის მაღალი კონცენტრაციით მოდუღარ ტკბილში და შერჩეული საფუარის შტამებით. ამ სტრატეგიით არის შერჩეული S.cerevisea-ს ზოგიერთი საწარმოო შტამი.

როგორც აღვნიშნეთ 2 - ფენილეთანოლი ვარდის სურნელით ხასიათდება (Fang. Et.al., 2005) ამ უმაღლესი სპირტების გარდა სხვა უმაღლესი სპირტების წვლილი ღვინის არომატის ფორმირებაში არასასიამოვნოა. განსაკუთრებით მათი მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში (De-La-Fuente Bedno et.al. 2016) მაგ: ალიფატური უმაღლესი სპირტები 2-მეთილპროპანოლი, 3-მეთილბუთანოლი, 2-მეთილბუთანოლი არომატულ დესკრიპტორებთან ასოცირდება, როგორც „რახი“ და „გამხსნელი“. ამავდროულად მეთიონინისგან წარმოქმნილი მეთიონოლი ღვინოს ანიჭებს „მოხარშული კარტოფილის“ არომატს. მეცნიერთა მონაცემებით, მიუხედავად უმაღლესი სპირტების მაღალი კონცენტრაციით გამოწვეული ნეგატიური გავლენისა,

მათი დაბალი კონცენტრაცია გარკვეულწილად განაპირობებს ღვინის არომატს და მის ერთ - ერთ ნაწილს წარმოადგენს (Ferreira V. et al, 2010).

რაც შეეხება არომატულ უმაღლეს სპირტებს ტიროზოლს და ტრიფტოფოლს, ისინი არ განიხილება ღვინის არომატულ დესკრიპტორებად, მათ მიაკუთვნებენ გემოს განმსაზღვრელ ნივთიერებებს და მათ უკავშირებენ ღვინის, ლუდის და სხვ. დუღილის პროდუქტების სიმწარეს (Szlavko c., 1973 Saenz-NavajasM. Et. Al., 2012; Soejima H. et al., 2012).

დადგენილია ტრიფტოფოლის ურთიერთქმედება ღვინოში SO_2 - თან ტრიფტოფოლ - 2 -სულფონატის წარმოქმნით. ამ ნაერთის კონცენტრაცია იზრდება ღვინის ბოთლებში დავარგებისას. დადგინდა, მისი ნეგატიური ეფექტი ღვინის გემური მაჩვენებლების მიმართ, მისი მწარე გემოს გავლენის შედეგად (Alvares - Fernandez M. A. et. Al., 2020).

გოგირდშემცველი ამინომჟავის - მეთიონინისგან წარმოქმნილი გოგირდოვანი ნაერთების მცირე ჯგუფი - თიოლები, ხასიათდებიან თხილის არომატით (მცირე ტროპიკულის მინარევით). აღნიშნული არომატით არ ხასიათდება თიოლების ზოგიერთი წარმომადგენელი მაგ: მათი წყალბადნაერთები, რომლის წარმომადგენელია სულფიდის (H_2S - ლაყე კვერცხის სუნით, იგი ღვინის არომატზე ნეგატიურ გავლენას ახდენს. ასევე, მეთანთიოლი - კაუჩუკის არომატით; მეთიონალი - მოხარშული კარტოფილის არომატით; მეთილთიოაცეტატი - გოგირდის არომატით (Deed R. C. et.al., 2019; Perpete P. et. Al., 2006; Belda I., et. Al., 2016).

ავსტრალიელი მეცნიერების მიერ (Antonio G. Cordente et. al., 2021) გამოკვლეულია არომატული უმაღლესი სპირტები შარდონეს ღვინოში, მათი გავლენა ღვინის გემოზე და არომატზე ღვინის დავარგების პერიოდში. კონკრეტულად: შესწავლილია 2 - ფენილეთანოლის, ტიროზოლის, ტრიფტოფოლის და მეთიონოლის წარმოქმნა და რაოდენობრივი ცვალებადობა ღვინის დავარგებისას. ცნობილია, რომ უმაღლესი სპირტების ჯამური კონცენტრაცია შეადგენს 100 – 500 მგ/ლ; თეთრ ღვინოში 162 – 266 მგ/ლ და წითელ ღვინოში 140 – 417 მგ/ლ (Boulton et al. 1996). იზოამილის სპირტი (3 - მეთილბუთანოლი)-შეადგენს მთელი სპირტების 50%-ზე მეტს და მისი კონცენტრაცია მერყეობს 90 – 292 მგ/ლ.

2 - მეთილბუთანოლი (აქტიური ამილის სპირტი). ავტორთა მიერ, დადგენილია რომ იზოამილოლის, აქტიური ამილოლის, იზობუთანოლის და იზოპროპანოლის სპირტების რაოდენობა, რომლებიც წარმოიქმნება ყურძნის წვენის ალკოჰოლურ დუღილში, მნიშვნელოვნად იცვლება ღვინის საფუარებზე დამოკიდებულებით. ცდაში გამოყენებული იყო 11 ღვინის და 1 ლუდის საფუარი (ყველა Saccharomyces - ის რასების) და ასევე საფუარის სოკოები. როდესაც დუღილის ტემპერატურა გაიზარდა 15 ° - დან 25 ° - მდე, მაშინ 24 % - ით გაიზარდა იზოამილის + ამილის რაოდენობა, 39% - ით იზობუთანოლის და 17% - ით შემცირდა ნ - პროპანოლი.

როდესაც pH გაზარდეს 3,0 - დან 4,2 - მდე, ე.ი დაბალი მჟავიანობის პირობებში, 28% - ით გაიზარდა იზოამილი + ამილი, 85% - ით იზობუთანოლი და 11% - ით გაიზარდა ნ - პროპანოლი.

გემოზე მოქმედი ზღვრული კონცენტრაცია ამავე ავტორების მონაცემებით იზოამილისთვის დისტილირებულ წყალში-4 მგ/ლ (Rankine B.C., 2006), იგივე სტატიიდან ცხადია, რომ 4 ჯიშის ყურძნის წვენის დუღილისას ნ - პროპანოლი მერყეობდა 13 - დან 106 მგ/ლ - მდე - საფუარების მიხედვით, იზობუთანოლი 9 – 37 მგ/ლ; და 115 -262 მგ/ლ - იზოამილოლი + ამილიოლი; რაპისა და ვერსინის **(Rapp and Versini, 1996)** კვლევების მიხედვით, ღვინოში უმაღლესი სპირტების 300 მგ/ლ-ზე ნაკლები კონცენტრაცია, ღვინოს ანიჭებს სასურველ კომპლექსურობას, ხოლო მათი, 300 მგ/ლ-ზე მეტი კონცენტრაცია ღვინისათვის სერიოზული ზიანის მომტანია. როგორც წესი, 2-ფენილეთანოლი (ვარდის სურნელით) ღვინის არომატზე პოზიტიურად მოქმედებს **(Swiegers et al., 2005).**

ღვინის არომატზე დადებითად თუ უარყოფითად მოქმედი რახის სპირტების კონცენტრაცია სავარაუდოდ დამოკიდებულია, ღვინის სტილსა და მის არომატულ ინტენსივობაზე. ღვინის მქროლავი არომატული ნაერთების შემადგენლობის კორელაცია, თეთრი ღვინის ფორმალური აღწერითი სენსორული ანალიზების შედეგად მიღებულ მონაცემებთან, ცხადყობს რომ 2-მეთილ პროპანოლი, 2-მეთილბუთანოლი და 3-მეთილბუთანოლის კონცენტრაცია შარდონეს ღვინოების არომატულ პროფილზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს, განსხვავებით რისლინგის

ღვინოებისა, რომელშიც აღმოჩნდა, რომ არცერთი განსაზღვრული უმაღლესი სპირტი, ღვინის არომატულ პროფილზე მნიშვნელოვან როლს არ თამაშობდა **(Smyth et al., 2005).** ნიშანდებული ატომების შემცველ ამინომჟავებზე ჩატარებული კვლევები ცხადყობს, რომ უმაღლესი სპირტების დიდი წილი, სინთეზირებულია გლიკოლიზის შედეგად მიღებული და ამინომჟავების ბიოსინთეზისათვის განკუთვნილი ალფა - კეტომჟავებისგან **(A¨yra¨pa¨a¨ 1971; Chen, 1978).**

რახის სპირტებისთვის შესაბამის, სტრუქტურულად დაკავშირებულ ამინომჟავებს წარმოადგენენ: ლეიცინი > 2- მეთილბუთანოლი, იზოლეიცინი >3-მეთილბუთანოლი. არომატული სპირტების მწარმოებელი ამინომჟავებია: ფენილალანინი >2-ფენილეთანოლი, ტიროზინი > ტიროზოლი და ტრიფტოფანი > ტრიფტოფოლი. განშტოებული ნახშირბადოვანი ჯაჭვის მქონე ამინომჟავების შთანთქმა, ხორციელდება რამოდენიმე სატრანსპორტო ცილის მეშვეობით, როგორიცაა: განშტოებული ჯაჭვის მქონე ამინომჟავას ცილა - გადამტანი პერმეაზა Bap2p და Bap3p, და ზოგადი/საერთო ამინომჟავების პერმეაზა. არომატული ამინომჟავების ტრანსპორტირებას კი აწარმოებენ შესაბამისი პერმეაზები: Tat1p და Tat2p, ასევე Gap1p და Bap2p. მეთიონინის სატრანსპორტო ცილებს კი წარმოადგენენ, Mup1p, Mup3p და Gap1 **(Regenberg et al., 1999).**

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ერლიხის მეტაბოლური გზის პირველ საფეხურს წარმოადგენს, ტრანსამინირების რექციის შედეგად ალფა - კეტომჟავას მიღება, რომელიც კატალიზირებულია განშტოებული ჯაჭვის მქონე (Bat1p და Bat2p) და არომატული (Aro8p and Aro9p) ამინომჟავასგან ტრანსფერაზების მეშვეობით **(Hazelwood et al. 2008).** პირუვატ - დეკარბოქსილაზები (Pdc1p, Pdc5p, Pdc6p, Aro10p) ალფა - კეტომჟავებს გარდაქმნიან შესაბამის ალდეჰიდებად, რომლებიც შემდგომში ალკოჰოლ დეჰიდროგენაზას (Adh1p - Adh6p, Sfa1p) მოქმედებით გარდაიქმნებიან სპირტებად.

ალდეჰიდ დეჰიდროგენაზების (Ald1p - Ald6p) მიერ, ალდეჰიდების კატალიზური დაჟანგვის შედეგად ფორმირდება შესაბამისი მჟავები, რომლებიც შემდგომში უჯრედს გარეთ ხვდებიან სუსტი ორგანული მჟავას, პერმეაზას მეშვეობით. *BAT1* გენის კომერციულ ღვინის საფუარში (VIN13) ზე-ექსპრესიამ გამოიწვია, 3-მეთილბუთანოლის, მისი აცეტატის ეთერის, 2 - მეთილპროპანოლის და იზობუთანის

მჟავას კონცენტრაციის მომატება, ხოლო *BAT2* გენის ზე - ექსპრესიის შედეგად, კონცენრაცია გაიზარდა 2 - მეთილპროპანოლის, იზობუთანის და პროპიონ მჟავას შემთხვევებში. *BAT2* გენის წაშლამ განაპირობა, აღნიშნული ნაერთების შემცირება. ტრანსამინაზას გენის ალტერირებული ექსპრესია შიძება მივიჩნიოთ ღვინის არომატის მოდულირების საშუალებად **(Lilly et al., 2006 ab).** ნ - პროპანოლის წარმოქმნა პირდაპირ კავშირშია აზოტის საწყის რაოდენობასა და საფუარის გამრავლებასთან. შესაბამისად, სტრუქტურულად მსგავსი ამინომჟავები, თრეონინი და ალფა - ამინოერბომჟავა მათ წარმოქმნას არ განაპირობებენ **(Rapp and Versini, 1996).** დაკვირვებების შედეგად, დაფიქსრიდა უარყოფითი კავშირი, ნ -პროპანოლის წარმოებასა და გოგირდწყალბადის ფორმირებას შორის. მეთიონოლის წარმოება დაკავშირებულია მეთიონინის კონცენტრაციასთან. როგორც წესი, ყურძნის წვენში მეთიონინის საერთო რაოდენობის სიმცირის გამო, მისი რაოდენობაც შეზღუდულია. მიჩნეულია რომ, ჰექსანოლი მიიღება საფუარის მიერ ჰექსანალის აღდგენის გზით, რომელიც თავის მხრივ წარმოიქმნება ლინოლენის (C18:2) მჟავადან **(Rib´ereau - Gayon et al., 2000).**

ალკოჰოლური დუღილის პროცესში, უმაღლესი სპირტების ფორმირებაზე მრავალი ფაქტორი მოქმედებს. მათ შორის, საფუარების სახეობა და შტამები, საწყისი შაქრიანობა, ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურა, pH და ყურძნის წვენის შემადგენლობა, ასიმილირებადი აზოტი, აერაცია, მშრალი ნივთიერების კონცენტრაცია, ყურძნის ჯიში და დუღილის პროცესში ყურძნის კანთან კონტაქტის დრო **(Fleet and Heard, 1993; Houtman and Du Plessis, 1981; Houtman et al., 1980).** საფუარის შტამები მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენენ, ღვინოში უმაღლესი სპირტების შემცველობაზე. Saccharomyces - სახეობის შტამებს შორის დიდი განსხვავება აღინიშნება. მაგალითად, როგორც წესი Saccharomyces cerevisiae შედარებით, დაბალი ტემპერატურის მიმართ მდგრადი *Saccharomyces bayanus/uvarum* შტამებისა, წარმოქმნიან უმაღლესი სპირტების ნაკლებ კონცენტრაციას **(Antonelli et al.1999; Massoutier et al., 1998).** ცნობილია რომ არა - Saccharomyces - ის სახეობის საფუარები უმაღლეს სპირტებს უფრო ნაკლები კონცენტრაციით აწარმოებენ, ვიდრე Saccharomyces cerevisiae სახეობის შტამები. თუმცა, რგორც წესი, ალკოჰოლური დუღილი, რომელიც წარმართულია სხვადასხვა საფუარების შტამების ნარევით,

განაპირობებს უმაღლესი სპირტების დიდი რაოდენობით წარმოქმნას **(Heard 1999).** Metschnikowia pulcherrima გამოირჩევა 2 - ფენილეთანოლის მაღალი კონცენტრაციის წარმოქმნით **(Clemente - Jimenez et al., 2004).**

ავსტრიელი მკვლევარების მიერ (Rarim Mandi et al. 2017), შესწავლილია 27 სხვადასხვა კომერციული საფუარის გავლენა თავისუფალ ამინომჟავებზე BlaufranRisch - ის ჯიშის ყურძნიდან ვარდისფერი ღვინის დამზადებისას მიმდინარე ალკოჰოლურ დუღილში. ექსპერიმენტით გამოვლენილია მნიშვნელოვანი განსხვავებები. კონკრეტულად შემდეგი: ალანინი ვარდისფერი ღვინის ყველა ვარიანტში დაფიქსირდა 17 – 138 მგ/ლ ინტერვალში მერყევი კონცენტრაციით. ამავდროულად დიდი რაოდენობით დაგროვდა საფუარებით „Oenoform Pino Type" და "Oenoform Rose" დადუღბულ ღვინოში. არგინინის კონცენტრაცია მერყეობდა 16 – 250 მგ/ლ ინტერვალში და ყველაზე მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა საფუარით „Filtraferm C Fresh" დადუღებულ ვარდისფერ ღვინოში.

ასპარაგინი წარმოადგენდა კარგ აზოტოვან წყაროს საფუარებისთვის მისი აასიმილაციის მიზნით. იგი ვარდისფერ ღვინოში აღმოჩნდა 9 - 27 მგ/ლ ფარგლებში. ამასთანავე მცირე რაოდენობით დაგროვდა საფუარით „Uvaferm WAM" და მაღალი კონცენტრაციით კი, საფუარით „Fermicru Rose" დამზადებულ ვარდისფერ ღვინოებში.

ასპარაგინის მჟავა ვარდისფერ ღვინის ნიმუშებში აღმოჩნდა 4,5-14 მგ/ლ რაოდენობით. იგი კარგი აზოტოვანი წყაროა საფუარების მიერ ასიმილაციისთვის. მაქსიმალური რაოდენობით დაგროვდა საფუარით "Oenoferm Pino Type" მიღებულ ვარდისფერ ღვინოში. გლუტამინი აღმოჩნდა 2,3-18,1 მგ/ლ ინტერვალში და მისი მაქსიმალური რაოდენობა დაგროვდა საფუარით „Oenoferm Pino Type". გლიცინი დაფიქსირდა 8,4 - 28,3 მგ/ლ ინტერვალში და მაქსიმალური კონცენტრაციით აღმოჩნდა საფუარით „Oenoferm Rose" დადუღებულ ვარდისფერ ღვინოში.

იზოლეიცინი ალკოჰოლურ დუღილში განიცდის საფუარების მიერ გარდაქმნას და ღვინოში გროვდება უმაღლესი სპირტები და ასევე ხილის არომატის მატარებელი 2-მეთილერბომჟავა და ანანასის არომატის მატარებელი ეთილ-2-მეთილბუტირატი.

იზოლეიცინი ვარდისფერ ღვინოში აღმოჩნდა 2,8-9,8 მგ/ლ ინტერვალში. მაქსიმალური რაოდენობით დაგროვდა საფუარით „Oenoferm Pino Type”.

ლეიცინი ღვინოში წარმოადგენს იზოამილის სპირტის, იზოამილაცეტატის, იზოვალერიანის მჟავის, ეთილ იზოვალერატის წინამორბედს. ვარდისფერ ღვინოში მისი კონცენტრაცია აღმოჩნდა 11,6 - 24 მგ/ლ ინტერვალში. მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Oenoferm Pino Type”.

ლიზინი 22,3 - 54 მგ/ლ; მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Preziso White and Fruity”

მეთიონინი 2 - 22 მგ/ლ, მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Siha Rubin Cru”.

ორნიტინი 2,5 - 38,8 მგ/ლ, მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Preziso White and Fruity”.

ფენილალანინი 7,1 - 18 მგ/ლ, წარმოადგენს ღვინოში ვარდის სურნელის მქონე 2 - ფენილეთანოლის და ყვავილის სურნელის მქონე 2 - ფენილაცეტატის წინამორბედს. მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Preziso White and Fruity”

გოგირდშემცველი ამინომჟავა სერინი დაფიქსირდა 5,9 – 31,5 მგ/ლ ინტერვალში;

ტრეონინი 12,7 – 29,6 მგ/ლ, მაღალი კონცენტრაციით დაგროვდა საფუარით „Oenoferm Pino Type”.

არომატული ამინომჟავები დაგროვდა შემდეგი რაოდენობით: ტრიფტოფანი 4,0 - 23,3 მგ/ლ; ტიროზინი 352 მგ/ლ; ვალინი, რომელიც ღვინოში წარმოადგენს იზობუთანოლის და იზობუთილაცეტატის წყაროს დაგროვდა 1,1 - 6,8 მგ/ლ; პროლინი აღმოჩნდა 920 – 1460 მგ/ლ კონცენტრაციით.

ყურძნის წვენის ასიმილირებადი აზოტის შემადგენლობა, ალკოჰოლური დუღილის პროცესში დიდ ზეგავლენას ახდენს უმაღლესი სპირტების წარმოქმნაზე. ხშირ შემთხევვაში, როდესაც ყურძნის წვენში საწყისი აზოტის კონცენტრაცია მცირეა, ხდება მისი გამდიდრება აზოტოვანი კომპონენტების დამატებით, რაც განაპირობებს უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციის მომატებას (**A¨ yra¨pa¨a¨ 1971; Carrau et al., 2008; Garde-Cerda´n and Anc´ın - Azpilicueta, 2008; Vilanova et al., 2007).** ოშიტას და თანაავტორთა **(Oshita et al., 1995),** მოსაზრებით ზემოაღნიშნულ პირობებში, ჭარბი კეტო მჟავები არასაკმარისი აზოტის გამო ვერ გარდაიქმნებიან ამინომჟავებად და

შესაბამისად, გამოიყოფიან უმაღლესი სპირტების სახით. ყურძნის წვენში საწყისი აზოტის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში კი პირიქით, უმაღლესი სპირტები ნაკლები კონცენტრაციით წარმოიქმნება, უმრავლესი კეტო მჟავების პირდაპირ, შესაბამის ამინომჟავებად გარდაქმნის გამო.

ყურძნის წვენის სიმღვრივის ხარისხი უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციის მატებას განაპირობებს, რაც დაკავშირებულია ბიომასის წარმოებასთან **(Houtman and Du Plessis, 1981; Klingshirn et al.,1987);** მშრალი ნივთიერებების მაღალი შემცველობის მქონე ყურძნის წვენის ფერმენტაცია, განაპირობებს უმაღლესი სპირტების დიდი რაოდენობით წარმოქმნას. მშრალი ნივთიერებები ასტიმულირებენ უმაღლესი სპრტების წარმოებას. აღნიშნული მოქმედების მექანიზმი ბოლომდე გარკვეული არ არის, თუმცა მიჩნეულია რომ აერაცია და დუღილის მომატებული ტემპერატურა ასტიმულირებენ საკვები ნივთიერებების (აზოტის) მოხმარებას და ზრდას, ეს ყოველივე კი ასტიმულირებს, უმაღლესი სპირტების წარმოქმნას. მოდუღარი ყურძნის ტკბილის აერაციის საშუალო ინტენსიობის პირობებში წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით უმაღლესი სპირტები, ხოლო როდესაც ნივთიერებათა ცვლის გადართვა ხდება დუღილიდან სუნთქვაზე, მათი რაოდენობა საფუარის ბიომასის ერთეულზე მცირდება (Родопуло, Чичашвили, Кавадзе, 1978). არსებობს დამოკიდებულება საფუარის ზომას, გამრავლებას, მოდუღარ სითხეში ჟანგბადის კონცენტრაციასა და წარმოქმნილი უმაღლესი სპირტების რაოდენობას შორის. საფუარის ზომის და გამრავლების შემცირებასთან ერთად, უმაღლესი სპირტების წარმოქმნაც მცირდება, ხოლო ნელი დუღილის დროს კი - იზრდება ინტენსიური დუღილის პირობებთან შედარებით (Саришвили и др. 1975); ოპტიმალური რაოდენობით წარმოიქმნება იზობუთანოლი და იზოპენტანოლი ჟანგბადის ზომიერი კონცენტრაციის დროს, ხოლო ჟანგბადის მაღალი კონცენტრაციისას უმაღლესი სპირტების რაოდენობა მცირდება. დადგენილია ტემპერატურის გავლენა უმაღლესი სპირტების წარმოქმნის პროცესზე. ოპტიმალურ ტემპერატურად ითვლება 20 - 25 ^{0}C, რაც ემთხვევა საფუარების გამრავლების ოპტიმალურ ტემპერატურას. ალკოჰოლური დუღილის დროს 8 - 20 ^{0}C ტემპერატურის პირობებში მატულობს უმაღლესი სპირტების დაგროვება და მათი რაოდენობა იზრდება 1,8 - ჯერ, ხოლო ტემპერატურის შემდგომი

მომატებით 30 ^{0}C კი - 2,6 - ჯერ, განსაკუთრებით იზოპენტანოლის ხარჯზე (Веселов, Грачева, 1972).

დადგენილია, რომ თეთრ ღვინოებში რახის სპირტების - ზეთების შემცველობა შეადგენს 24 2- 437 მგ/ლ, წითელ ღვინოებში კი, 285 - 550 მგ/ლ (Peynaud, Guimberteau , 1962). ავტორთა მონაცემებით, Кишковский და Скурихин - ის (1976) ყურძენში უმაღლესი სპირტების შემცველობა აღწევს 10 - 30 მგ/ლ, თეთრ ღვინოებში 150 - 400 მგ/ლ - მდე, წითელ ღვინოებში კი მერყეობს 300 - 600 მგ/ლ (Кишковский, Скурихин, 1976).

უახლესი სამეცნიერო კვლევები ჩატარებულია, ღვინოში უმაღლესი სპირტების, მქროლავი მჟავების და ეთერების მიმართ S. cerevisiae - ს ბუნებრივი შტამების გავლენის დასადგენად. დოლორეს პერესის და მისი თანამოაზრეების **(Dolores Perez, Mariela Assof et al., 2018)** მიერ, გამოკვლეულია არგენტინული ჯიშის ყურძნის „Torrontes Riojano wines“ ალკოჰოლური დუღილის პროცესში ტემპერატურის და ამონიუმის მარილების დამატების გავლენა ფერმენტაციის პროცესზე და მქროლავი არომატული ნაერთების შემადმგენლობაზე. ალკოჰოლური დუღილის პროცესში უმაღლესი სპირტები, როგორებიცაა: 2 - მეთილპროპანოლი, 2 -მეთილბუთანოლი, 3 - მეთილბუთანოლი, 2 - ფენილეთანოლი და პროპანოლი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ძირითადად წარმოიქმნება ამინომჟავების გარდაქმნის გზით. კერძოდ, უმაღლესი სპირტების 65 % მიიღება ამინომჟავებისგან, ხოლო 35 % შაქრების გარდაქმნით - საფუარების ცხოველქმედების შედეგად **(B.W. Zoecklein, et al., 1990).** თეთრ ღვინოებში უმაღლესი სპირტების საერთო რაოდენობა 0,2 – 1,2 გ/ლ ფარგლებში მერყეობს, ხოლო წითელ ღვინოებში 0,4 – 1,4 გ/ლ - ის ფარგლებში **(M.Cameleyre, et al., 2015).** მიჩნეულია რომ ღვინოში უმაღლესი სპირტების საერთო 300 მგ/ლ - ზე დაბალი კონცენტრაცია ღვინის არომატულ პროფილზე პოზიტიურად მოქმედებს, რასაც განაპირობებს ხილისა და ყვავილოვანი ტონების მომატება აღნიშნული კონცენტრაციის პირობებში, ხოლო უმაღლესი სპირტების საერთო 400 მგ/ლ - ზე მაღალი კონცენტრაცია ღვინოში უარყოფით შედეგებს იძლევა, რაც გამოიხატება მძაფრი და არასასიამოვნო ტონების წარმოქმნით **(M.P. Sáenz - Navajas, et al., 2015; M. Cameleyre, et al., 2015; P. Etievant and Marcel Dekker, 1991).** ყოველივე აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიჩნიოთ რომ ღვინის არომატულ პროფილზე, ღვინოში უმაღლესი სპირტების საერთო, მაღალ

კონცენტრაციას მნიშვნელოვნად უარყოფითი გავლენა გააჩნია, ხოლო უმაღლესი სპირტების რაოდენობრივი შემცირების გზით, შესაძლებელია ღვინის არომატისთვის მათი პოზიტიური ეფექტის გამოწვევა (Qing-An Zhang [a,b,*], Bo-Wen Xua[a] et al., 2020).

3.ექსპერიმენტული ნაწილი

3.1 კვლევის ობიექტები

კვლევის ობიექტებს წარმოადგენდა თეთრყურძნიანი საღვინე ვაზის ჯიშებიდან, რქაწითელი, ქისი, კახური მწვანე კლასიკური და ჩვენს მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიით დამზადებული ევროპული ტიპის ღვინოები. კვლევები ჩატარდა **2015-2018** წლების მოსავლიდან დამზადაებულ ღვინოებზე. გარდა ამისა **2021** წლის მოსავლის რქაწითელისგან დავამზადეთ საკვლევი ღვინოები, მათში თავისუფალი ამინომჟავების განსაზღვრის მიზნით. რქაწითელი ყოველ წელს მოკრეფილი იყო ერთი და იგივე ვენახიდან (კახეთის რეგიონი, თელავის რაიონში მდებარე ვენახიდან) კახური მწვანე ავიღეთ საგარეჯოს ვენახებიდან, ხოლო ქისი თელავის რაიონიდან.

3.2 მეთოდები

1.კლასიკური მეთოდით ევროპული ტიპის თეთრი ღვინოების დამზადაება. ტექნიკური სიმწიფის პერიოდში ავიღეთ, რქაწითელის, ქისის და კახური მწვანეს ჯიშის ყურძენი გავატარეთ კლერტსაცლელ-საჭყლეტ დანადგარში, კლერტგაცლილი დურდო გადავიტანეთ საწნეხში და მივიღეთ თვითნადენი ფრაქცია და ნაქაჩი ორი ფრაქცია - თვითნადენ ფრაქციას დავუმატეთ პირველი (მსუბუქად ნაქაჩი) ფრაქცია, დაწმენდის მიზნით დავაყოვნეთ შესაბამის ტემპერატურაზე ერთი დღე-ღამის განმავლობაში. თვითდაწმენდილი ტკბილი გადავიტანეთ სადუღარ მინის ჭურჭელში (ბოცებში) და დავადუღეთ მშრალ კონდიციამდე ბუნებრივი მიკროფლორით. დადუღებული ღვინომასალა გადავსებულ ჭურჭელში დავაყოვნეთ თვითდაწმენდის მიზნით. თვითდაწმენდილი ღვინომასალა დეკანტაციით გადავიღეთ პირველადი ლექიდან, ჩავატარეთ მისი სულფიტირება კადეფიტით, ისე რომ თავისუფალი გოგირდის რაოდენობა შეადგენდა 25 მგ/ლ. მეორედ გადაღების შემდეგ გავფილტრეთ და გამოვიყენეთ ანალიზებისთვის. (მუყაოს ფილტრში გავფილტრეთ მესამე გადაღების შემდეგ).

2. ღვინის მქროლავი არომატული კომპონენტების განსაზღვრა:

საკვლევი ღვინოების მქროლავი არომატული კომპონენტები განვსაზღვრეთ გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით (Ж.Н. Фролова, З.А. Мамакова, 1982) ამ მიზნით ღვინოებიდან გამოვწვლილეთ მქროლავი არომატული კომპონენტების ფრაქცია პენტანი-გოგირდის ეთერი (2:1) ნარევით. გამოყოფილი ფრაქცია დავამუშავეთ აღნიშნული მეთოდის მიხედვით და გაზური ქრომატოგრაფირება ჩავატარეთ აგრარული უნივერსიტეტის საგამოცდო - ლაბორატორიაში გაზურ ქრომატოგრაფზე. Pekin Elmer Clarus 500 სვეტი-Super Cowax 10 (30 mX32mmX25mm)

3. საკვლევ ღვინოებში ნარჩენი შაქრების (გლუკოზა-ფრუქტოზა) რაოდენობა განვსაზღვრეთ სითხური ქრომატოგრაფიის მეთოდით (**Method OIV-MA-AS311-03 Dosage of sugars in wine by HPLC** (Resolution Oeno 526/2016). განსაზღვრა ჩვატარეთ აგრარული უნივერსიტეტის საგამოცდო ლაბორატორიაში სითხურ ქრომატოგრაფზე - "Varian", alkylamine column,5 µm, 250 x 4.6 mm; ელუენტი-აცეტონიტრილი/წყალი 80/20.

4. თავისუფალი ამინომჟავების განსაზღვრა განხორციელდა, ნიმუშების წინასწარი დამუშავებით-დერივატიზაციით და შემდგომ მაღალეფექტურ სითხურ ქრომატოგრაფზე გატარებით შემდეგი მეთოდის მიხედვით : Amino acid analysis by UPLC-UV-FL. Derivatization by AccQ. TagTM Waters method. სვეტი - The AccQ – Tag ™ Ultra C $_{18}$ Column. 2.1X100 მმ. **მეთოდის წყარო** - 2017 Waters Corporation. Produced in the U.S.A July 2017. Rev B 720004898 ENIH - PDF.

5. საკვლევი ღვინომასალები დავამზადეთ სხვადასხვა ვარიანტების მიხედვით: ყურძნის ტკბილის ბუნებრივი მიკროფლორით დადუღებით, მშრალი საფუარის B 2000 - ის, კულტურული შტამების Saccharomyces vini Kakhuri 42 da Rkatsiteli 61 - ის გამოყენებით.

6. ღვინის საფუარების დამატებით აზოტოვან საკვებად, ალკოჰოლური დუღილის აქტივატორად გამოვიყენეთ დიამონიუმის ჰიდროფოსფატი (DAP) - საკონტროლო/ შესადარებელი ვარიანტი და აზოტის ალტერნატიული წყარო (ANS) - ექსპერიმენტულ ვარიანტებში.

7.დამზადებული ღვინოების კონდიციური მაჩვენებლები -ტიტრული მჟავიანობა, მქროლავი მჟავიანობა, სპირტშემცველობა, გოგირდის რაოდენობა და ექსტრაქტულობა განვსაზღვრეთ მეღვინეობაში გამოყენებული მეთოდებით.

3.3 ANS - ის კონცენტრაციის გავლენა რახის სპირტების რაოდენობაზე რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოში

ექსპერიმენტის მიზანს წარმოადგენდა ANS - ის, როგორც საფუარების აზოტოვანი საკვები წყაროს ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენა რქაწითელის ყურძნის ტკბილის ბუნებრივი მიკროფლორით ალკოჰოლური დუღილის პროცესში. ამავდროულად განგვესაზღვრა მისი პოტენციური გამოყენების შესაძებლობა წარმოებაში გამოყენებულ საფუარების აზოტოვან საკვებთან - DAP - თან შედარებით. იმისათვის რომ გამოგვევლინა ANS - ის, როგორც აზოტოვანი საკვების სრულფასოვნება ყურძნის ტკბილის მშრალ კონდიციამდე დადუღების მიზნით, ამისთვის ექსპერიმენტი ჩავატარეთ მაღალი შაქარშემცველობის - 25% - იან რქაწითელის ტკბილის გამოყენებით. აღნიშნული ამოცანის გადასაწყვეტად ექსპერიმენტი განვახორციელეთ შემდეგ პირობებში. ავიღეთ საცდელი ვარიანტები ცხრილი. 2.2.1 - ის მიხედვით და ალკოჰოლური დუღილი ჩავატარეთ ბუნებრივი მიკროფლორის გამოყენებით. საკონტროლო ვარიანტათ შევარჩიეთ ღვინი წარმოებაში გამოყენებული საფუარების აზოტოვანი საკვები DAP 200მგ/ლ კონცენტრაციით, ხოლო ANS ავიღეთ 100-200-300 მგ/ლ კონცენტრაციით.

ცხრილი 2.2.1 რქაწითელიდან ANS - ის და DAP - ის გამოყენებით ევოპული ტიპის ღვინის დასამზადებელი ვარიანტები

I	საკონტროლო - რქაწითელის თვითნადენი ტკბილი + DAP 200 მგ/ლ
II	რქაწითელის თვითნადენი ტკბილი + ANS 200 მგ/ლ
III	რქაწითელის თვითნადენი ტკბილი + 300 მგ/ლ
IV	რქაწითელის თვითნადენი ტკბილი + ANS 100 მგ/ლ

ალკოჰოლური დუღილი წარვმართეთ 22-23°C-ის პირობებში მინის ჭურჭელში.

ავიღეთ რქაწითელის ჯიშის ყურძენი (თელავის რაიონი), რომლის შაქარშემცველობა შადგენდა 25%-ს, გავატარეთ კლერტსაცლელში კლერტგაცლილი დურდო გადავიტანეთ საწნეხში და მივიღეთ ყურძნის ტკბილის თვითნადენი და I ნაწნეხი ფრაქციები. მიღებული ფრაქციები გავაერთიანეთ, გადავიტანეთ 20 ლიტრიან მინის ბოცებში და თვითდასაწმენდად დავაყოვნეთ 24 საათის განმავლობაში 13-14°C ტემპერატურაზე. დაწმენდილი ტკბილი დეკანტაციით გადავიღეთ სადუღარ მინის ჭურჭელში ოთხი ვარიანტის მიხედვით დავამატეთ ANS - ის და DAP - ის შესაბამისი კონცენტაციები და ჩავატარეთ ალკოჰოლური დუღილი. ალკოჰოლური დუღილის დასრულების შემდეგ გადვავსეთ ჭურჭელი და დავაყოვნეთ ფორმირების მიზნით. თვითდაწმენდის შემდეგ ღვინომასალები დეკანტაციით გადავიღეთ მძიმე ლექიდან, ჩავატარეთ სულფიტაცია და დავაყოვნეთ გადავსებულ მდგომარეობაში. მეორე და მესამე გადაღების პროცესში ღვინომასალები კვლავ მოვხსენით დეკანტაციით და შევინახეთ საანალიზოთ შესაბამის ტემპერატურულ რეჟიმში. დამზადებული ევროპული ტიპის ღვინოები გავაანალიზეთ ნარჩენი შაქრების კონცენტრაციის დასადგენად. შედეგები წარმოდგენილია ცხრ.2.

ცხრილი 2.2.2. ნარჩენი შაქრების კონცენტრაცია რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოებში

ღვინის ვარიანტები	გლუკოზა, გ/ლ	ფრუქტოზა, გ/ლ	საერთო შაქარი,გ/ლ	საერთო შაქარი,%
საკონტროლო -ვარიანტი 1-(DAP)	2.2935	12.0815	14,375	1.44

ვარიანტი 2 (ANS)	2.335	10.9405	13.2755	1.33
ვარიანტი 3 (ANS)	2.9465	14.506	17.4525	1.74
ვარიანტი 4 (ANS)	2.142	6.7585	8.9005	0.89

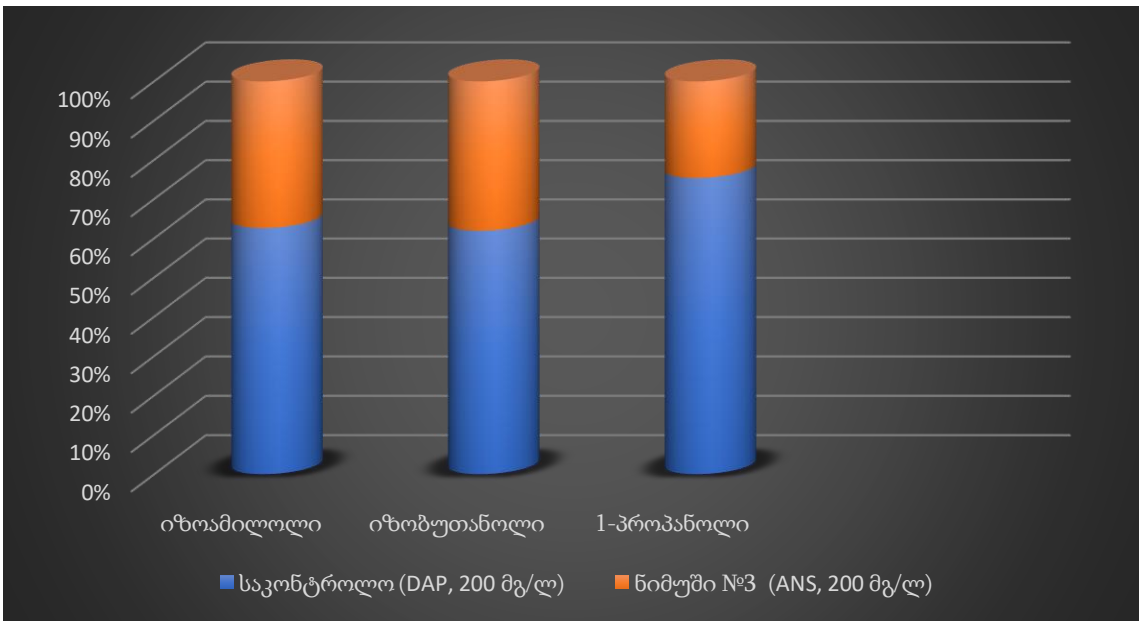
ცხრილი 2.2.3 რახის სპირტების შემცველობა ANS - ის და DAP - ის თანაობით რქაწითელიდან დამზადებულ ევროპული ტიპის ღვინოებში

ღვინის ვარიანტები	იზოამილოლი მგ/ლ	იზობუთანოლი მგ/ლ	1 - როპანოლი მგ/ლ	ჰექსანოლი, მგ/ლ
საკონტროლო - ვარიანტი 1	357,6	28,0	1.44	არ დაფიქსირდა
ვარიანტი 2	213.1	17.2	0.47	5,0
ვარიანტი 3	116,0	7.1	არ დაფიქსირდა	არ დაფიქსირდა
ვარიანტი 4	155,0	9.24	არ დაფიქსირდა	0.61

ცხრილი 2.2.4 ANS - ის და DAP - ის გამოყენებით რქაწითელიდან დამზადებული ნახევრადმშრალი ევროპული ტიპის ღვინოების ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები

დასახელება	საკონტროლო, DAP, 200 მგ/ლ	ANS, 200 მგ/ლ	ANS, 300 მგ/ლ	ANS, 100 მგ/ლ
ფერი	ღია ჩალისფერი	ღია ჩალისფერი	ღია ჩალისფერი	ღია ჩალისფერი

გამჭვირვალობა	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე
გემო და არომატი	ჯიშისთვის დამახასიათებელი დახვეწილი არომატით, ხანგრძლივი დაბალანსებული გემო ჯიშური არომატით	ხანგძლივი, დახვეწილი, ჰარმონიული, მკვეთრად გამოხატული ჯიშური არომატით	გემო დახვეწილი, შემცირებული ჯიშური არომატით და ყვავილოვანი ბუკეტით	გემო დახვეწილი,ხანგრძლივი, ჰარმონიული,დაბალანსებული ინტენსიური ჯიშური არომატით, ხილის და ყვავილოვანი ბუკეტით
სპირტშემცველობა, მოც, %	14,2	14,2	14,2	14,5
უშაქრო ექსტრაქტი, გ/ლ	19,3	19,1	19,0	19,1
ნარჩენი შაქრები, %	1,44	1,33	1,74	0,89
მქროლავი მჟავიანობა, გ/ლ	0,56	0.54	0,50	0,52
ტიტრული მჟავიანობა, გ/ლ	5,0	5,0	5,0	5,0
საერთო გოგირდი, მგ/ლ	140	140	140	140



დიაგრამა 2.2.1 ANS-ის გავლენა რახის სპირტების კონცენტრაციაზე საკვლევ ღვინოებში.

ანალიზის შედეგებმა დაადასტურა საკვლევ ღვინოებში შაქრების - გლუკოზის და ფრუქტოზის განსხვავებული კონცენტრაციები 2 ფაქტორის მიხედვით. კონკრეტულად, საფუარებისთვის განსხვავებული აზოტოვანი საკვების DAP - ის და ANS - ის მიხედვით და ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში დამატებული ANS - ის კონცენტრაციის მიხედვით. უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს რომ რქაწითელის ყურძნის ტკბილი საწყისი შაქრიანობით - 25,0 %, როგორც DAP - ის, ასევე ANS - ის თანაობით დადუღდა ნახევრადმშრალი კონდიციის ევროპული ტიპის ღვინომასალის მიღებით. DAP - ის თანაობით მიღებული ღვინომასალის შაქრიანობა შეადგენდა 1,44 %, ხოლო ANS- ის სხვადასხვა კონცენტრაციით დადუღებულ ღვინომასალებში შაქრიანობის ცვლილებამ შეადგინა 0,89%-1,33%-1,74%. ეს შეესაბამება მოდუღარ ტკბილში ANS - დამატებულ შემდეგ კონცენტრაციებს: 100 მგ/ლ - 200 მგ/ლ და 300 მგ/ლ. ღვინოებში ნარჩენი გლუკოზის და ფრუქტოზის რაოდენობებს თუ შევადარებთ, ნათლად ჩანს გლუკოზის ინტენსიური და სრულყოფილი დადუღება, როგორც DAP - ის, ასევე ANS - ის გამოყენებით. რაც შეეხება ფრუქტოზას, ცხადია მისი არასრულყოფილი დადუღება 12,0815 გ/ლ DAP - ის თანაობით და 6,7585 – 14,506 გ/ლ ANS - ის თანაობით. ეს მონაცემები ცხადად მიუთითებს მასზედ, რომ მაღალშაქარიანი 25% - ნი რქაწითელის ყურძნის ტკბილის დადუღბით DAP - ის და ANS - ის თანაობით მიღებული ნახევრად მშრალი ღვინოების მიღება, ძირითადად

განპირობებულია ფრუქტოზის არასრული დადუღებით და შესაბამისად ღვინოშიც მისი მაღალი კონცენტრაციით. ნარჩენი შაქრების შედარებით დაბალი კონცენტრაციით 0,89 % რქაწითელის ნახევრად მშრალ ღვინოებს შორის, გამოირჩევა ღვინო, რომელიც მიიღება რქაწითელის მოდუღარ ტკბილში 100 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS - ის დამატებით.

საკვლევ ღვინოებში რახის სპირტების კონცენტრაციები წარმოდგენილია ცხრ.2.2.3 - ში. რახის სპირტებს ძირითდად წარმოადგენს იზოამილის, იზობუთილის, 1-პროპილის და ჰექსილის სპირტები. მათი რაოდენობები მნიშვნელოვნად განსხვავებულია, როგორც DAP - ის თანაობით დადუღებულ ღვინოში ANS - ით დადუღებულ ღვინოსთან შედარებით, ასევე ANS-ის განსხვავებული კონცენტრაციებით დადუღებულ ღვინოებში. ჰექსანოლი არ დაფიქსირდა DAP - ით დადუღებულ საკონტროლო ღვინოში და 300 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS - თანაობით დადუღებულ ღვინოში. 1-პროპანოლი არ დაფიქსირდა 300 მგ/ლ და 100 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS-ის თანაობით დადუღებულ ღვინოებში. იზობუთანოლი შედარებით მაღალი კონცენტრაციით აღმოჩნდა საკონტროლო ღვინოში - 28,0 მგ/ლ. მასთან შედარებით მნიშვნელოვნად შემცირებულია იზობუთანოლის კონცენტრაცია ANS - ით დადუღებულ ღვინოებში და მერყეობს 7,1 – 17,2 მგ/ლ ინტერვალში. რაც შეეხება რახის სპირტებს შორის ყველაზე მძაფრი და არასასიამოვნო სუნით გამორჩეულ იზოამილის სპირტებს, მისი მაღალი კონცენტრაცია 357,6 მგ/ლ დაფიქსირდა DAP - ით დადუღებულ საკონტროლო ღვინოში. DAP - ის თანაბარი კონცენტრაციით - 200 მგ/ლ ANS - ის თანაობით დადუღბულ ღვინოში კი, იზოამილის სპირტის კონცენტრაცია შემცირებულია 213,1 მგ/ლ - მდე. 100 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS - ის გამოყენებით დადუღბულ ღვინოში იზოამილის სპირტის რაოდენობა შეადგენს 155,0 მგ/ლ. ANS - ის თანაობით დადუღებულ ღვინოებს შორის იზოამილის სპირტი ყველაზე ნაკლები რაოდენობით 116 მგ/ლ დაფიქსირდა 300 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS - ის თანაობით მიღებულ ღვინოში. რახის სპირტების განაწილებას ასახავს დიაგრამა 2.2.1.

ექსპერიმენტის შედეგებიდან გამოვლინდა ANS - ის მაღალი კონცენტრაციის გამოყენების თავისებურება. კონკრეტულად, მიღებული ნახევრად მშრალი ღვინო

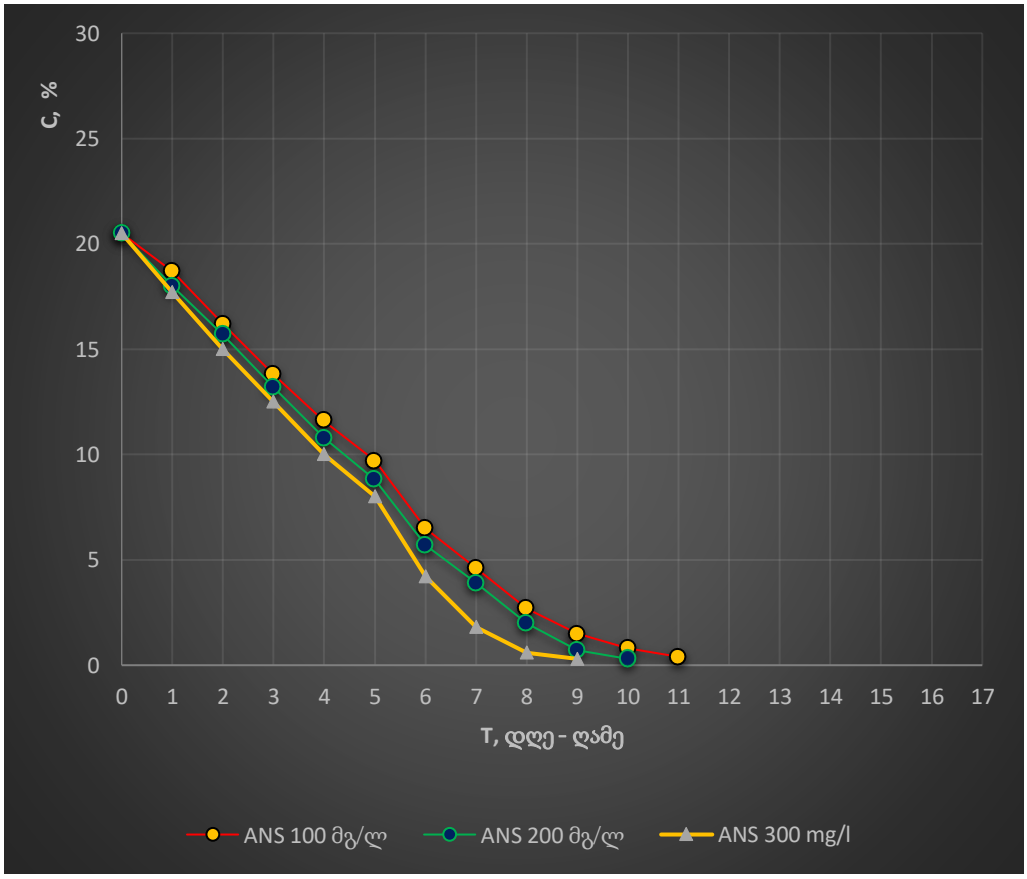
მაღალი ნარჩენი შაქრების შემცველობით გამოირჩევა საკვლევ ნიმუშებს შორის. აღნიშნულ ღვინოში ფიქსირდება ყველაზე მცირე კონცენტრაციით იზოამილის სპირტი - 116,0 მგ/ლ. რაც შეეხება თვით ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილს ANS - ის 300 მგ/ლ კონცენტრაციით დამატებით, დუღილი მიმდინარეობს ინტენსიურად, სწრაფად, ქმნის არახელსაყრელ პირობებს და თან ახლავს გარკვეულწილად არომატული მქროლავი კომპონენტების დაკარგვით გამოწვეული ღვინის არომატის და ბუკეტის შემცირება. რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირების თვალსაზრისით, DAP - ის და ANS - ის ურთიერთშედარებიდან გამომდინარე, ANS - ის გამოყენება უპირატესობით შეიძლება შეფასდეს. რაც შეეხება ANS - ის ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენას, ამ მიზნით ქიმიურ მაჩვენებლებთან ერთად აუცილებლობად მივიჩნიეთ საკვლევი ღვინოების დეგუსტაცია. დეგუსტაციის შედეგად გამოვლენილი საკვლევი ღვინოების ორგანოლეპტიკური და ასევე ქიმიური მახასიათებლების საფუძველზე, საუკეთესო ვარიანტად გამოვლინდა ნახევრადმშრალი - 0,89 % შაქრის შემცველობის ღვინო. აღნიშნული ღვინო ხასიათდება დახვეწილი ხანგრძლივი გემოთი, ჰარმონიული, დაბალანსებული ჯიშური არომატით და ინტენსიური ყვავილოვანი ბუკეტით. საკონტროლო ვარიანტის - DAP - ის თანაობით დამზადებულ ღვინოსთან შედარებით, იგივე კონცენტრაციის ANS - ის თანაობით დამზადებული ღვინის ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებში ფიქსირდება ყვავილოვანი ბუკეტი. რაც შეეხება ANS - ის თანაობით დამზადებულ ღვინის ვარიანტებს შორის, საყურადღებოა 300 მგ/ლ ANS - ის დამატებით დამზადებული ღვინის განსხვავებული ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები. კონკრეტულად კი, მისი შემცირებული ჯიშური არომატი და ყვავილოვანი ბუკეტი (ცხრ.2.2.4). როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი 300 მგ/ლ ANS - ის დამატებით, მიმდინარეობს სწრაფად და ინტენსიურად. ჩვენი აზრით, ამ პირობებში მოდუღარი არედან გარკვეულწილად იკარგება მქროლავი არომატული კომპონენტები, რაც განაპირობებს ღვინის არომატის და ბუკეტის შემცირებას. ეს კი, თავისმხრივ აისახება ღვინის ორგანოლეპტიკური მაცვენებლებით. ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საუკეთესო ვარიანტად გამოვლინდა 100 მგ/ლ კონცენტრაციის ANS - ის თანაობით დამზადებული

რქაწითელის ნახევრადმშრალი ღვინო და შესაბამისად, ყურძნის ტკბილში დასამატებელი ANS - ის ოპტიმალური კონცენტრაცია შეადგენს 100 მგ/ლ.

ვინაიდან 25% შაქრის შემცველობით რქაწითელის ყურძნის ტკბილი DAP - ის და ANS - ის დამატებით ვერ დადუღდა მშრალი ღვინომასალის კონდიციამდე (ანუ შაქრიანობა < 0,4 %), ამიტომ გავაგრძელეთ ექსპერიმენტი დაბალ შაქრიანი ყურძნის ტკბილის მშრალ კონდიციამდე დასადუღებლად. ამ მიზნით ავიღეთ **20,5 %** შაქრის შემცველი რქაწითელის ყურძნის ტკბილი, დავამატეთ დავამატეთ ANS კონცენტრაციით 100 მგ/ლ, 200 მგ/ლ და 300 მგ/ლ. დავაკვირდით შაქრების დაშლას და ეს დინამიკა წარმოდგენილია ნახ. 2.2.1. 25%-ნი რქაწითელის ყურძნის ტკბილისგან განსხვავებით, 20,5 % -ანი შაქრიანობის რქაწითელის ტკბილი ANS -ის სამივე დამატებული კონცენტრაციის პირობებში დუღდება მშრალ კონდიციამდე - 0,3 % ნარჩენი შაქრით. ამავდროულად ფაქტია, რომ ეს კონდიცია ANS - ის კონცენტრაციების მიხედვით, განსხვავებულ დროში მიიღწევა, რაც მიუთითებს ალკოჰოლური დუღილის სხვადასხვა სიჩქარით მიმდინარეობაზე. კონკრეტულად, 300 მგ/ლ ANS-ის დამატებით მშრალი კონდიცია მიიღწევა 9 დღე - ღამეში; 200 მგ/ლ ANS-ით 10 დღე - ღამეში; 100 მგ/ლ ANS-ით 11 დღე-ღამეში. ექსპერიმენტით დადგენილი ANS - ის ოპტიმალური კონცენტრაციით 100 მგ/ლ მშრალი ღვინის კონდიციური შაქრიანობა 2 დღე - ღამით გვიან მიიღწევა, 300 მგ/ლ კონცენტრაციის ANS-თან შედარებით. ამ კონცენტრაციით სწრაფად დადუღებული ღვინომასალა კი, ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით დაბალხარისხიანია ოპტიმალური ANS-ის კონცენტრაციით დადუღბულ ღვინომასალასთან შედარებით. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ რომ ANS - ის მზარდი კონცენტრაცია პირდაპირპროპორციულად ზრდის ალკოჰოლური დუღილის სიჩქარეს, მაგრამ უკუპროპორციულად აისახება მიღებული ღვინის ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებზე. რქაწითელიდან მშრალი ევროპული ტიპის ღვინის გაუმჯობესებული ხარისხით დასამზადებლად საჭიროა ყურძნის ტკბილი 20-22 % შაქრიანობით, ANS-ის 100 მგ/ლ კონცენტრაციით დამატება და ალკოჰოლური დუღილი ბუნებრივი მიკროფლორით 22-23 °c ტემპერატურაზე.

ამგვარად ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა რომ ANS-ის დამატება რქაწითელის ბუნებრივი მიკროფლორით მიმდინარე მოდუღარ ტკბილში

განაპირობებს, თავისუფალი ამინომჟავებიდან რახის სპირტების წარმოქმნის შემცირებას. ეს თავის მხრივ მიუთითებს ANS-ის, როგორც საფუარებისთვის აზოტოვანი საკვები წყაროს სრულფასოვნებაზე და ამავდროულად, რქაწითელის ნახევრადმშრალ ღვინომასალებში არსებული რახის სპირტების დაბალი კონცენტრაციის მიხედვით, DAP - თან შედარებით ANS - ის უპირატესობაზე. მოდუღარ ყურძნის ტკბილში დასამატებელი ANS - ის ოპტიმალური კონცენტრაციაა 100 მგ/ლ. გამოვლინდა რომ მაღალშაქრიანი - 25 % - ნი რქაწითელის ყურძნის ტკბილი DAP - ის და ANS - ის დამატებით დუღდება ნახევრადმშრალი კონდიციის ღვინომასალის მიღებით. რქაწითელის მშრალი ღვინის დასამზადებლად საჭიროა 20 - 21 % - ნი ყურძნის ტკბილი, რომელსაც დაემატება 100 მგ/ლ კონცენტრაციით ANS - ი და დადუღდება ბუნებრივი მიკროფლორით 22-23°C ტემპერატურაზე. ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია ნახ. 2.2.1.



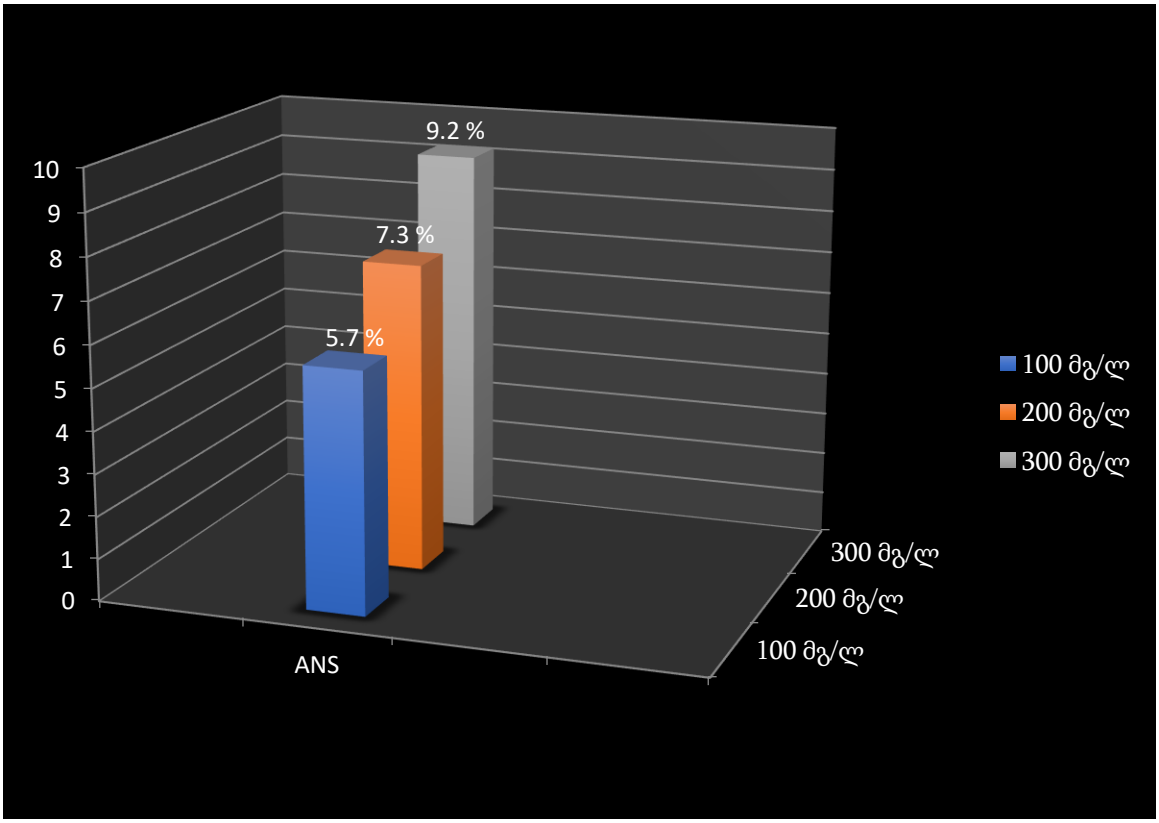
ნახ.2.2.1 შაქრების დაშლის დინამიკა რქაწითელის ყურძნის წვენის ბუნებრივი მიკროფლორით ალკოჰოლური დუღილის პროცესში, ANS - ის თანაობით (საწყისი შაქრიანობა 20,5%)

300 მგ/ლ ANS - ის გამოყენებით მშრალ კონდიციამდე დადუღება მიიღწევა 9 დღე-ღამის განმავლობაში, 200მგ/ლ ANS - ის გამოყენებით - 10 დღე-ღამის განმავლობაში, 100მგ/ლ ANS - ის თანაობით კი, ყურძნის ტკბილი მშრალ კონდიციამდე დადუღებულია 11 დღის განმავლობაში. ე.ი. ANS - ის კონცენტრაციის ყოველი 100მგ/ლ-ით გაზრდა, განაპირობებს ყურძნის წვენის მშრალ კონდიციამდე დადუღების დროის ხანგრძლივობის შემცირებას 1 დღე-ღამის ინტერვალით. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებიდან გამომდინარე,მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ მიზნობრივი პროდუქტის საწარმოებლად გამოყენებული იქნეს 20-22% შაქარშემცველობის ყურძნის ტკბილი (P. Vashakidze, M. Bezhuashvili, 2019)

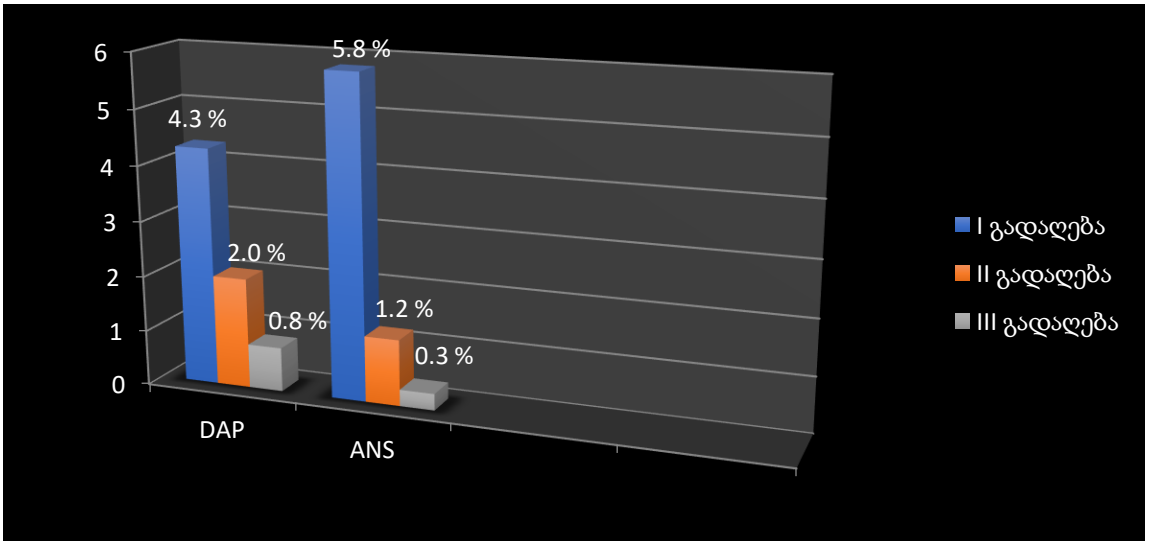
3.4 ANS-ის და DAP-ის გავლენა საფუარის ბიომასის გამოსავლიანობაზე რქაწითელის ღვინომასალებში

დავადგინეთ რა; 1) ANS - ის უპირატესობა DAP - თან შედარებით რქაწითელის ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში რახის სპირტების წარმოქმნის შემცირების თვალსაზრისით; 2) ANS - ის დასამატებელი ოპტიმალური კონცენტრაცია - 100 მგ/ლ, რომელიც განაპირობებს დამზადებულ ევროპული ტიპის ღვინოში რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირებას და ამ ფონზე ხილის და ყვავილოვანი ტონების წარმოჩენას ღვინის ჰარმონიულ, დაბალანსებულ, კომპლექსურ ბუკეტში; 3) მაღალი შაქრიანობის - 25% - ნი რქაწითელის ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი ANS - ის და DAP – ის თანაობით, უზრუნველჰყოფს ნახევრადმშრალი კონდიციის ღვინის დამზადებას. ANS - ის თანაობით ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირება მიუთითებს, ANS - ის, როგორც საფუარებისთვის აზოტოვანი საკვების სრულფასოვნებაზე. სწორედ აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ საფუარის ბიომასის გამოსავლის დადგენა ANS - ის სხვადახვა კონცენტრაციის მიხედვით დამზადაებულ ნახევრადმშრალ ღვინომასალებში. **დიაგრამა 2.3.1** გვიჩვენებს საფუარის ბიომასის პირდაპირპროპორციულ ზრდას ANS - ის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით. კონკრეტულად, ANS - ის 100 მგ/ლ - 200 მგ/ლ - 300 მგ/ლ ინტერვალში, საფუარის ბიომასის გამოსავალი შესაბამის ღვინომასალებში შეადგენს 5,7% - 7,3% - 9,2%. აღვნიშნავთ რომ წარმოდგენილი მონაცემები ღვინომასალების ფორმირების პერიოდში სამჯერადი გადაღების შედეგად გამოყოფილი ჯამური საფუარის ბიომასებია.

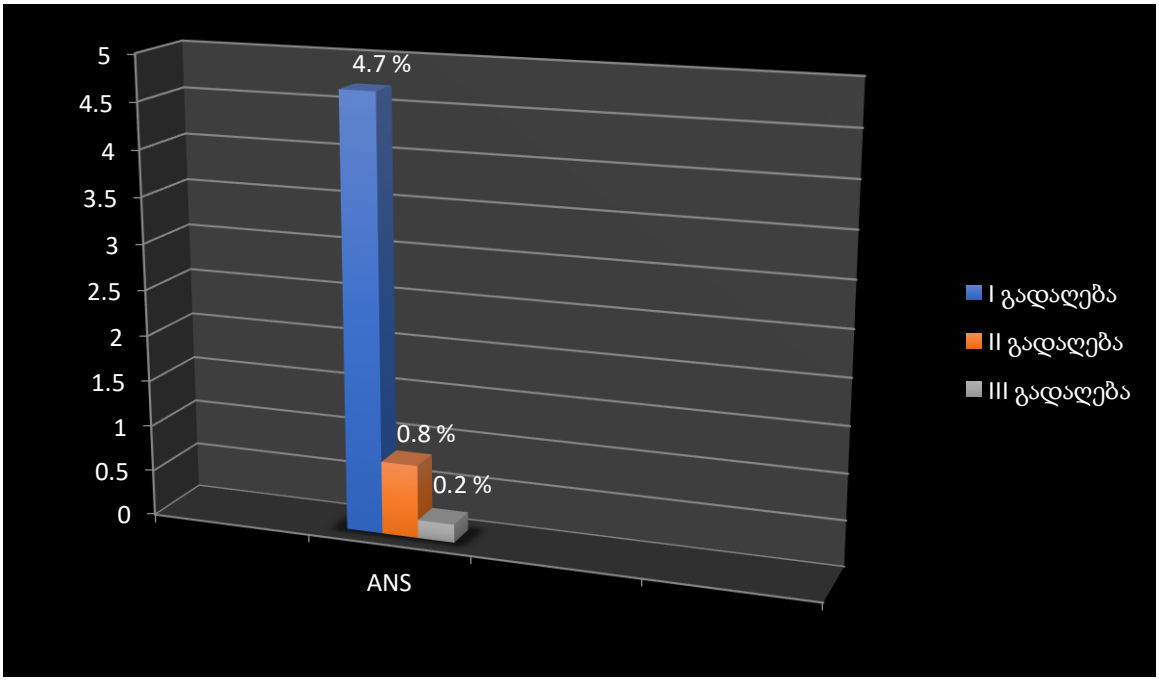
რაც შეეხება საფუარის ბიომასის დაგროვების დინამიკას, იგი ერთნაირი კანონზომიერებით, მაგრამ რაოდენობრივი განსხვავებით ახასიათებს DAP - ის და ANS - ის თანაობით დამზადებულ რქაწითელის ნახევრადმშრალ ღვინომასალებს. კონკრეტულად, ყველაზე მაღალი კონცენტრაციით საფუარის ბიომასა გამოილექება ღვინომასალის ლექიდან პირველი გადაღების შედეგად. მომდევნო მე - 2 და მე - 3 გადაღებისას მიღებული ლექის რაოდენობა მნიშვნელოვნად შემცირებულია. რაოდენობრივად თუ შევადარებთ DAP - ის და ANS - ის თანაობით დამზადებულ ღვინომასალებში გამოლექილ საფუარის ბიომასებს, განსხვავება მნიშვნელოვნად შესამჩნევია. ამავდროულად ANS - ის შემთხვევაში მთლიანად გამოლექილი 9,2% ბიომასიდან 5,8% პირველივე გადაღების შედეგად მიიღება. DAP - ის შემთხვევაში კი, პირველი გადაღების შედეგად 4,3% ბიომასა გამოილექება და მე - 2 და მე - 3 გადაღების შედეგები მნიშვნელოვნად მეტია (2,0%; 0,8%) ANS - ის ვარიანტში მე - 2 და მე - 3 გადაღების შედეგებთან (1,2%; 0,3%). ეს მიუთითებს ANS - ით (200 მგ/ლ) დადუღებულ ნახევრადმშრალ ღვინომასალაში საფუარის ბიომასის მყისიერ გამოლექვაზე. **(დიაგრამა 2.3.2).**



დიაგრამა 2.3.1. საფუარის ბიომასის (ლექის) გამოსავლიანობა ANS-ის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით რქაწითელის ღვინომასალებში



დიაგრამა 2.3.2 საფუარის ბიომასის გამოლექვის დინამიკა DAP(200მგ/ლ)-ის და ANS(200მგ/ლ)- ის თანაობით დამზადებული რქაწითელის ღვინომასალებიდან



დიაგრამა 2.3.3 საფუარის ბიომასის გამოლექვის დინამიკა ANS - ის (100 მგ/ლ) გამოყენებით დამზადებულ რქაწითელის ღვინომასალაში

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყურძნის ტკბილის ალკოჰოკურ დუღილში ANS - ის ოპტიმალურ კონცენტრაციად დადგინდა 100 მგ/ლ. ამ პირობებში დამზადებულ რქაწითელის ღვინომასალაში საფუარის ბიომასის გამოლექვის დინამიკა

წარმოდგენილია დიაგრამაზე **2.3.3.** წარმოდგენილი დინამიკა ზემოაღნიშნულის ანალოგიური კანონზომიერებით, მაგრამ შემცირებული რაოდენობებით ხორციელდება.

ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები-საფუარის ბიომასის გამოსავლიანობის პროპორციული ზრდა ANS-ის დამატებულ მზარდ რაოდენობასთან ერთად ადასტურებს ANS-ის, როგორც აზოტოვანი საკვების სრულფასოვნებაზე. უნდა აღინიშნოს რომ თვითდაწმენდილი ღვინო ხანგრძლივი დროით ინარჩუნებს სტაბილურ გამჭვირვალობას და სიმღვრივე არ შეინიშნება.

3.5 ღვინის საფუარების აქტოვობაზე მოქმედი ფაქტორები ANS-ის, DAP-ის თანაობით მიმდინარე ალკოჰოლურ დუღილში.

ლიტერატურული მონაცემებით ცნობილია რომ ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში თავისუფალი ამინომჟავებიდან უმაღლესი სპირტების წარმოქმნაზე გავლენას ახდენს რიგი ფაქტორები. კონკრეტულად, საფუარის შტამი, დუღილის ტემპერატურა, მოდუღარი არეს მჟავიანობა (pH), ყურძნის ჯიში და შესაბამისად ყურძნის ტკბილის ქიმიური შემადგენლობა, მოდუღარ ყურძნის ტკბილში ჟანგბადის დონე. ამ ფაქტის გათვალისწინებით ჩვენი შემდგომი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა შეგვესწავლა ღვინის საფუარის 2 შტამზე Saccharomyces vini კახური 42 და Saccharomyces vini რქაწითელი 61 მოქმედი ფაქტორები - დუღილის ტემპერატურა და მოდუღარი ტკბილის მჟავიანობა (pH), DAP - ის და ANS - ის თანაობით განხორციელებული რქაწითელის მაღალი შაქრიანობის (25% - ნი) ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში. აღნიშნული ფაქტორების გავლენა საფუარის შტამების აქტივობაზე დავადგინეთ ნარჩენი შაქრების - გლუკოზის და ფრუქტოზის კონცენტრაციით და დადუღებულ არეში რახის სპირტების შემცველობით. საექსპერიმენტო ვარიანტები საფუარის ორივე შტამისთვის წარმოდგენილია **ცხრ. 2.4.1 – 2.** ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუიღილი ჩავატარეთ 1000 მმ - იან მინის ჭურჭლებში DAP - ის და ANS - ის 100 – 100 მგ/ლ **რაოდენობით** დამატებით და საფუარის წმინდა კულტურების 2,5% **კონცენტრაციით** შეტანით ყურძნის ტკბილში. ალკოჰოლური დუღილი ჩავატარეთ ორ ტემპერატურულ ინტერვალში 22 – 23 ° C და 27 – 28 ° C. ყურძნის ტკბილის pH შევამცირეთ მისი მჟავიანობის გაზრდით ღვინის მჟავას დამატების შედეგად. ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია **ცხრ. 2.4.3 – 4.**

ცხრილი.2.4.1 Sacch. Vini კახური 42-ის აქტივობაზე მოქმედი ფაქტორები ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილში

№	ვარიანტები	დუღილის ტემპერატურა	pH
I	ყურძნის ტკბილი+ DAP	22-23 °C	3,8
2	ყურძნის ტკბილი + ANS	22-23 °C	3,8
2I	ყურძნის ტკბილი + DAP	22-23 °C	3,0
IV	ყურძნის ტკბილი + ANS	22-23 °C	3,0
V	ყურძნის ტკბილი + DAP	27-28 °C	3,8
VI	ყურძნის ტკბილი + ANS	27-28 °C	3,8

ცხრილი.2.4.2 Sacch. Vini რქაწითელი 61-ის აქტივობაზე მოქმედი ფაქტორები ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში

№	ვარიანტები	დუღილის ტემპერატურა	pH
I	ყურძნის ტკბილი+ DAP	22-23 °C	3,8
2	ყურძნის ტკბილი + ANS	22-23 °C	3,8
2I	ყურძნის ტკბილი + DAP	22-23 °C	3,0
IV	ყურძნის ტკბილი + ANS	22-23 °C	3,0
V	ყურძნის ტკბილი + DAP	27-28 °C	3,8
VI	ყურძნის ტკბილი + ANS	27-28 °C	3,8

ცხრილი. 2.4.3 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის (pH) გავლენა Sacch. Vini რქაწითელი 61 - ის აქტივობაზე, ANS – ის(100მგ/ლ) და DAP-ის (100მგ/ლ) თანაობით

№	ვარიანტები	ტემპერატურა,°C	pH	გლუკოზა %	ფრუქტოზა %	ნარჩენი შაქრები, %	იზოამილის სპირტები მგ/ლ
1	ყურძნის ტკბილი+ DAP	22 – 23	3,8	0,05785	0,02418	0,08	119,2
2	ყურძნის ტკბილი+ANS	22 - 23	3,8	0,05511	0,01647	0,07	101,25
3	ყურძნის ტკბილი+DAP	22 – 23	3,0	0,08811	0,10596	0,2	79,3
4	ყურძნის ტკბილი+ANS	22 - 23	3,0	0,10256	0,05978	0,2	61,1
5	ყურძნის ტკბილი+DAP	27 - 28	3,8	0,05602	0,01204	0,07	55,5
6	ყურძნის ტკბილი+ANS	27 - 28	3,8	0,06002	0,01119	0,07	44,7

ცხრილი. 2.4.4 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის (pH) გავლენა Sacch. Vini კახური 42 - ის აქტივობაზე, ANS-ის (100მგ/ლ) და DAP-ის(100მგ/ლ) თანაობით

№	ვარიანტები	ტემპერატურა,°C	pH	გლუკოზა %	ფრუქტოზა %	ნარჩენი შაქრები, %	იზოამილის სპირტები მგ/ლ
1	ყურძნის ტკბილი+ DAP	22 – 23	3,8	0,228	1,119	1,4	250,65
2	ყურძნის ტკბილი+ANS	22 - 23	3,8	0,125	0,191	0,3	129,9
3	ყურძნის ტკბილი+DAP	22 – 23	3,0	0,161	0,345	0,5	236,4
4	ყურძნის ტკბილი+ANS	22 - 23	3,0	0,161	0,303	0,5	84,6
5	ყურძნის ტკბილი+DAP	27 - 28	3,8	0,32	1,64	2,0	44,4
6	ყურძნის ტკბილი+ANS	27 - 28	3,8	0,172	1,406	1,6	42,54

ერთი და იგივე ტემპერატურაზე 22 – 23 ° C ინტერვალში და pH 3,8 პირობებში SAcch. Vini რქაწითელი 61 25% - იან რქაწითელის ტკბილს ადუღებს მაქსიმალურ მშრალ კონდიციამდე 0,07 -0,08% ნარჩენი შაქრებით ANS - ის და DAP - ის თანაობით. DAP - ის დამატებით წარმართულ ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილის შედეგად დადუღბულ არეში გროვდება იზოამილის სპირტები 119,2 მგ/ლ კონცენტარციით, ხოლო ANS - ის თანაობით კი, 101,25 მგ/ლ. იგივე ტემპერატურაზე გაზრდილი მჟავიანობის pH – 3,0 პირობებში, ყურძნის ტკბილი დადუღებულია გლუკოზის და ფრუქტოზის დაახლოებით ტოლი რაოდენობის ნარჩენით, ისე რომ მშრალ კონდიციამდე დადუღებულ არეში ნარჩენი შაქრები 0,2% - ია, როგორც DAP - ის , ისე ANS-ის ვარიანტებში. იზოამილის სპირტები DAP - ის შემთხვევაში 79,3 მგ/ლ - ის

ტოლია, ხოლო ANS - ის გამოყენებით დადუღბულ არეში კი, იზოამილის სპირტები შემცირებულია 61,1 მგ/ლ - მდე. ტემპერატურის გაზრდილ ინტერვალში 27 – 28 ° C ტემპერატურაზე და ყურძნის ტკბილის საწყის მჟავიანობაზე pH 3,8, DAP - ის და ANS -ის თანაობით დადუღებულ არეში გლუკოზა დაფრუქტოზა დაახლოებით ერთნაირად დადუღებულია და ნარჩენი შაქარი შეადგენს 0,7 - 0,7%. DAP - ის ვარიანტში იზოამილის სპირტები შეადგენს 55,5 მგ/ლ, ANS - ის დამატებით დადუღებულ არეში კი, 44,7 მგ/ლ. უნდა აღინიშნოს, რომ Sacch. vini რქაწითელი 61 - ით ყურძნის ტკბილი 27 – 28 ° C ტემპერატურაზე დუღს ძალიან სწრაფად და იწვევს დადუღებულ არეში არომატული ნაერთების შემცირებას, რაც თავის მხრივ აისახება საერთო არომატის შემცირებით. ცხრ. 2.4.4 - ით წარმოდგენილია საფუარის წმინდა კულტურის Sacch. vini კახური 42 – ით დადუღებული რქაწითელის 25% - ანი ყურძნის ტკბილის DAP - ით და ANS - ით დადუღების შედეგები. 22 – 23 ° C ტემპერატურულ ინტერვალში pH 3,8 პირობებში DAP - ის თანაობით ფრუქტოზა რჩება 1,119%, ხოლო გლუკოზა - 0,228%. დადუღებული არე ნახევრადმშრალ კონდიციას - 1,4% შეესაბამება. იგივე პირობებში ANS - ის თანაობით ანალოგიური კანონზომიერებით, მაგრამ მცირე რაოდენობით რჩება გლუკოზა და ფრუქტოზა დადუღებულ არეში ნარჩენი შაქარი 0,3%-ს შეადგენს. DAP-ის თანაობით დადუღებულ არეში იზოამილის სპირტები ფიქსირდება 250,65 მგ/ლ, ხოლო ANS-ით დადუღებულში კი 128,9 მგ/ლ. იგივე ტემპერატურაზე 22-23°C ინტერვალში და მომატებული მჟავიანობით pH 3,0 დადუღებულ არეში DAP-ის და ANS - ის ვარიანტებში ნარჩენი შაქრები ერთი და იგივეა და შეადგენს 0,5-0,5%, ანუ მიახლოებულია მშრალ კონდიციურ მაჩვენებელს. რაც შეეხება იზოამილის იზოამილის სპირტებს წინა ვარიანტის ანალოგიურად, მნიშვნელოვნად შემცირებულია მისი კონცენტრაცია ANS- ის თანაობით დადუღებულ არეში - 84,6 მგ/ლ, DAP-ის თანაობით დადუღებულთან შედარებით - 236,4 მგ/ლ. 27 – 28 °C ტემპერატურულ ინტერვალში, საწყისი მჟავიანობის pH 3,8 პირობებში DAP - ის და ANS - ის თანაობით ყურძნის ტკბილი დუღდება ნახევრადმშრალ კონდიციამდე. გლუკოზა და ფრუქტოზა რჩება წინა ვარიანტების ანალოგიურად და ნარჩენი შაქრები შესაბამისად შეადგენს 2,0% და 1,6%. იზოამილის სპირტები DAP - ის თანაობით დადუღბულ არეში შეადგენს 44,4 მგ/ლ და ANS - ის დადუღებულში კი, 42,54 მგ/ლ. 27 –28°C -ზე ალკოჰოლური დუღილი Sacch. Vini კახური 42 - ით მიმდინარეობს სწრაფად,

არათანმიმდევრულად, ამავდროულად დადუღებულ არეში არომატი სუსტია და მინიმალურად შეიგრძნობა. ეს გამოწვეული უნდა იყოს არომატული კომპონენტების დანაკარგით. ამგვარად, ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგად დადასტურდა საფუარის შტამების, დუღილის ტემპერატურის და მოდუღარი ყურძნის ტკბილის მჟავიანობის (pH) ფაქტორების გავლენა DAP - ით და ANS - ით დადუღებულ ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში რახის სპირტების წარმოქმნაზე. დადასტურდა რომ Sacch. vini რქაწითელი 61 - ის შტამი უფრო ძლიერია, ვიდრე Sacch. vini კახური 42, რაც გამოიხატება DAP - ის და ANS - ის თანაობით დადუღებულ არეებში ნარჩენი შაქრების და იზოამილის სპირტების კონცენტრაციებით. Sacch. vini რქაწითელი 61 - ით ANS - ის თანაობით 25%-ნი ყურძნის ტკბილი დადუღდა მშრალ კონდიციამდე, ხოლო Sacch. vini კახური 42-ით კი, ნახევრადმშრალ კონდიციამდე. 22–23°C ტემპერატურულ ინტერვალში ყურძნის ტკბილის მჟავიანობის გაზრდით, pH - 3,8 – 3,0, მცირდება იზოამილის სპირტების კონცენტრაცია. ერთი და იგივე მჟავიანობაზე pH–3,8 დუღილის ტემპერატურის გაზრდით 27–28°C-მდე, DAP - ით დადუღებულთან შედარებით ANS - ით დადუღებულ არეში უმნიშვნელოდ მცირდება იზოამილის სპირტების კონცენტრაცია 44,4 მგ/ლ - დან 42,54 მგ/ლ - მდე. იგივე პირობებში Sacch. vini რქაწითელი 61 - ით ყურძნნის ტკბილი დადუღბულია მშრალ კონდიციამდე DAP - ის და ANS - ის თანაობით, ხოლო იზოამილის სპირტების კონცენტრაცია შესაბამისად მცირდება 55,5 მგ/ლ - დან 44,7 მგ/ლ-მდე. რაც შეეხება დუღილის ტემპერატურის ფაქტორს, 27–28°C ტემპერატურულ ინტერვალი ორივე საფუარის შტამის შემთხვევაში ნეგატიურად აისახება. ამ პირობებში ალკოჰოლური დუღილის მიმდინარეობა სწრაფი და არათანმიმდევრულია, რაც განაპირობებს დადუღებული არეს სუსტ არომატულ მახასიათებლებს. აქედან გამომდინარე, ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი DAP – ის, ან ANS-ის თანაობით არამიზანშეწონილად მიგვაჩნია.

3.6 რახის სპირტების ცვალებადობა მშრალი საფუარით „ B 2000“, და ANS -ის თანაობით დამზადებულ კახური მწვანეს, ქისის და რქაწითელის ღვინოებში.

შევისწავლეთ რა, საფუარის წმინდა კულტურის Saccharomyces cerevisiae შტამების Sacch. vini რქაწითელი 61 და Sacch. vini კახური 42 გავლენა რქაწითელის ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში რახის სპირტების წარმოქმნაზე, ამასთანავე დავადგინეთ ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურის და მოდუღარი ყურძნის

ტკბილის მჟავიანობის (pH) ფაქტორების გავლენა, მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, ღვინის წარმოებაში გამოყენებული მშრალი საფუარით „B2000” ჩაგვეტარებბინა ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი საფუარის აზოტოვანი საკვები წყაროს ANS - ის და DAP - ის თანაობით. ამ მიზნით მშრალი საფუარით დაგვედუღებინა რქაწითელის ყურძნის ტკბილის პარალელურად კახური მწვანეს და ქისის ყურძნის ტკბილი, დაგვემზადებინა ევროპული ტიპის ღვინოები და დაგვედგინა უმაღლესი სპირტების და ნარჩენი შაქრების კონცენტრაციები. ამისთვის ავიღეთ ქისის ჯიშის ყურძენი - საწყისი შაქრიანობით 20,4%; კახური მწვანე ყურძენი შაქრიანობით - 23,2%, რქაწითელის ყურძენი შაქრიანობით - 23%. თითოეული მათგანი გადავამუშავეთ შემდეგი ტექნოლოგიური ეტაპების მიხედვით: ყურძენი მოვათავსეთ კლერტსაცლელ - საჭყლეტ დანადგარში, მიღებული უკლერტო დურდო გადავიტანეთ საწნეხში, მივიღეთ თვითნადენი წვენი + პირველი ნაწნეხი ფრაქციის ნარევი. მიღბული ყურძნის ტკბილი მოვათავსეთ 13 – 14 ° C ტემპერატურის პირობებში თვითდაწმენდის მიზნით 24 საათის განმავლობაში. თვითდაწმენდილი ტკბილი გადავიღეთ დეკანტაციით სადუღარ მინის ჭურჭელში, ჩვუტარეთ სულფიტირება, დავამატეთ ANS - ი 100 მგ/ლ საცდელ ვარიანტს და და საკონტროლო ვარიანტს 100 მგ/ლ DAP - ი და დავდგით ალკოჰოლური დუღილისთვის 22 – 23 ° C ტემპერატურაზე. ალკოჰოლური დუღილის დამთავრების შემდეგ ახლადდადუღებული ღვინომასალა მოვხსენით მძიმე ლექიდან დეკანტაციით, გადავიტანეთ მინის ჭურჭელში და გადავსებულ მდგომარეობაში დავაყოვნეთ ფორმირებისთვის. ჩავატარეთ მე - 2 და მე - 3 გადაღება და შემდეგ თვითდაწმენდილი ევროპული ტიპის ღვინო გავაანალიზეთ სხვადასხვა კონდიციური მაჩვენებლების და უმაღლესი სპირტების შემცველობის დასადგენად. კახური მწვანეს, ქისის და რქაწითელის მშრალი საფუარით „B 2000” დადუღებული ევროპული ტიპის ღვინოების ქიმიური და და ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები ასახულია შესაბამის ცხრილებში.

მშრალი საფუარით “B2000” დამზადებული ევროპული ტიპის ღვინოების ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრ. 2.5.3.

ამგვარად, ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით, მშრალი საფუარის “B2000” და ANS - ის ერთობლივი გამოყენებით მიიღება მაღალხარისხოვანი, მშრალი,

ევროპული ტიპის ღვინოები ქისის და კახური მწვანეს ჯიში ყურძნიდან. რაც შეეხება რქაწითელის ვარიანტს, მიზანშეწონილია „B 2000” - ით და ANS - ის თანაობით გადასამუშავებლად, აღებული იქნეს რქაწითელის ყურძენი არაუმეტეს 22% - ანი საწყისი შაქრიანობით.

ცხრილი. 2.5.1 ნარჩენი შაქრების და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციები ANS – ით დამზადებულ კახური მწვანეს და ქისის ღვინოებში

ვარიანტები	გლუკოზა, %	ფრუკტოზა,%	ნარჩენი შაქრები %	**უმაღლესი სპირტები მგ/ლ**			
				იზობუთანოლი	იზოამილოლი	2-ფენილეთანოლი	1-ჰექსანოლი
ქისის ყურძნის ტკბილი + ANS	0,122	0,078	0,2	14.00	44,6	11.3	1,3
ქისის ყურძნის ტკბილი+ DAP	0,123	0,084	0,207	14,8	57,26	7.2	0,3
კახური მწვანეს ყურძნის ტკბილი + ANS	0,107	0,003	0,11	8,85	38,5	11,8	0,33
კახური მწვანეს ყურძნის ტკბილი + DAP	0,121	0,002	0,122	11,2	44,8	10,9	0,44

ქისის და კახური მწვანეს ყურძნის ტკბილი დადუღებულია მშრალ კონდიციამდე. შესაბამისად, მათ ღვინოებში ნარჩენი შაქრების კონცენტრაციები DAP - ის და ANS - ის ვარიანტებში, დაახლოებით თანაბარია. კონკრეტულად, ქისის ღვინოში - 0,2–0,207%; კახური მწვანეს ღვინოში 0,11–0,122%. ნარჩენი გლუკოზის კონცენტრაცია ცდის ყველა ვარიანტში ჭარბობს ნარჩენი ფრუქტოზის კონცენტრაციას. იზობუთანოლი ქისის მშრალ ღვინოში 0,8 მგ/ლ - ით ნაკლებია ANS - ის ვარიანტში, DAP - ის ვარიანტთან

შედარებით, ხოლო კახური მწვანეს ღვინოში ეს განსხვავება უფრო მნიშვნელოვანია: 8,85 მგ/ლ - 11,2 მგ/ლ. იზოამილოლი DAP - ის თანაობით დამზადებულ ქისის მშრალ ღვინოში 57,26 მგ/ლ, ხოლო ANS-ის თანაობოთ დამზადებულში 44,6 მგ/ლ. DAP - ის თანაობით დამზადებულ კახური მწვანეს მშრალ ღვინოში იზოამილოლის კონცენტრაციაა 44,8 მგ/ლ, ხოლო ANS-ის თანაობით დამზადებულ ღვინოში შემცირებულია 38,5 მგ/ლ-მდე. შედარებით მცირე კონცენტრაციით დაფიქსირდა 1-ჰექსანოლი ქისის და კახური მწვანეს მშრალ ღვინოებში. რაც შეეხება არომატულ სპირტს 2-ფენილეთანოლს, მისი კონცენტრაცია ANS-ის თანაობით დამზადებულ ქისის და კახური მწვანეს მშრალ ღვინოებში, აღემატება DAP-ის ვარიანტის ღვინოებში მის კონცენტრაციას. (ცხრ.2.5.1).

რქაწითელის ყურძნის ტკბილი 23% - ანი საწყისი შაქრიანობით მშრალი საფუარით „B2000" და ANS - ის თანაობით დადუღდა მიახლოებით მშრალ კონდიციამდე 0,47%. ამასთანავე, ფრუქტოზა დარჩა მეტად დაუდუღარი, გლუკოზა ინტენსიურად დადუღებულია. რქაწითელის ღვინოში არ დაფიქსირდა 1-ჰექსანოლი. იზოამილოლის კონცენტრაცია შეადგენს 236 მგ/ლ, ხოლო არომატული სპირტი 2- ფენილეთანოლის კონცენტრაცია შეადგენს 38,0 მგ/ლ, რაც მნიშვნელოვნად მაღალია ქისის და კახური მწვანეს მშრალი ევროპული ტიპის ღვინოებში არსებულ 2- ფენილეთანოლის კონცენტრაციასთან შედარებით (ცხრ. 2.5.2).

ცხრილი. 2.5.2 ANS - ის გავლენა ნარჩენი შაქრების და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციაზე მშრალი საფუარით „B2000" დადუღებულ რქაწითელის ღვინოში

ცდის ვარიანტი	გლუკოზა,%	ფრუკტოზა,%	ნარჩენი შაქრები, %	უმაღლესი სპირტები მგ/ლ		
				იზობუთანოლი	იზოამილოლი	2-ფენილეთანოლი
რქაწითელის ყურძნის ტკბილი + ANS	**0,077**	**0,4**	**0.477**	**11.9**	**236**	**38.0**

ცხრილი.2.5.3 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის ღვინოების ორგანოლეპტიკური და ქიმიური მაჩვენებლები.

დასახელება	კახური მწვანე ANS 100 მგ/ლ	კახური მწვანე DAP 100 მგ/ლ	ქისი ANS 100 მგ/ლ	ქისი DAP 100 მგ/ლ
ფერი	ღია ჩალისფერი მომწვანო ელფერით	ღია ჩალისფერი მომწვანო ელფერით	ღია ჩალისფერი, მოყვითალო-ოქროსფერი ელფერით	ღია ჩალისფერი მოყვითალო-ოქროსფერი ელფერით
გამჭვირვალობა	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე
სპირტშემცველობა, მოც, %	13,8	13,9	12,0	12,0
ექსტრაქტი, გ/ლ	18,0	18,2	17,6	17,9
გემო და არომატი	ხანგრძლივი დახვეწილი, ჰარმონიული, მკვეთრად გამოხატული ჯიშური არომატით და ყვავილოვანი ბუკეტით	ჯიშისთვის დამახასიათებელი დახვეწილი არომატით, ხანგრძლივი დაბალანსებული გემო	დახვეწილი, ხანგრძლივი გემო, დაბალანსებული ჯიშური არომატით და ყვავილოვანი ბუკეტით	გემო დახვეწილი, შემცირებული ჯიშური არომატით და ყვავილოვანი ბუკეტით
მქროლავი მჟავიანობა, გ/ლ	0,45	0.45	0,48	0,48
ტიტრული მჟავიანობა, გ/ლ	6,2	6,2	5,9	5,9
საერთო გოგირდი, მგ/ლ	120	120	120	120

ამგვარად, ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით, მშრალი საფუარის “B2000” და ANS - ის ერთობლივი გამოყენებით მიიღება მაღალხარისხოვანი, მშრალი,

ევროპული ტიპის ღვინოები ქისის და კახური მწვანეს ჯიში ყურძნიდან. რაც შეეხება რქაწითელის ვარიანტს, მიზანშეწონილია „B 2000” - ით და ANS - ის თანაობით გადასამუშავებლად, აღებული იქნეს რქაწითელის ყურძენი არაუმეტეს 22% - ანი საწყისი შაქრიანობით.

3.7 ANS-ის გავლენა თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივ ტრანსფორმაციაზე რქაწითელის ევროპული ტიპის ღვინოებში

წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის ყველა კვლევითი სამუშაო ჩატარებულია ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში თავისუფალი ამინომჟავებიდან რახის სპირტების წარმოქმნის შესამცირებლად, საფუარების ალტერნატიული აზოტოვანი საკვების დამატების შედეგად. ამ მიზნით გამოყენებული ANS და შესადარებლად - DAP კვლევების საფუძველზე დადასტურებულია ANS - ის, როგორც საფუარის აზოტოვანი საკვები სრულფასოვნება და DAP -თან შედარებით უპირატესობა რახის სპირტების შემცირებული კონცენტრაციის თვალსაზრისით რქაწითელის, ქისის და მწვანეს ევროპული ტიპის ღვინოებში. აღნიშნული საკითხის მეტად შესწავლლისთვის აუცილებელ კვლევად მივიჩნიეთ ტავისუფალი ამინოჟავების რაოდენობრივი ტრანსფორმაციის დადგენა ANS - ის გავლენის შედეგად. ამ მიზნით 2021 წლის მოსავლიდან, ტექნიკური სიმწიფის პერიოდში ავიღეთ რქაწითელის ჯიშის ყურძენი და დავამზადეთ ევროპული ტიპის ღვინოები 3 ვარიანტის მიხედვით: ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი აზოტოვანი საკვების დამატების გარეშე, ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი DAP - ის დამატებით და ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლური დუღილი ANS - ის დამატებით. აღნიშნული ვარიანტების მიხედვით დამზადებულ ღვინოებში განვსაზღვრეთ თავისუფალი ამინომჟავები 2022 წლის ივნისში. რქაწითელის სამივე ვარიანტის ღვინოში დაფიქსირდა 22 ამინომჟავა: ჰიდროქსიპროლინი, ჰისტიდინი, ასპარაგინი, სერინი, არგინინი + გლუტამინი, გლიცინი, ასპარაგინის მჟავა, გლუტამინის მჟავა, ტრეონინი, ალანინი, **ალფა -** ამინოერბომჟავა, პროლინი, ორნიტინი, ცისტეინი, ლიზინი, თიროზინი, მეთიონინი, ვალინი, იზოლეიცინი, ლეიცინი, ფენილალანინი. რაც შეეხება ტრიფტოფანს, იგი მცირე რაოდენობით აღმოჩნდა DAP - ის და ANS - ის თანაობით დადუღებულ ღვინოებში, ხოლო აზოტოვანი საკვების დამატების გარეშე დადუღებული ღვინო,

საერთოდ არ შეიცავს ტრიფტოფანს. ეს უკანასკნელი კი, თავის მხრივ მიუთითებს ტრიფტოფანიდან არომატული სპირტის - ტრიფტოფოლის წარმოქმნაზე.

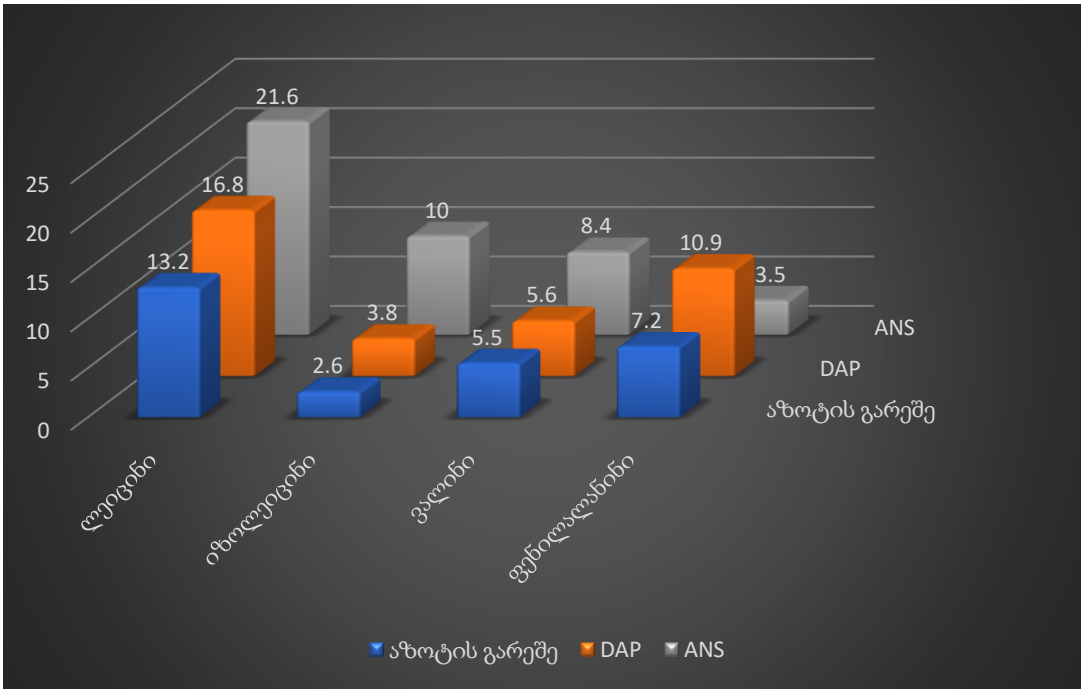
ტრიფტოფანის რაოდენობრივ და თვისებრივ ტრანსფორმაციაზე ალკოჰოლური დუღილის პერიოდში. კონკრეტულად, ტრიფტოფანის რაოდენობრივ და თვისობრივ ტრანსფორმაციაზე ალკოჰოლური დუღილის პერიოდში განსაკუთრებით საინტერესოა რახის სპირტების წარმომქმნელი ალიფატური ამინომჟავების ტრანსფორმაცია, რომელსაც დავახასიათებთ ცხრ.2.6.1 და დიაგრამის 2.6.1 მონაცემებით. ლეიცინი-იზოამილის სპირტის წინამორბედი, ყველაზე მეტი კონცენტრაციით 21.6 მგ/ლ თავისუფალი სახით რჩება ANS-თანაობით დადურებულ ღვინოში. DAP-ით დადუღებულ ღვინოში კი, მისი კონცენტრაცია შედარებით ნაკლებია 16.8 მგ/ლ, რაც მიუთითებს ლეიცინის უფრო აქტიურ ტრანსფორმაციაზე იზოამილის სპირტში, ANS-ის თანაობით დამზადებულ ღვინოსთან შედარებით. ლეიცინის ყველაზე მცირე კონცენტრაცია დაფიქსირდა აზოტოვანი საკვების დამატების გარეშე დადუღებულ ღვინოში, რაც მიუთითებს საფუარის მიერ ლეიცინის აზოტოვან საკვებად გამოყენებაზე და შედეგად მის ინტენსიურ ტრანსფორმაციაზე იზოამილის სპირტში. იზოლეიცინის-იზოამილის სპირტის წინამორბედის, მცირე კონცენტრაციები ადასტურებს მის აქტიურ ტრანსფორმაციას. ლეიცინის ანალოგიურად, იზოლეიცინიც ყველაზე მეტად გადრაიქმნება და მცირე კონცენტრაციით რჩება აზოტოვანი საკვების დანამატის გარეშე დადუღებულ ღვინოში -2.6მგ/ლ . ასევე აქტიურად ტრანსფორმირდება DAP-ის თანაობით დადუღებულ ღვინოში, ხოლო შედარებით არაინტენსიურად ANS-ის თანაობით დამზადებულ ღვინოში, სადაც რჩება შედარებით მაღალი კონცენტრაციით -10მგ/ლ. ვალინი თანაბარი კონცენტრაციით რჩება DAP-ით და აზოტოვანი საკვების დამატების გარეშე დადუღებულ ღვინოებში -5.5 -5.6 მგ/ლ, შედარებით მაღალია ვალინის კონცენტრაცია 8,4 მგ/ლ. ANS- ით დადუღებულ ღვინოში. γ-ამინოერბომჟავა DAP-ით დადუღებულ ღვინოში უფრო მეტად ტრანსფორმირდება და ნაკლები კონცენტრაციით 1,5მგ/ლ. რჩება, ვიდრე აზოტოვანი საკვების დანამატების გარეშე დადუღებულ ღვინოში. ANS-ით დადუღებულ ღვინოში კი, მისი კონცენტრაცია-6.4 მგ/ლ ამ ორ ღვინოსთან შედარებით მაღალია. რაც შეეხება არომატულ ამინომჟავებს, ტრიფტოფანთან ერტად ტრანსფორმაციას განიცდის თიროზინი და ფენილალანინი. თიროზინი მეტი

რაოდენობით 14.0 მგ/ლ რჩება DAP-ით დადუღებულ რქაწითელს ღვინოში შედარებით ნაკლები -11.9 მგ/ლ აზოტის დამატებითი საკვების გარეშე დადუღებულ ღვინოში, რაც მიუთითებს მის შედარებით აქტიურ ტრანსფორმაციაზე თიროზოლში. თიროზინის ინტენსიური ტრანსფორმაცია არომატულ სპირტში-თიროზოლი, მიმდინარეობს ANS-ით დადუღებულ ღვინოში, რასაც მოწმობს თიროზინის ნაკლები კონცენტრაცია -5.1 მგ/ლ.იგივე კანონზომიერებით მიმდინარეობს ფენილალანინის ტრანსფორმაცია არომატულ სპირტში-2-ფენილეთანოლში (ვარდის არომატით). ეს გარდაქმნა ყველაზე ინტენსიურია ANS-ით დადუღებულ ღვინოში.

ცხრილი. 2.6.1 თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია (მგ/ლ) რქაწითელის საკვლევ ღვინოებში

ამინომჟავის დასახელება	ღვინო - დუღილი აზოტოვანი დანამატის გარეშე	ღვინო 2-დუღილი DAP -ის დამატებით	ღვინო - დუღილი ANS-ის დამატებით
ჰიდროქსიპროლინი	1.5	3.0	3.2
ჰისტიდინი	2.8	6.5	8.0
ასპარაგინი	25.5	33.1	51.6
სერინი	2.1	4.6	11.6
არგინინი + გლუტამინი	24.6	25.0	12.0
გლიცინი	4.5	6.8	23.6
ასპარაგინის მჟავა	8.7	15.7	15.3
გლუტამინის მჟავა	9.2	16.0	20.0
ტრეონინი	2.2	4.1	10.4
ალანინი	13.3	18.7	25.2
გამა-ამინოერბომჟავა	5.4	1.5	6.4
პროლინი	292.0	327.3	451.6
ორნიტინი	1.4	1.7	8.0
ცისტეინი	4.0	6.7	3.9

ლიზინი	13.4	23.2	21.6
თიროზინი	11.9	14.0	5.1
მეთიონინი	3.4	6.3	6.4
ვალინი	5.5	5.6	8.4
იზოლეიცინი	2.6	3.8	10.0
ლეიცინი	13.2	16.8	21.6
ფენილალანინი	7.2	10.9	3.5
ტრიფტოფანი	0.0	0.8	0.5



დიაგრამა. 2.6.1 ლეიცინის, იზოლეიცინის, ვალინის და ფენილალანინის ცვალებადობა რქაწითელის ღვინოებში

ამგვარად, ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა რქაწითელის ყურძნის ტკბილის ბუნებრივი მიკროფლორით, ANS-ის, DAP-ის თანაობით და აზოტოვანი საკვების დამატების გარეშე ალკოჰოლურ დუღილში თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი ტრანსფორმაცია.

ANS-ის თანაობით მიმდინარე ალკოჰოლურ დუღილში ალიფატური ამინომჟავების ტრანსფორმაცია რახის სპირტებში მიმდინარეობს არააქტიურად, რაც განაპირობებს

შესაბამის ღვინოში თავისუფალი ამინომჟავების მაღალი კონცენტრაციით შენარჩუნებას და რახის სპირტების დაბალი კონცენტრაციით დაგროვებას. რაც შეეხება არომატულ ამინომჟავებს, ისინი აქტიურად ტრანსფორმირდებიან შესაბამის არომატულ სპირტებში ANS-ის თანაობით მიმდინარე ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში. უნდა აღინიშნოს ტრიფტოფანის სრული ტრანსფორმაცია აზოტის საკვების დანამატების გარეშე დადუღებულ ღვინოში.

3.8 ANS-ის გავლენა არომატული სპირტის 2 - ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე საკვლევ ღვინოებში

როგორც აღვნიშნეთ ჩვენი კვლევის მიზნიდან გამომდინარე საყურადღებო იყო რახის სპირტების კონცენტრაციის ცვალებადობა ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში ANS-ის დამატებით გამოწვეული. გამომდინარე იქიდან, რომ ამ პროცესში ერთდროულად, ერთმანეთის პარალელურად მიმდინარეობს ალიფატური და არომატული ამინომჟავების გარდაქმნა, შესაბამისად რახის სპირტების და არომატული სპირტების წარმოქმნით, ქრომატოგრაფიული განსაზღვრის შედეგები დაფიქსირდა ვარდის სურნელის მქონე არომატულ ისპირტი 2-ფენილეთანოლი. ამიტომ, მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, სადისერტაციო ნაშრომის ცალკე თავის სახით წარმოგვედგინა ყველა ტექნოლოგიური პროცესის შედეგად მირებული 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციები. ეს მონაცემები ასახულია ცხრილებში 2.7.1-3. რქაწიტელის ნახევრადმშრალ ღვინოებში, რომლებიც მიღებულია მოდუღარ ტკბილში ANS-ის მზარდი კონცენტრაციით 100-200-300მგ/ლ. დამატებით, შესაბამისად 2-ფენილეტანოლის კონცენტრაციაც. კონკრეტულად, 30,0-41.0-21,8 მგ/ლ. საყურადრებოა ის ფაქტი, რომ ANS-ის 300მგ/ლ კონცენტრაციით დამატება რქაწითელის მოდუღარ ტკბილში, განაპირობებს ღვინოში 2-ფენილეთანოლის დაბალ კონცენტრაციას-21.8 მგ/ლ და ამავდროულად ამ ღვინოში ფიქსირდება ნარჩენი შაქრების ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია 1.74%. ეს თავის მხრივ მიუთითებს მასზედ, რომ ალკოჰოლური დუღილის ადრეული შეჩერება სხვა ვარიანტებთან შედარებით, განაპირობებს ფენილეთანოლის ნაწილობრივ გარდაქმნას მცირე რაოდენობის 2-ფენილეთანოლის წარმოქმნით. აღნიშნული ვარიანტების ღვინოებს შორის 2-ფენილეთანოლს მაღალი კონცენტრაციით შეიცავს DAP-ის ტანაობით დადუღებული

რქაწიტელის ნახევრადმშრალი ღვინო. უმაღლესი სპირტების შემცველობის და სადეგუსტაციო შეფასებების საფუძველზე, საუკეთესო ღვინოდ და ANS-ის ოპტიმალურ კონცენტრაციად 100მგ/ლ გამოვლენილ ვარიანტის ღვინოში 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაცია შეადგენს 30.0 მგ/ლ ცხრ.2.7.1)

რაც შეეხება ღვინის საფუარის წმინდა კულტურების შტამებს Sacch.vini რქაწითელი 61 და Sacch.vini კახური 42, მათ მიერ ANS-ის და DAP-ის თანაობით დადურებული ყურძნის ტკბილში გროვდება და შესაბამისად ღვინომასალაში ლოკალიზდება 2-ფენილეთანოლი განსხვავებული კონცენტრაციით ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურასა და მოდუღარი ტკბილის მჟავიანობაზე (Ph) დამოკიდებულებით. ერთი და იგივე 22-23^{0}C ტემპერატურაზე და მჟავიანობის (pH) გაზრდით, კონკრეტულად 3,8-3,0 PH, 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაცია მცირდება DAP-დადუღებულში 69,0-42,5 მგ/ლ -მდე; ANS-ით დადუღებულში კი, 37,3 -32,2 მგ/ლ-მდე. ერთი და იგივე მჟავიანობის Ph-3,8 და გაზრდილი დუღილის ტემპერატურის 27-28^{0}C-მდე პირობებშიც ანალოგიური კანონზომიერებით მცირდება 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაცია. კონკრეტულად DAP-ით დადუღებულში 69,0მგ/ლ-21,7მგ/ლ და ANS-ით დადუღებულში 37,3-19,2 მგ/ლ -მდე. დიდი სხვაობით შემცირება გამოწვეულია მაღალი დუღილის ტემპერატურით განპირობებული 2-ფენილეთანოლის გარკვეული დანაკარგებით. ზემოაღნიშნული რაოდენობრივი მონაცემები განეკუთვნება Sacch. Vini კახური 42 შტამით დადუღებული ყურძნის ტკბილს.

ანალოგიური კანონზომიერებით იცვლება 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაცია საფუარის შტამით Sacch. Vini რქაწითელი 61 დუღილისას ყურძნის ტკბილის მჟავიანობაზე pH და დუღილის ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით. ცხრ.2.7.1-2).

Sach. Vini კახური 42 და Sach. Vini რქაწითელი 61 შტამების წმინდა კულტურებით დადუღებულ ღვინოებში, DAP-ის თანაობით უფრო მეტი კონცენტრაციით გროვდება 2-ფენილეთანოლი ANS-ის თანაობით დადუღებულთან შედარებით. გამომდინარე იმ რეალობიდან, რომ ღვინის ხარისხის ფორმირებას განაპირობებს არა მხოლოდ ერთი რომელიმე კომპონენტი, არამედ სხვადასხვა კლასის უამრავ კომპონენტთა კომპოზიცია ქმნის ჰარმონიულ და დაბალანსებულ არომატს და გემოს. ამ ფაქტის გათვალისწინებით, მიუხედავად 2-ფენილეთანოლის ვარდის სურნელისა, პირველ

რიგში გასათვალისწინებელია ამა თუ იმ ვარიანტის შესაფასებლად, მისი რახის სპირტების კონცენტრაცია. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით უპირატესობას ვანიჭებთ Sacch. Vini. რქაწითელი 61-ით ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილს.

ცხრილი. 2.7.1 2-ფენილეთანოლის ცვალებადობა ANS–ის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით რქაწითელის ღვინოებში

ღვინის ვარიანტები	2- ფენილეთანოლი, მგ/ლ
I - საკონტროლო - რქაწითელის თვითნადენი წვენი + 200 მგ/ლ DAP	67,2
2 - რქაწითელის თვითნადენი წვენი + ANS 200 მგ/ლ	41,0
2I – რქაწითელის თვითნადენი წვენი + ANS 300 მგ/ლ	21,8
IV - რქაწითელის თვითნადენი წვენი + ANS 100მგ/ლ	30,0

ცხრილი. 2.7.2 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini კახური 42)

ცდის ვარიანტები	2-ფენილეთანოლი,მგ/ლ
საკონტროლო - ყურძნის ტკბილი + DAP(100 მგ/ლ); დუღილი 22-23 °C, pH 3.8	69,0
ყურძნის ტკბილი + ANS(100მგ/ლ); დუღილი 22-23°C, pH 3.8	37,3
ყურძნის ტკბილი + DAP(100 მგ/ლ); დუღილი 22-23°C, pH 3.0	42,5
ყურძნის ტკბილი + ANS(100 მგ/ლ);დუღილი 22-23°C, pH 3.0	32,2
ყურძნის ტკბილი + DAP(100 მგ/ლ); დუღილი 27-28°C, pH 3.8	21,7

ყურძნის ტკბილი + ANS(100 მგ/ლ); დუღილი 27-28 °C, pH 3.8	19,2

ცხრილი.2.7.3 დუღილის ტემპერატურის და მჟავიანობის გავლენა 2-ფენილეთანოლის კონცენტრაციაზე (დუღილი ANS + Sacch. Vini რქაწითელი 61)

ცდის ვარიანტები	2-ფენილეთანოლი
საკონტროლო. ყურძნის წვენი + DAP(100 გ/ლ); დუღილი 22-23 °C, pH 3.8	67,0
ყურძნის ტკბილი + ANS(100 მგ/ლ); დუღილი 22-23°C, pH 3.8	34,0
ყურძნის ტკბილი + DAP(100 მგ/ლ); დუღილი 22-23°C, pH 3.0	40,0
ყურძნის ტკბილი + ANS(100 მგ/ლ); დუღილი 22-23°C, pH 3.0	29,2
ყურძნის ტკბილი + DAP(100 მგ/ლ); დუღილი 27-28°C, pH 3.8	20,3
ყურძნის ტკბილი + ANS(100 მგ/ლ); დუღილი 27-28 °C, pH 3.8	16,5

Sach. Vini კახური 42 და Sach. Vini რქაწითელი 61 შტამების წმინდა კულტურებით დადუღებულ ღვინოებში, DAP-ის თანაობით უფრო მეტი კონცენტრაციით გროვდება 2-ფენილეთანოლი ANS-ის თანაობით დადუღებულთან შედარებით. გამომდინარე იმ რეალობიდან, რომ ღვინის ხარისხის ფორმირებას განაპირობებს არა მხოლოდ ერთი რომელიმე კომპონენტი, არამედ სხვადასხვა კლასის უამრავ კომპონენტთა კომპოზიცია ქმნის ჰარმონიულ და დაბალანსებულ არომატს და გემოს. ამ ფაქტის გათვალისწინებით, მიუხედავად 2-ფენილეთანოლის ვარდის სურნელისა, პირველ რიგში გასათვალისწინებელია ამა თუ იმ ვარიანტის შესაფასებლად, მისი რახის სპირტების კონცენტრაცია. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით უპირატესობას ვანიჭებთ Sacch. Vini. რქაწითელი 61-ით ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილს. (P. Vashakidze, M. Bezhuashvili, 2022).

3.9 ევროპული ტიპის არასტანდარტული თეთრი მშრალი ღვინის დამზადების ტექნოლოგია

ჩატარებული კვლევების შედეგების საფუძველზე შევიმუშავეთ არასტანდარტული ევროპული ტიპის თეთრი მშრალი ღვინის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა. აღვნიშნავთ, რომ სპეციფიკის მიხედვით მიზანშეწონილია ცალ-ცალკე წარმოვადგინოთ რქაწითელისთვის, კახური მწვანესა და ქისის ტექნოლოგიური სქემები.

რქაწითელის არასტანდარტული ევროპული ტიპის მშრალი ღვინის წარმოების ტექნოლოგია შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება:იღებენ რქაწითელის ჯიშის ყურძენს ტექნიკური სიმწიფის პერიოდში, 20-22% შაქრიანობით, ათავსებენ ათავსებენ კლერტსაცლელ საჭყლეტში, მირებული უკლერტო დურდო გადააქვთ საწნეხში, თვითნადენ ფრაქციას შეურევენ პირველნაწნეხ ფრაქციას, ათავსებენ სპეციალურ ჭურჭელში და აყოვნებენ 14-15^{0}C თვითდაწმენდის მიზნით 24 საათის განმავლობაში. შემდეგ თვითდაწმენდილ წვენს დეკანტაციით გადაიღებენ, ათავსებენ სადუღარ ჭურჭელში უმატებენ ANS-ს 100მგ/ლ კონცენტრაციით და ატარებენ ალკოჰოლურ დუღილს ბუნებრივი მიკროფლორით 22-23^{0}C ტემპერატურაზე. ტემპერატურაზე. ალკოჰოლური დუღილის დამტავრების შემდეგ სადუღალ ჭურჭელს გადაავსებენ და გარკვეული დროით აყოვნებენ, შემდეგ დეკანტაციით გადაიღებენ მძიმე ლექიდან, ახლადდადუღებულ ღვინომასალას უტარებენ სულფიტირებას და კვლავ აყოვნებენ ფორმირებისთვის. შემდეგ ატარებენ მე-2 და მე-3 გადაღებას. მე-3 გადაღების შემდეგ თვითდაწმენდილი ღვინომასალის დამუშავებას აგრძელებენ 2 მიმართულებით: 2 მიმართულებით: 1.იღებენ გარკვეული მოცულობით თვითდაწმენდილ ღვინომასალას და ამუშავებენ ტექნოლოგიურად-უტარებენ ჟელატინით გაწებვას და ფილტრავენ. უტარებენ ქიმიურ ანალიზს და აყოვნებენ სპეციალურ ჭურჭელში 3 თვის განმავლობაში 14-16^{0}C ტემპერატურაზე. შემდეგ უტარებენ ქიმიურ ანალიზს კონდიციური მაჩვენებლების დასადგენას და დეგუსტაციით ადგენენ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს და ასხავენ ბოთლებში რეალიზაციისათვის. 2. თვითდაწმენდილი რქაწიტელი ღვინომასალას უტარებენ ქიმიურ ანალიზს კონდიციური მაჩვენებლების დასადგენად, საჭიროების შემთხვევაში ახდენენ დამატებით სულფიტირებას და ღვინომასალას ატავსებენ მუხის მრავალჯერადად

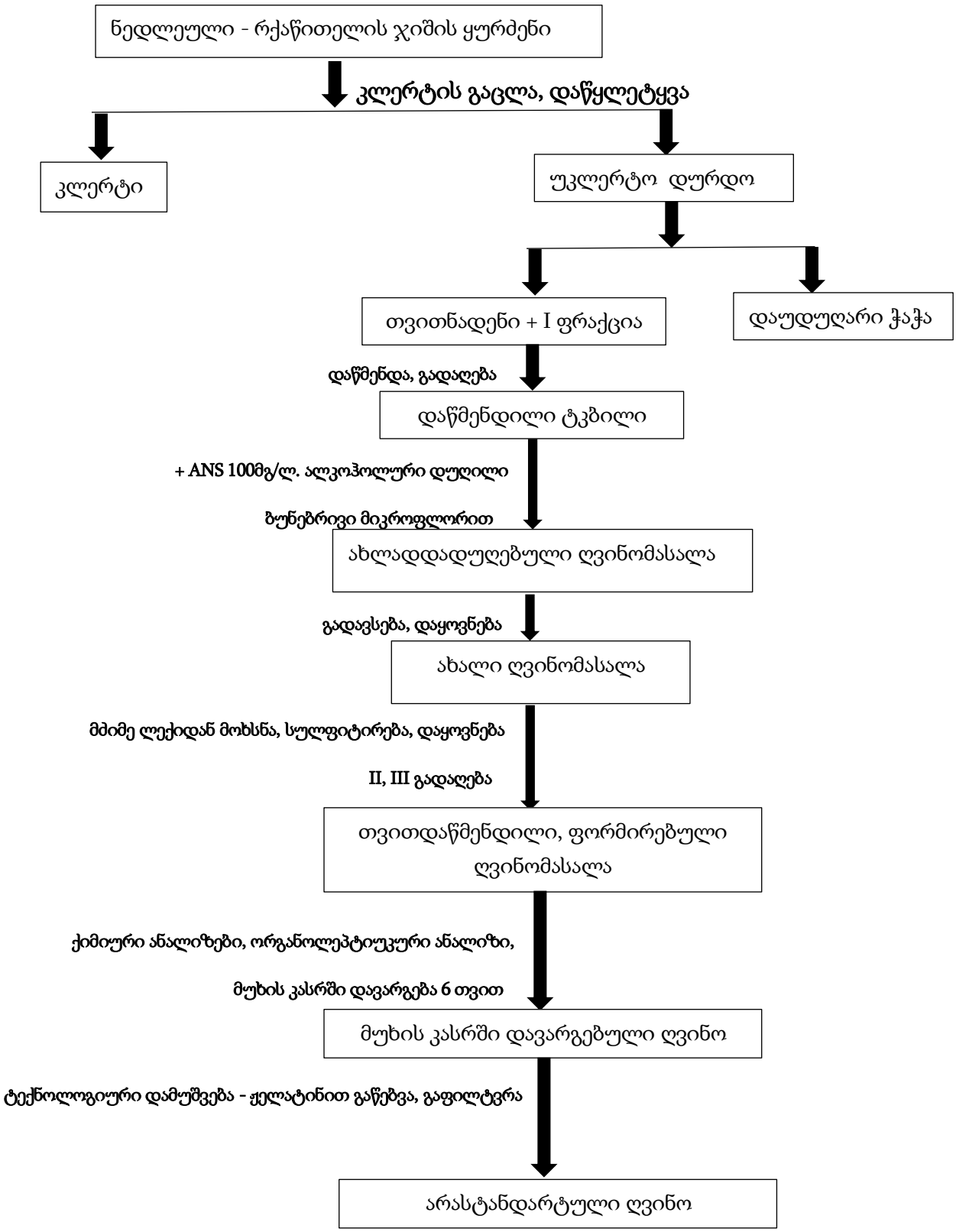
გამოყენებულ კასრში ფორმირების მიზნით 6 თვის განმავლობაში. შემდეგ დეკანტაციით გადმოიღებენ კასრიდან უტარებენ ჟელატინით გაწებვას, გაფილტვრას, ათავსებენ სპეციალურ ჭურჭელში და აყოვნებენ 3 თვით. შემდეგ უტარებენ ქიმიურ ანალიზს კონდიციური მაჩვენებლების დასადგენად, დეგუსტაციით ავლენენ ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს და ამზადებენ სარეალიზაციოდ (სქემა 2.8.1)

შენიშვნა. რქაწითელის არასტანდარტული ევროპული ტიპის ღვინის წარმოება შესაძლებელია განხორციელდეს მშრალი საფუარით „B 2000“ და ასევე, Sacch. Vini რქაწითელი 61 წმინდა კულტურის შტამით.

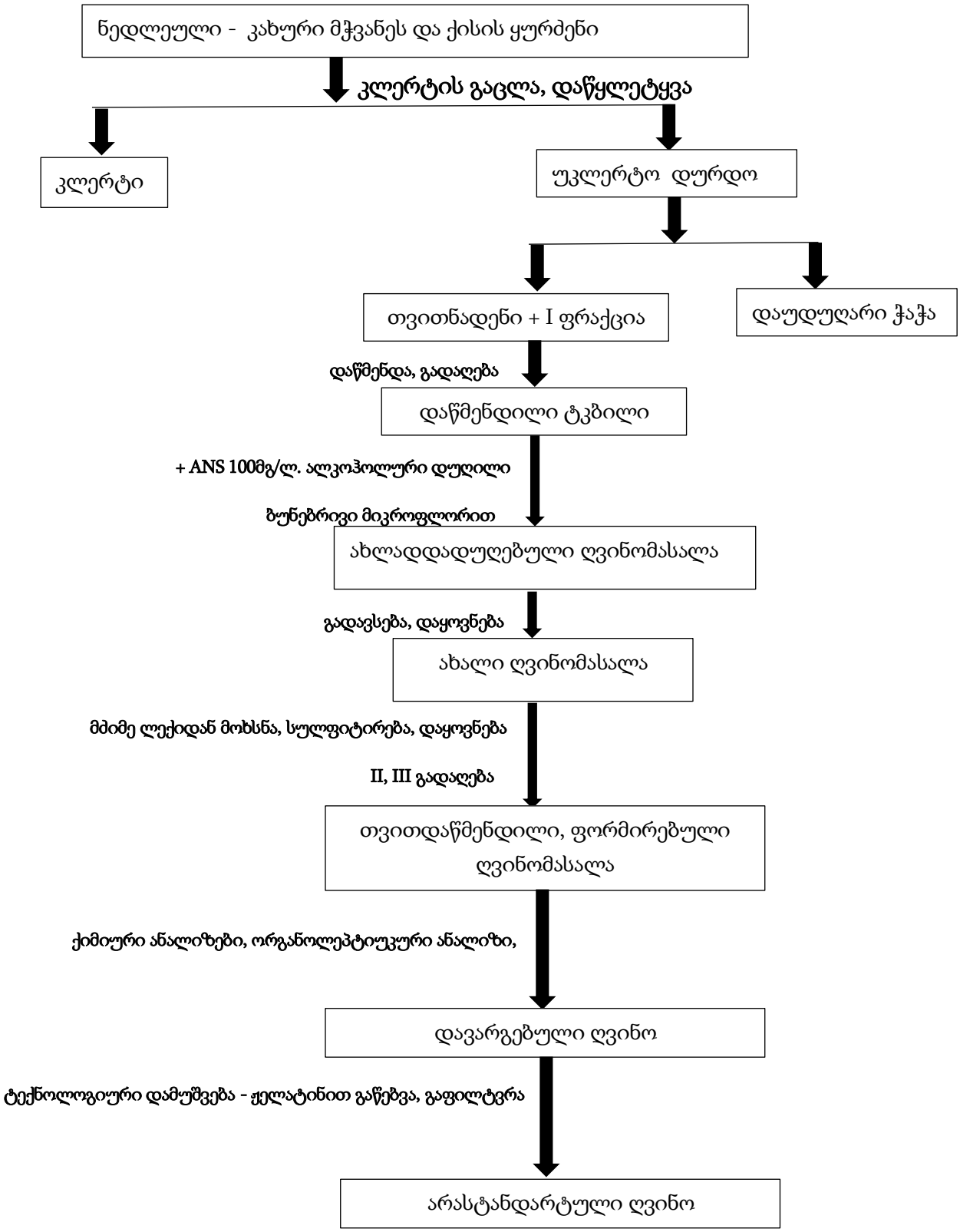
3.10 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის არასტანდარტული ღვინოების დამზადების ტექნოლოგია

კახური მწვანეს და ქისის არასტანდარტული ვეროპული ტიპის ღვინის წარმოების ტექნოლოგია შემდეგნაირად ჩამოყალიბდა: იღებენ კახური მწვანეს და ქისის ჯიშის ყურძენს ტექნიკური სიმწიფის პერიოდში 23,22 და 20,4% შაქრიანობით. ათავსებენ საჭყლეტკლერტსაცლელ დანადგარში, მიღებული უკლერტო დურდო გადააქვთ საწნეხში და იღებენ თვითნადენი ფრაქციის და პირველი ნაწნეხი ფრაქციის ნარევს. უტარებენ სულფიტირებას და აყოვნებენ თვითდასაწმენდად 14-15^{0}C ტემპერატურაზე 24-სთ ის განმავლობაში. შემდეგ თვითდაწმენდილი დეკანტაციით გადაირებენ, ამატებენ ANS-ს 100მგ/ლ კონცენტრაციით და ატარებენ ალკოჰოლურ დუღილს 22-23^{0}C მშრალი საფუარით „B 2000“ ალკოჰოლური დუღილის დამთავრების შემდეგ ახლადდადუღებულ ღვინომასალას გადაავსებენ და გარკვეული დროით აყოვნებენ. შემდეგ დეკანტაციით გადაირებენ მძიმე ლექიდან და აყოვნებენ ფორმირებისათვის. მე-2 და მე-3 გადაღების შემდეგ თვითდაწმენდილ ღვინომასალას უტარებენ ტექნოლოგიურ დამუშავებას - ჟელატინით გაწებვას. შემდეგ ფილტრავენ, უტარებენ ქიმიურ ანალიზს კონდიციური მაჩვენებლების დასადგენად და დეგუსტაციას ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების დასადგენად.

სქემა. 2.8.1 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა



სქემა. 2.8.2 კახური მწვანეს და ქისის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინოების დამზადების ტექნოლოგიური სქემა



3.11 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდის შედეგები

შევიმუშავეთ რა, საქართველოს თეთრყურძნიანი საღვინე ვაზის ჯიშებიდან - რქაწითელი, კახური მწვანე, ქისი, მეცნიერულად დასაბუთებული ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინოების ტექნოლოგია, გადავწყვიტეთ ჩაგვეტარებინა ამ ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდა. ამ მიზნით შევარჩიეთ რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული ღვინის ტექნოლოგიის და მისი საწარმოო გამოცდა ჩავატარეთ შატო „ზეგაანი“-ს ღვინის ქარხანაში (გურჯაანის რ-ნი). ტექნოლოგია განვახორციელეთ სქემის 2.8.1-ის ტექნოლოგიური ეტაპების თანმიმდევრული ცატარებით გურჯაანის რაიონში ავიღეთ რქაწითელის ჯიშის ყურძენი ტექნიკური სიმწიფის პერიოდში 22% შაქრიანობით, გავატარეთ კლერტსაცლელ საჭყლეთ დანადგარში, უკლერტო დურდოსგან მივიღეთ თვითნადენი+პირველი ნაწნეხი ფრაქცია, რომელიც თვითდაწმენდის შემდეგ გადავიტანეთ 1 ტონიანი მოცულობის, უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ვერტიკალურ ავზში, დავამატეთ ANS 100მგ/ლ კონცენტრაციით და ჩავატარეთ ალკოჰოლური დუღილი ბუნებრივი მიკროფლორით 22-23°C ტემპერატურაზე.

ალკოჰოლური დუღილის დამთავრების შემდეგ ტექნოლოგიური ეტაპები განვახორციელეთ სქემის 2.8.1 მიხედვით და დამზადებული მუხის კასრში დავარგებულ ღვინოში განვსაზღვრეთ ნარცენი შაქრების და რახის სპირტების კონცენტრაციები, ასევე სხვა კონდიციურიკონცენტრაციები, ასევე სხვა კონდიციური ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები და დამზადებული ღვინო შეფასდა გაფართოებული დეგუსტაციის საფუძველზე. რქაწითელის ევროპული ტიპის ქიმიურ-ფიზიკური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრ.9.1.2 სახით.

რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტულ საწარმოო ღვინოში იზოამილოლი დაფიქსირდა 175მგ/ლ, ამასთანავე ჰექსანოლი-5,0 მგ/ლ, რომელიც ჩვენ მიერ დამზადებულ უმეტეს საექსპერიმენტო ღვინოებში კვალის სახით აღინიშნებოდა. საყურადღებოა ასევე არომატული სპირტის 2-ფენილეთანოლის მაღალი კონცენტრაცია 60,8 მგ/ლ. რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული

საწარმოო ღვინო შესამოწმებლად წარდგენილ იქნა მაღალკვალიფიციური დეგუსტატორების წინაშე და დაიმსახურა მაღალი შეფასება.

ცხრილი.2.9.1 ნარჩენი შაქრებისა და უმაღლესი სპირტების კონცენტრაციები რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტულ საწარმოო ღვინოში

ვარიანტი. კონცენტრაცია 100 მგ/ლ	ნარჩენი შაქარი %	უმაღლესი სპირტები, მგ/ლ.				
		იზობუთანოლი	იზოამილოლი	ჰექსანოლი	1 - პროპანოლი	2-ფენილეთანოლი
რქაწითელი + ANS	0.38	43.0	175	5.0	1.1	60.8

ცხრილი.2.9.2 რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული საწარმოო ღვინის ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლები

დასახელება	რქაწითელი ANS 100 მგ/ლ
ფერი	მუქი ქარსვისფერი
გამჭვირვალობა	გამჭვირვალე სითხე, მინარევების გარეშე
სპირტშემცველობა, მოც, %	12,9
ექსტრაქტი, გ/ლ	19,7
გემო და არომატი	ჰარმონიული, ხანგრძლივი გემო. არომატზე მკვეთრად გამოხატული ჯიშური მახასიათებლები, დაბალანსებული მუხისეულ ტონებთან ერთად
მქროლავი მჟავიანობა, გ/ლ	0.59

ტირტული მჟავიანობა, გ/ლ	5,5
საერთო გოგირდი, მგ/ლ	150

რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტულ საწარმოო ღვინოში იზოამილოლი დაფიქსირდა 175მგ/ლ, ამასთანავე ჰექსანოლი-5,0 მგ/ლ, რომელიც ჩვენ მიერ დამზადებულ უმეტეს საექსპერიმენტო ღვინოებში კვალის სახით აღინიშნებოდა. საყურადღებოა ასევე არომატული სპირტის 2-ფენილეთანოლის მაღალი კონცენტრაცია 60,8 მგ/ლ. რქაწითელის ევროპული ტიპის არასტანდარტული საწარმოო ღვინო შესამოწმებლად წარდგენილ იქნა მაღალკვალიფიციური დეგუსტატორების წინაშე და დაიმსახურა მაღალი შეფასება.

3.12 კვლევის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება

ცხრილი#20.Wilcoxon Rank Sum Test-მიხედვით უმაღლესი სპირტების რაოდენობრივი მონაცემების დამუშავება

Data	
Level of Significance	**0.05**

Population 1 Sample	
Sample Size	6
Sum of Ranks	43
Population 2 Sample	
Sample Size	6
Sum of Ranks	35

Intermediate Calculations	
Total Sample Size n	12
*T*1 Test Statistic	43
*T*1 Mean	39
Standard Error of *T*1	6.2450
***Z* Test Statistic**	**0.6405126**

Two-Tail Test	
Lower Critical Value	**-1.9600**
Upper Critical Value	**1.9600**
***p*-Value**	**0.5218**
Do not reject the null hypothesis	

ერთმანეთს ვადარებთ იზოამილის სპირტის საშუალო მაჩვენებლებს „Sacch. Vini კახური 42“ და „რქაწითელი 61“- სათვის. ამ შემთხვევაში ვატარებთ ვილკოქსონის ნიშნიანი რანგების ტესტს, რომელიც ამოწმებს ორი დამოუკიდებელი პოპულაციის მედიანების ტოლობას. მიღებული შერჩევებიდან გამოთვლილი p-value=0.5218, ამიტომ არ გვაქვს საფუძველი ვამტკიცოთ, რომ პოპულაციების მედიანები განსხვავებულია.

ცხრილი# 21. Wilcoxon Rank Sum Test-ს მიხედვით ნარჩენი შაქრების რაოდენობრივი მონაცემების დამუშავება

Data	
Level of Significance	**0.05**

Population 1 Sample	
Sample Size	6
Sum of Ranks	57
Population 2 Sample	
Sample Size	6
Sum of Ranks	21

Intermediate Calculations	
Total Sample Size n	12
*T*1 Test Statistic	57
*T*1 Mean	39
Standard Error of *T*1	6.244998
***Z* Test Statistic**	**2.8823068**

Two-Tail Test	
Lower Critical Value	**-1.9600**
Upper Critical Value	**1.9600**
***p*-Value**	**0.0039**
Reject the null hypothesis	

ერთმანეთს ვადარებთ ნარჩენი შაქრების საშუალო მაჩვენებლებს „Sacch. vini კახური 42“ და „რქაწითელი 61“- სათვის. ამ შემთხვევაშიც გამოვიყენეთ ვილკოქსონის ნიშნიანი რანგების ტესტი, რომელიც ამოწმებს ორი დამოუკიდებელი პოპულაციის მედიანების ტოლობას. მიღებული შერჩევებიდან გამოთვლილი p-value=0.0039, ამიტომ გვაქვს მყარი საფუძველი ვამტკიცოთ, რომ პოპულაციების მედიანები განსხვავებულია.

4. დასკვნები და რეკომენდაციები

1. პირველად შერჩეულია ალტერნატიული აზოტოვანი წყარო (ANS) ღვინის საფუარების საკვები დანამატის სახით ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში დასამატებლად. დადგენილია ANS–ის უპირატესობა დიამონიუმის ჰიდროფოსფატთან (DAP) შედარებით. ეს აისახება ყურძნის ტკბილის თავისუფალი ამინომჟავებიდან წარმოქმნილი მეორადი მეტაბოლიტი რახის სპირტების კონცენტრაციის შემცირებით და ღვინოში თავისუფალი ამინომჟავების შენარჩუნებით. ეს ყოველივე კი განაპირობებს ევროპული ტიპის ღვინის ხარისხის გაუმჯობესებას;

2. დადგინდა ყურძნის ტკბილის ალკოჰოლურ დუღილში ANS-ის დასამატებელი ოპტიმალური კონცენტრაცია - 100 მგ/ლ;

3. ANS - ის მოქმედების ეფექტურობა დამოკიდებულია ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურაზე, მოდუღარი არეს მჟავიანობაზე (pH-ზე), ღვინის საფუარის შტამებზე. ზემოაღნიშნული ფაქტორების ოპტიმალური მაჩვენებლები შემდეგია: ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურა 22-23 ° C; მოდუღარი არეს მჟავიანობა (pH) – 3,4-3,8;

4. ღვინის საფუარის წმინდა კულტურების შტამები Sacch. Vini კახური 42 და რქაწითელი 61 ANS -ის თანაობით ალკოჰოლურ დუღილს წარმართავს ევროპული ტიპის ღვინის მშრალ კონდიციამდე შემდეგ პირობებში - ალკოჰოლური დუღილის ტემპერატურა 22-23 ° C, მჟავიანობა (pH) 3.8. ალკოჰოლური დუღილის წარმართვა 27-28°C ტემპერატურაზე pH-3.0–3.8 ინტერვალში მიუღებელია და არ არის მიზანშეწონილი მისი გამოყენება. აღნიშნულ პირობებში მიმდინარეობს არასრულყოფილი ალკოჰოლური დუღილი პროცესის აჩქარების შედეგად და ამასთანავე ღვინის ბუკეტის გაუარესება მისი შემადგენელი არომატწარმომქმნელი კომპონენტების ნაწილობრივი დაკარგვის გამო;

5. ANS-ით და DAP-ით რქაწითელიდან დამზადებულ ევროპული ტიპის არასტანდარტულ ღვინოებში რახის სპირტების წინამორბედი თავისუფალი ამინომჟავების კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. მაგალითად: ლეიცინი (DAP) – 16.8 მგ/ლ; ლეიცინი (ANS) – 21.6; იზოლეიცინი (DAP) – 3,8მგ/ლ; იზოლეიცინი (ANS) -10.8მგ/ და ა.შ

6. ევროპული ტიპის არასტანდარტულ საექსპერიმენტო ღვინოებში 2-ფენილეთანოლი დაფიქსირდა ინტერვალში **11,3 – 60,0 მგ/ლ ინტერვალში;**

7. დადგენილია ANS – ის უპირატესობა DAP - თან შედარებით, ღვინის საფუარების გამრავლების ინტენსივობის კუთხით, რაც აისახება საფუარების გაზრდილი ბიომასით, რომელიც ალკოჰოლურ დუღილში დამატებული ANS - ის კონცენტრაციის პირადპირ პროპორციულია;

8. დადგინდა ANS – ის თანაობით რქაწითელის, კახური მწვანეს და ქისის ყურძნის ტკბილის ეფექტური ალკოჰოლური დუღილი, როგორც ბუნებრივი მიკროფლორით, ასევე ზემოაღნიშნული წმინდა კულტურების შტამებით და მშრალი საფუარით.

9. შემუშავებულია ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის დამზადების ტექნოლოგია ქართული თეთრყურძნიანი ვაზის ჯიშებიდან - რქაწითელი, კახური მწვანე და ქისი. რქაწითელიდან ევროპული ტიპის არასტანდარტული მშრალი ღვინის ტექნოლოგიის საწარმოო გამოცდა ჩატარდა კახეთში - „შატო ზეგაანი“-ში. დამზადებული ღვინის დეგუსტაცია ჩატარდა აგრარული უნივერსიტეტის და მოწვეული მაღალკვალიფიციური დეგუსტატორების მიერ. მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე რეკომენდირებულია შემუშავებული ევროპული ტიპის მშრალი არასტანდარტული ღვინოების ტექნოლოგიის წარმოებაში დანერგვა.

გამოყენებული ლიტერატურის სია

დ. თამარაშვილი, სეპაჟური მეთოდით კახური და ევროპული ტიპის ღვინის დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავება და ჭაჭიდან მოხსნის ოპტიმალური ვადების დადგენა. ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი დისერტაცია.თბილისი, 2003, 148გვ.

მურმან ჯაფარიძე, 2006, ზოგიერთი აზოტშემცველი ნაერთის ტრანსფორმაცია მადერის ტიპის ღვინომასალაში. დისერტაცია ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2006,

ს.დურმიშიძე, ო.ხაჩიძე, ვაზის ბიოქიმია.„მეცნიერება“,თბილისი, 1985, 562გვ.

ს.დურმიშიძე, ო.ხაჩიძე, ყურძნის ქიმიური შედგენილობა. „მეცნიერება“, თბილისი, 1979, 191 გვ.

ს.დურმიშიძე, ო.ხაჩიძე, ყურძნის ქიმიური შედგენილობა. „მეცნიერება“, თბილისი, 1979, 191გვ.

¨Ayra¨p¨aa¨,T.(1971)Biosyntheticformationofhigheralcoholsbyyeast.Dependenceonthenitrogen nutrient level of the medium. Journal of the Institute of Brewing, 77, 266–275

2022, 26 – 28 September, Poster presentation, Paris. France.

2022, 26 – 28 September, pp. 61 – 64, Paris. France.

Aerny, J. (1997) Compose´s azot´es des mouˆts et des vins. Rev. Suisse Vitic. Hortic., 28, 161–165.

Agenbach W.A. (1977). A study of must nitrogen content in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity. South Afr. Society Enol. Vitic., 1, 66-87.

Aline Lonvaud, 2009; Springer Book Foreword, Universite´Victor Segalen Bordeaux 2 351 Cours de la Libe´ration. 33405 Talence Cedex, France.

Anna Halász, Ágnes Baráth, Livia Simon-Sarkadi, Wilhelm Holzapfel, Biogenic amines and their production by microorganisms in food, Trends in Food Science & Technology, Volume 5, Issue 2, 1994, Pages 42-49, ISSN 0924-2244,)

Antonelli A, Castellari L, Zambonelli C, Carnacini A. 1999. Yeast influence on volatile composition of wines. J Agric Food Chem 47:1139-44.

Antonio G. Cordente *,†, Damian Espinase Nandorfy † , Mark Solomon , Alex Schulkin, Radka Kolouchova, Ian Leigh Francis and Simon A. Schmidt Aromatic Higher Alcohols in Wine: Implication on Aroma and Palate Attributes during Chardonnay Aging. *Molecules,* 2021, 26, 4979

Arapitsas, P.; Ugliano, M.; Perenzoni, D.; Angeli, A.; Pangrazzi, P.; Mattivi, F. Wine metabolomics reveals new sulfonated products in bottled white wines, promoted by small amounts of oxygen. J. Chromatogr. A 2016, 1429, 155–165.

Arapitsas, P.; Guella, G.; Mattivi, F. The impact of SO2 on wine flavanols and indoles in relation to wine style and age. Sci. Rep. 2018, 8, 858.

Álvarez-Fernández, M.A.; Carafa, I.; Vrhovsek, U.; Arapitsas, P. Modulating wine aromatic amino acid catabolites by using Torulaspora delbrueck2 in sequentially inoculated fermentations or Saccharomyces cerevisiae alone. Microorganisms 2020, 8, 1349.

Äyräpää T. 1971. Biosynthetic formation of higher alcohols by yeasts. Dependence on the nitrogenous nutrient level of the medium. J Inst Brew 77:266-75.
B.W.Zoecklein, K.C. Fugelsang, B.H. Gump, F.S. Nury, Nitrogenous compounds, Production Wine Analysis, Springer:, New York, 1990, pp. 329-346.
Barre, P., Blondin, B., Dequin, S., Feuillat, M., Sablayrolles, J.M., & Salmon, J.M. (1998). La levure de fermentation alcoolique. In C. Flanzy (Ed.), Oenologie: fondements scientifiques et technologiques (pp. 454–497). Paris: Tec Doc Lavoisier.
Belda, I.; Ruiz, J.; Alastruey-Izquierdo, A.; Navascues, E.; Marquina, D.; Santos, A. Unraveling the Enzymatic Basis of Wine "Flavorome": A Phylo-Functional Study of Wine Related Yeast Species. Front. Microbiol. 2016, 7, 12.
Bell, S.J. ; Henschke, P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. Aust. J. Grape Wine Res. 2005, 11, 242–295.
Rizzon, L. Incidence de La Macération Sur La Composition Chimique des Vins. Ph.D. Thesis, Université de Bordeaux 2, Bordeaux, France, 1985.
Beltran, G., Torija, M.J., Novo, M., Ferrer, N., Poblet, M., Guillamo´n, J.M., Rozes, N., & Mas, A. (2002) Analysis of yeast populations during alcoholic fermentation: a six-year follow-up study. Syst. Appl. Microbiol., 25, 287–293
Bertrand A. 1980. Influence de la maturation de la vendange sur la teneur en substances volatiles des vins. « Connais, vigne et vin », 14, N3, 203-205

Bidan, P.; Feuillat, M.; Moulin, J.P. Technique d'élaboration et appréciation de la qualité. Rapport de la France. Bull. OIV 1986, 663–664, 563–626.
Soufleros, E.; Bouloumpasi, E.; Tsarchopoulos, C.; Biliaderis, C.G. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. Food Chem. 2003, 80, 261–273.
Bisson, L.F. (1991). Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes. In: Proceeding of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine. The American Society for Enology and Viticulture (pp. 78–89). Seattle, Washington, USA.

Bisson, L.F. (1999) Stuck and sluggish fermentations. Am. J. Enol. Vitic., 50, 107–119.
Bisson, L.F., & Butzke, C.E. (2000) Diagnosis and rectification of stuck and sluggish fermentations. Am. J. Enol. Vitic., 51, 168–177.
Boulton, R.B., V.L. Singleton, L.F. Bisson, and R.E. Kunkee. 1996. Principle and Practices of Winemaking. Chapman & Hall, New York. Pages 150-166.
Bover-Cid, S., & Holzapfel, W.H. (1999). Improved screening procedure for biogenic amine pro- duction by lactic acid bacteria. Int. J. Food Microbiol., 53, 33–34
Bu¨chner, E. 1897. Alkoholische Gahrung ohne Hefezellen. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 30:117–124.

Carrau FM, Medina K, Fariña L, Boido E, Henschke PA, Dellacassa E. 2008. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains. FEMS Yeast Res 8:1196-1207.
Chaves, M. M., Santos, T. P., Souza, C. R. D., Ortuño, M. F., Rodrigues, M. L., Lopes, C. M., Maroco, J. P. & Pereira, J. S. (2007). Deficit irrigation in grapevine improves water-use

efficiency while controlling vigour and production quality. Annals of Applied Biology, 150 (2), 237-252.
Chen, E. C.-H. (1978) The relative contribution of Ehrlich and biosynthetic pathways to the for- mation of fusel alcohols. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 36, 39–43.
Ciriacy, M. (1996) Alcohol dehydrogenases. In F.K. Zimmerman & K.D. Entian (Eds.), Yeast Sugar Metabolism: Biochemistry, Genetics, Biotechnology, and Applications (pp. 213–224). Boca Raton: CRC Press
Clemente-Jimenez, J. M., Mingorance-Cazorla, L., Mart´ınez-Rodr´ıguez, S., Las Heras-Va´zquez, F. J., & Rodr´ıguez-Vico, F. (2004) Molecular characterization and oenological properties of wine yeasts isolated during spontaneous fermentation of six varieties of grape must. Food Microbi- ology, 21, 149–155.
Constant´ı, M., Poblet, M.,Arola,L., Mas,A., & Guillamo´n,J.M. (1997). Analysisofyeastspop- ulations during alcoholic fermentation in a newly established winery. Am. J. Enol. Vitic., 48, 339–344.
Constant´ı, M., Reguant, C., Poblet, M., Zamora, F., Mas, A., & Guillamo´n, J. M. (1998) Molecu - lar analysis of yeast population dynamis: Effect of sulphur dioxide and the inoculum in must fermentation. Int. J. Food Microbiol., 41, 169-175.
Cooper TG. 1982. Nitrogen metabolism in Saccharomyces cerevisiae. In: JN Strathern, EW Jones, JR Broach, editors. The molecular biology of the yeast saccharomyces: metabolism and gene expression. Michigan: Cold Spring Harbor. p 680.
Cordente, A.G.; Solomon, M.; Schulkin, A.; Leigh Francis, I.; Barker, A.; Borneman, A.R.; Curtin, C.D. Novel wine yeast with ARO4 and TYR1 mutations that overproduce 'floral' aroma compounds 2-phenylethanol and 2-phenylethyl acetate. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2018, 102, 5977–5988.
Costantini, A., Cersosimo, M., Del Prete, V., & Garcia-Moruno, E. (2006). Production of biogenic amines by lactic acid bacteria: screening by PCR, TLC and HPLC of strains isolated from wine and must. J. Food Prot., 69, 391–396.
Coton, E., Rollan, G.C., & Lonvaud-Funel, A. (1998). Histidine carboxylase of Leuconostoc oenos 9204: purification, kinetic properties, cloning and nucleotide sequence of the hdc gene. J. Appl. Microbiol., 84, 143–151.
D. Sehovic; V.P. Tominac; V.. Maric, 2007; On higher alcohols in wine – Periodicum Biologorum, 109 (2), pp. 205 – 217
Davis RH. 1986. Compartmental and regulatory mechanisms in the arginine pathways of Neurospora crassa and Saccharomyces cerevisiae. Microbiol Rev 50(3):280–313.
Davis, C.R., Wibowo D.J., Lee, T.H., & Fleet, G.H. (1986). Growth and Metabolism of Lactic Acid Bacteria during and after MLF of Wines at Different pH. Appl. Environ. Microbiol., 51, 539–545.
Deed, R.C.; Hou, R.; Kinzurik, M.I.; Gardner, R.C.; Fedrizzi, B. The role of yeast ARO8, ARO9 and ARO10 genes in the biosynthesis of 3-(methylthio)-1-propanol from L-methionine during fermentation in synthetic grape medium. FEMS Yeast Res. 2019, 19, foy109.
Del Nobile, M.A., D'Amato, D., Altieri, C., Corbo, M.R., & Sinigaglia, M. (2003) Modeling the yeast Growth-Cycle in a model wine system. J. Food Sci., 68, 2080–2085.

de-la-Fuente-Blanco, A.; Saenz-Navajas, M.P.; Ferreira, V. On the effects of higher alcohols on red wine aroma. Food Chem. 2016, 210, 107-114
Dizy, M. & Polo, M.C. (1996). Changes in concentration of nitrogenous compounds during fermentation of white grape musts at pilot plant scale. Food Sci. Technol. Int., 2, 87-93.
Dolores Perez [a], Mariela Assof [b], Esteban Bolcato [a], Santiago Sari [a], Martin Fanzone [b], "Combined effect of temperature and ammonium addition on fermentation profile and volatile aroma of Torrontes Riojano wines", LWT - Food Science and Technology 87 (2018) 488-497.
Dueñas-Sanchez, R.; Perez, A.G.; Codon, A.C.; Benitez, T.; Rincon, A.M. Overproduction of 2-phenylethanol by industrial yeasts to improve organoleptic properties of bakers' products. Int.J.Food Microbiol. 2014, 180, 7–12.
Fukuda, K.; Watanabe, M.; Asano, K. Altered Regulation of Aromatic Amino Acid Biosynthesis in β-Phenylethyl-alcoholoverproducing Mutants of Sake Yeast Saccharomyces cerevisiae. Agric. Biol. Chem. 1990, 54, 3151–3156.
Ehrlich, F. 1907. U ¨ber die Bedingungen der Fuselo¨lbildung und u¨ber ihren Zusammenhang mit dem Eiweissaufbau der Hefe. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 40:1027-1047.
Escudero, A., Cacho, J., and Ferreira, V. (2000). Isolation and identification of odorants generated in wine during its oxidation: a gas chromatography-olfactometric study. Eur. Food Res. Technol., 211, 105–110.
Etschmann, M. M., W. Bluemke, D. Sell, and J. Schrader. 2002. Biotechnological production of 2-phenylethanol. Appl. Microbiol. Biotechnol. 59:1–8
Fang, Y.; Qian, M. Aroma compounds in Oregon Pinot Noir wine determined by aroma extract dilution analysis (AEDA). Flavour Fragr. J. 2005, 20, 22-29.
Fang, Y.; Qian, M. Aroma compounds in Oregon Pinot Noir wine determined by aroma extract dilution analysis (AEDA). Flavour Fragr. J. 2005, 20, 22–29.
Sáenz-Navajas, M.-P.; Fernández-Zurbano, P.; Ferreira, V. Contribution of Nonvolatile Composition to Wine Flavor. Food Rev. Int. 2012, 28, 389–411.
Soejima, H.; Tsuge, K.; Yoshimura, T.; Sawada, K.; Kitagaki, H. Breeding of a high tyrosol-producing sake yeast by isolation of an ethanol-resistant mutant from a trp3 mutant. J. Inst. Brew. 2012, 118, 264–268.
Fernandez, P.A., & Manca de Nadra, M.C. (2006). Growth response and modifications of organic nitrogen compounds in pure and mixed cultures of lactic acid bacteria from wine. Curr. Micro- biol., 52, 86–91.
Fernando Zamora, "Chemical and Biochemical Aspects of Winemaking" Part 1, 2009, Springer Science+Business Media, LLC 200.
Ferreira, V. Volatile aroma compounds and wine sensory attributes. In Managing Wine Quality; Reynolds, A.G., Ed.; Woodhead Publishing: New York, NY, USA, 2010; pp. 3-28. 49. Szlavko, C. Tryptophol, tyrosol and phenylethanol-the aromatic higher alcohols in beer. J. Inst. Brew. 1973, 79, 283-288
Feuillat M: The nitrogenous constituents of grapes and wines. Le Vigneron Champenois. 1974;5: 201–210. 23. Spayd SE, Andersen-Bagge J: Free amino acid composition of grape juice

from 12 Vitis vinifera cultivars in Washington. American Journal of Enology and Viticulture. 1996; 47:389–402.
Feuillat, M., Brillant, G. & Rochard, J. (1980). Mise en ´Evidence d'une Production de Proteases Exocellulaires par les Levures au Cours de la Fermentation alcoolique du Moueˆt de Raisin. Conn. Vigne Vin, 14, 37–52.
Fischer, E. 1894. Einfluss der Configuration auf die Wirkung der Enzym. Chem. Ber. 27:2985–2993

Fleet, G.H. (1993) The microorganisms of winemaking – isolation, enumeration and identification. In G.H. Fleet (Ed.), Wine Microbiology and Biotechnology (pp. 1–25). Reading: Hrawood Academic.
Fleet, G.H., & Heard, G.M. (1993) Yeast-growth during fermentation. In G.H. Fleet (Ed.), Wine Microbiology and Biotechnology (pp. 27–54). Reading: Hrawood Academic
Fraile, P., Garrido, J. & Ancin, C. (2000). Influence of a Saccharomyces cerevisiae selected strain in the volatile composition of rose wines. Evolution during fermentation. J. Agric. Food Chem., 48, 1789–1798
Furdíková K., Makyšová K., Špánik I. (2017): Effect of indigenous S. cerevisiae strains on higher alcohols, volatile acids, and esters in wine. Czech J. Food Sci., 35: 131–142.

G. Petrovic; J.L. Aleixandre-Tudo[I]; A. Buica. Grape Must Profiling And Cultivar Discrimination Based On Amino Acid Composition And General Discriminant Analysis With Best Subset. South African Journal of Enology and Viticulture, 2019. vol. 40 n. 2, pp. 266-278.
Gancedo, J.M. (1988) La regulation du metabolisme des sucres chez la levure. In P. Bidan & J.R. Bonneviale (Eds.), Application a` l'œnologie des progr`es re´cents en microbiologie et en fermentation (pp. 133–143). Paris: OIV
Garde-Cerdán T, Ancín-Azpilicueta C. 2008. Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen deficient must on the formation of esters alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. LWT-Food Sci Technol 41:501-10.

Gregan, S. M., Wargent, J. J., Liu, L., Shinkle, J., Hofmann, R., Winefield, C., Trought, M., & Jordan, B. (2012). Effects of solar ultraviolet radiation and canopy manipulation on the biochemical composition of Sauvignon Blanc grapes. Australian Journal of Grape and Wine Research, 18(2), 227-238.
Hazelwood, L.A.; Daran, J.M.; van Maris, A.J.; Pronk, J.T.; Dickinson, J.R. The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: A century of research on Saccharomyces cerevisiae metabolism. Appl. Environ. Microbiol. 2008, 74, 2259–2266.
Heard, G. (1999) Novel yeasts in winemaking – looking to the future. Food Australia, 51, 347–352. Henschke, P. A. (1997) Wine yeast. In F. K. Zimmermann & K.-D. Entian (Eds.), Yeast sugar metabolism: biochemistry, genetics, biotechnology, and applications (pp. 527–560). Lancaster, PA: Technomic.
Henschke, P. A., and V. Jiranek. 1993. Metabolism of nitrogen compounds, p.77-164. In G. H. Fleet (ed.), Wine microbiology and biotechnology. Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland.

Herna´ndez-Orte,P.,Cacho,J.,&Ferreira,V.(2002)Relationship between varietal amino acid pro- file of grapes and wine aromatic composition. Experiments with model solutions and chemo- metric study, J. Agric. Food Chem., 50, 2891–2899.
Herna´ndez-Orte,P.,Ibarz,M.J.,Cacho,J.,&Ferreira, V. (2005). Effect of the addition of ammo- nium and amino acids to musts of Airen variety on aromatic composition and sensory properties of the obtained wine. Food Chem., 89, 163–174
Herna´ndez-Orte,P.,Ibarz,M.J.,Cacho,J.,&Ferreira, V. (2006) Addition of amino acids to grape juice of the Merlot variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation. Food Chem., 98, 300-310

Hernández-Orte, P., Cacho, J. F., & Ferreira, V. (2002). Relationship between varietal amino acid profile of grapes and wine aromatic composition. Experiments with model solutions and chemometric study. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(10), 2891-2899.

Herraiz-T; Huang-Z; Ough-CS, 1993 Amino Acids And Ethyl Esters Of Amino Acids In Sparkling And `sur Lie' Wines. Italian Journal of Food Science, V5 N1, 11-20
Hohmann, S. (1996) Pyruvate decarboxylases. In F.K. Zimmerman & K.D. Entian (Eds.), Yeast Sugar Metabolism: Biochemistry, Genetics, Biotechnology, and Applications (pp. 187–212). Boca Raton: CRC Press.
Holt, S.; Miks, M.H.; de Carvalho, B.T.; Foulquié-Moreno, M.R.; Thevelein, J.M. The molecular biology of fruity and floral aromas in beer and other alcoholic beverages. FEMS Microbiol.Rev.2019,43,193-222.
.Kitagaki, H.; Kitamoto, K. Breeding research on sake yeasts in Japan: History, recent technological advances, and future perspectives. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2013, 4, 215–235.

Houtman, A. C., & Du Plessis, C. S. (1981) The effect of juice clarity and several conditions promoting yeast growth on fermentation rate, the production of aroma components and wine quality. South African Journal of Enology and Viticulture, 2, 71–81
Houtman, A. C., & Du Plessis, C. S. (1981) The effect of juice clarity and several conditions promoting yeast growth on fermentation rate, the production of aroma components and wine quality. South African Journal of Enology and Viticulture, 2,71-81.
Houtman, A. C., Morais, J., & Du Plessis, C. S. (1980) Factors affecting the reproducibilityof fermentation of grape juice and of the aroma composition of wines. I Grape maturity, sugar, inoculation concentration, aeration, juice turbidity and ergosterol. Vitis, 19, 37–54

Huang Z, Ough CS: Amino acid profiles of commercial grape juices and wines. American Journal of Enology and Viticulture. 1991; 45:261–267.

Ingledew, W.M. & Kunkee, R.E. (1985). Factors Influencing Sluggish Fermentations of Grape Juice. Am. J. Enol. Vitic., 36, 65–76.

Jackson DI, Lombard PB: Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-a review. American Journal of Enology and Viticulture. 1993; 44:409-430.

Jansen, M. A., Gaba, V., & Greenberg, B. M. (1998). Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. Trends in Plant Science, 3(4), 131-135.
Jiranek, V., Langridge, P., & Henschke, P.A. (1995) Regulation of hydrogen sulfite liberation in wine-producing Saccharomyces cerevisiae strains by assimilable nitrogen. Appl. Environm. Microbiol., 61, 461–467.

Jogaiah, S., Oulkar, D. P., Banerjee, K., Raveendran, P., & Rokade, N. P. (2010). Amino acid profile of 'Thompson Seedless' grapes grafted on different rootstocks at various stages of berry development. International Journal of Fruit Science, 10(3), 323-340.
Jones, M., and J. S. Pierce. 1964. Absorption of amino acids from wort by yeasts. J. Inst. Brew. 70:307-315.
José Manuel Mirás-Avalos, Yolanda Bouzas-Cid, Emiliano Trigo-Córdoba, Ignacio Orriols and Elena Falqué. Amino Acid Profiles to Differentiate White Wines from Three Autochtonous Galician Varieties. Foods 2020, vol.9, 114-131.
Karin Mandl, Karin Silhavy-Richter, Karin Korntheuer, Martin Prinz, Elsa Patzl-Fischerleitner and Reinhard Eder. Influence of different yeasts on the amino acid pattern of rosé wine. BIO Web Conf.**Vol.** 9, 2017, .40th World Congress of Vine and Wine
Kliewer, W. M. (1970). Free amino acids and other nitrogenous fractions in wine grapes. Journal of Food Science, 35 (1), 17-21
Klingshirn, L. M., Liu, J. R., & Gallander, J. F. (1987) Higher alcohol formation in wines as related to the particle size profiles of juice insoluble solids. American Journal of Enology and Viticulture, 38, 207–210.
Kluba, R. M., Mattick, L. R., & Hackler, L. R. (1978). Changes in the free and total amino acid composition of several Vitis labruscana grape varieties during maturation. American Journal of Enology and Viticulture, 29(2), 102-111.
Kunkee, R.E. (1991). Relationship between nitrogen content of must and sluggish fermentation. In Proceedings of the International Symposium of Nitrogen in Grapes and Wine, 18–19 de Juny de 1991, Seattle, Washington (pp. 148–155). Davis CA: American Society of Enology and Viticulture.
L´opez et al. 1996), Lao, C., L´opez-Tamames, E., Lamuela-Ravento´s, R. M., Buxaderas, S., Torre-Bonat, M. C. (1996). Effect of grape pectic enzyme treatment on phenolics of white musts and wines. In J. Ver- cauteren, C. Che`ze, M. C. Dumon, J. F. Weber (Eds.), Polyphenols communications 96/XV2- Ith International Conference on Polyphenols (Vol. 2, pp. 303–304). Bordeaux: Secre´tariat du Groupe Polyphe´nols.
L´opez, R., Santamar´ıa, P., Guti´errez A.R. & I˜niguez, M. (1996). Changes in amino acids during the alcoholic fermentation of grape juice at different temperatures. Sci. Aliment., 16, 529–535.

Lafon-Lafourcade, S. (1983). Wine and brandy. Biotechnology, In H.J. Rehm & G. Reed. (Eds.), Food and Feed Production with Microorganisms, Vol 5, (pp. 81–163). Weinheim: Verlag Chemie.

Lafon-Lafourcade, S., & Peynaud, E. (1974) Sur l'action antibacterienne de l'anhidride sulfureux sous forme libre et sous forme combine´e. Conn. Vigne Vin, 8, 187–203

Lafon-Lafourcade, S., Geneix, C., & Ribereau-Gayon, P. (1984). Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts and their elimination by yeast ghosts. Appl. Environm. Microbiol., 47, 1246–1249

Lampitt, L. H. 1919. Nitrogen metabolism in Saccharomyces cerevisiae. Biochem. J. 13:459-486.

Lilly, M.; Lambrechts, M.G.; Pretorius, I.S. Effect of increased yeast alcohol acetyltransferase activity on flavor profiles of wine and distillates. Appl. Environ. Microbiol. 2000, 66, 744-753.
Lilly,M., F.F.Bauer, G.Styger, M.G.Lambrechts, and I.S.Pretorius. 2006. The effect of increased branched-chain amino acid transaminase activity in yeast on the production of higher alcohols and on the flavour profiles of wine and distillates. FEMS Yeast Res. 6:726-743.
Lonvaud-Funel, A. (1999). Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine. Anton. Leeuw, 76, 317–331.

Lucie A. Hazelwood,[1,2] Jean-Marc Daran,[1,2] Antonius J. A. van Maris,[1,2] Jack T. Pronk,[1,2] and J. Richard Dickinson[3], 2008 – MINIREVIEW "The Ehrlich Pathway for Fusel Alcohol Production: a Century of Research on Saccharomyces cerevisiae Metabolism" Department of Biotechnology, Delft University of Technology,[1] and Kluyver Centre for Genomics of Industrial Fermentation,[2] 2628 BC Delft, The Netherlands, and Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Cardiff CF10 3TL, United Kingdom[3]
Lucie A. Hazelwood,[1,2] Jean-Marc Daran,[1,2] Antonius J. A. van Maris,[1,2] Jack T. Pronk,[1,2] and J. Richard Dickinson[3], MINIREVIEW, The Ehrlich Pathway for Fusel Alcohol Production: a Century of Research on Saccharomyces cerevisiae Metabolism,VOL. 74, 2008, APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Apr. 2008, p. 2259-2266 Vol. 74, doi:10.1128/AEM.02625-07, American Society for Microbiology.
M. Victoria Moreno-Arribas and M. Carmen Polo, 2009, Amino Acids and Biogenic Amines, Part 2 Wine Chemical Compounds and Biochemical Processes. Springer Book.
M.Cameleyre, G. Lytra, S. Tempere, J.-C. Barbe, Olfactory impact of higher alcohols on red wine fruity ester aroma expression in model solution, J. Agric. Food Chem. 63 (2015) 9777-9788.

M.P.Sáenz-Navajas, J.M. Avizcuri, J .Ballester, P. Fernández-Zurbano,V.Ferreira, D.Peyron,D.Valentin, Sensory-activecompoundsinfluencingwineexperts' and consumers' perception of red wine in trinsic quality, LWT-Food Sci.Tech nol. 60 (2015) 400-411.

Manginot, C., Roustan, J.L., & Sablayrolles, J.M. (1998) Nitrogen demand of different yeast strains during alcoholic fermentation. Importance of stationary phase. Enz. Micro. Technol., 23, 511–517.
Mar Vilanova, ... Paul A. Henschke, Influence of Diammonium Phosphate Addition to Fermentation on Wine Biologicals.in Processing and Impact on Active Components in Food, 2015,pp. 483-491
Marcobal, A., de las Rivas, B., Moreno-Arribas, M.V. & Mun˜oz, R. (2004). Identification of the ornithine decarboxylase gene in the putrescine-producer Oenococcus oeni BIFI-83. FEMS Microbiol. Lett., 239, 213–220.

Martínez-Lüscher, J., Torres, N., Hilbert, G., Richard, T., Sánchez-Díaz, M., Delrot, S., Aguirreolea J., Pascual I, & Gomès, E. (2014). Ultraviolet-B radiation modifies the quantitative and qualitative profile of flavonoids and amino acids in grape berries. Phytochemistry, 102, 106-114.

Massoutier, C., Alexandre, H., Feuillat, M., & Charpentier, C. (1998) Isolation and characterization of cryotolerant Saccharomyces strains. Vitis, 37, 55-59

McGovern, P. E., J. Zhang, J. Tang, Z. Zhang, G. R. Hall, R. A. Moreau, A. Nunez, E. D. Butrym, M. P. Richards, C. S. Wang, G. Cheng, Z. Zhao, and C. Wang. 2004. Fermented beverages of pre- and proto-historic China. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101:17593-17598.
Meilgaard, M. C. 1975. Flavor chemistry of beer. MBAA Tech. Q. 12:107-117.

Monteiro F.. Bisson L., 1992 Nitrogen Supplementation Of Grape Juice .1. Effect On Amino Acid Utilization During Fermentation. American Journal Of Enology And Viticulture, V43 N1:1-10.
Moreno-Arribas, M.V., Pueyo, E., Polo, M.C., & Mart´ın- ´Alvarez, P.J. (1998). Changes in the amino acid composition of the different nitrogenous fractions during the aging of wine with yeasts. J. Agric. Food Chem., 46, 4042–4051
Mortimer, R., & Polsinelli, M. (1999). On the origin of wine yeast. Res. Microbiol., 150, 199–204.
N. Nutsubidze, E. Kirtadze, N.saghinadze, V. Aplakov, Alanine and Asparatic Acid Assimilation by yeasts During Secondary Alcoholic Fermentation. BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, vol.2, no.1, 2008
Neubauer, O., and K. Fromherz. 1911. U ¨ber den Abbau der Aminos¨auren bei der Hefeg¨arung. Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 70:326–350

Neubaur O., Fromherz K. 1911. Uber den Abbau der Aminosauren bei der Hefengurung. Zts. physiol. Chom., 70, 1326.

Nodar Nutsubidze, Engur Kirtadze, Nato Saghinadze, Varlam Aplakov. Alanine and Aspartic Acid Assimilation byYeasts During Secondary Alcoholic Fermentation. Bulletin of Georgian National Academy of sciences.Vol.2, no.1, 2008, 83-86

Oshita, K., Kubota, M., Uchida, M., & Ono, M. (1995) Clarification of the relationship between fusel alcohol formation and amino acid assimilation by brewing yeast using 13C-labelled amino acid. Proceedings european brewing convention. Brussels (pp. 387–394). Oxford, UK: Oxford University Press.
Ostwald, W. 1892. Studien zur Energetik I. Z. Phys. Chem. 9:563-578. 47
Ostwald, W. 1892. Studien zur Energetik 2. Z. Phys. Chem. 10:42-63

Ough, C.S., (1964). Fermentation rates of juice.I. Effects of temperature and composition on white juice fermentation rates. Am. J. Enol. Vitic., 15, 167–177
P. Vashakidze, M. Bezhuashvili. Factors Affecting on the Concentration of Aromatic Alcohol 2-Phenylethanol in Alcoholic fermentation of Grape Juice. 44th PARIS INTERNATIONAL CONFERENCE ON "Advances in Engineering, Science and Technology" (PAEST – 22).

P. Vashakidze, M. Bezhuashvili. Factors Affecting on the Concentration of Aromatic Alcohol 2-Phenylethanol in Alcoholic fermentation of Grape Juice. 44th PARIS INTERNATIONAL CONFERENCE ON "Advances in Engineering, Science and Technology" (PAEST – 22).

P. Vashakidze, M. Bezhuashvili. Fusel Alcohols of Wine – Alternative Nitrogenous Substance in Alcoholic fermentation. Current Topics in Agricultural Sciences, vol.8, chapter 6, pp. 55 – 62, (Book, BP International).

P. Vashakidze, M. Bezhuashvili. Higher Alcohols of Wine – Transformation Regulation of Intermediate Products in Alcoholic Fermentation. International Journal of Agriculture Innovations and Research. Vol. 8, issue 5. pp. 455 – 461.

P. Vashakidze, M. Bezhuashvili. The higher alcohols – as secondary metabolites of alcoholic fermentation of Grape Juice, 42 nd World congress of Vine and Wine, Abstract book, pp. 422-423 15th – 19th July 2019, Geneva, Switzerland;

P. Marullo, D. Dubourdieu, Yeast selection for wine flavor modulation; Aromatic impact overview of higher alcohols and general directions for yeast selection. in Managing Wine Quality , 2022, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2022, pp. 371-426.

P.Etievant, Wine. Volatile Compounds in Foods and Beverages, Marcel Dekker, M.H. NewYork, US, 1991, pp. 483-546.

Perpete, P.; Duthoit, O.; De Maeyer, S.; Imray, L.; Lawton, A.I.; Stavropoulos, K.E.; Gitonga, V.W.; Hewlins, M.J.; Dickinson, J.R. Methionine catabolism in Saccharomyces cerevisiae. FEMS Yeast Res. 2006, 6, 48–56

Peynaud E., Guimberteau G. 1962 b. Necanismes de la formation des alcohols superierurs on coure de la fermentation alcoolique. C.R. Acad. Sci., 2448, 868

Pozo-Bayo´n,M.A.,Alca´ıde, J.M., Polo, M.C., & Pueyo, E. (2005). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory compounds in white and red wines. Food Chem., 100, 43–47

Pretorius, I.S., Van der Westhuizen, T.J., & Augustyn, O.P.H. (1999) Yeast biodiversity invineyards and wineries and its importante to the South African wine industry. S. Afr. J. Enol. Vitic., 20, 61–74.

Pripis-Nicolau, L., de Revel, G., Bertrand, A., & Lonvaud-Funel, A. (2004). Methionine catabolism and production of volatile sulphur compounds by Oenococcus oeni. J. Appl. Microbiol., 96, 1176–1184

Qing-An Zhang [a,b,*] , Bo-Wen Xu[a], Bo-Yu Chena,Wu-QiZ hao[a], Chao-Hui Xue[b], Ultra sound as an effective technique to reduce higher alcohols of wines and its influencing mechanism investigation by employing a model wine, Ultrasonics - Sonochemistry 61, 2020.

Rapp A, Versini G. 1991. Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds in wine. In: Rantz J, editor. Proceedings of the international symposium on nitrogen in grapes and wine. Davis: American Society for Enology and Viticulture. p. 156-64

Rapp, A., & Versini, G. 1996, Springer Book, "Influence of nitrogen on compounds in grapes on aroma compounds in wines". *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 51, 193–203.*
Regenberg, B., During-Olsen, L., Kielland-Brandt, M. C., & Holmberg, S. (1999) Substrate speci- ficity and gene expression of the amino-acid permeases in Saccharomyces cerevisiae. Current Genetics, 36, 317–328.
Remize, F., Gaudin, A., Kong, Y., Guzzo, J., Alexandre, H., Krieger, S. & Guilloux-Benatier, M. (2006). Oenococcus oeni preference for peptides: Qualitative and quantitative analysis of nitrogen assimilation. Arch. Microbiol., 185, 459–469.
Ribe´reau-Gayon,P.,Glories,Y.,Maujean,A.,&Dubourdieu,D.(2000b)Conditionsofyeast development. In P. Ribe´reau-Gayon (Ed.), Handbook of Enology, Vol 2, (pp. 75–107). Chichester: John Wiley & sons, Ltd.
Rizzon, L. Incidence de La Macération Sur La Composition Chimique des Vins. Ph.D. Thesis, Université de Bordeaux 2, Bordeaux, France, 1985.
Garde-Cerdán, T.; Lorenzo, C.; Lara, J.F.; Pardo, F.; Ancín-Azpilicueta, C.; Salinas, M.R. Study of the evolution of nitrogen compounds during grape ripening. Application to differentiate grape varieties and cultivated systems. J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 2410–2419.
Soufleros, E.; Barrios, M.l.; Bertrand, A. Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. Am. J. Enol. Vitic. 1998, 49, 266–278.

Robinson, A.L.; Boss, P.K.; Solomon, P.S.; Trengove, R.D.; Heymann, H.; Ebeler, S.E. Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. Am. J. Enol. Vitic. 2014, 65, 1–24.
Rodopulo: Rodopulo AK, Lyudnikova TA, Bezzubov AA (1985) Effect of yeast cultivation conditions on the biosynthesis and accumula-tion of aromatic substances. Appl Biochem Microbiol 21:332–336
Romano, P., & Suzzi, G. (1993) Sulfur dioxide and wine microorganisms. In G.H. Fleet (Ed.), Wine Microbiology and Biotechnology (pp. 373–393). Reading: Harwood Academic.
Sablayrolles, J.M., & Barre, P. (1986) Evaluation des besoins en oxygen de fermentations alcooliques en conditions oenologiques sile´es. Sci. Aliments, 6, 373–383.
Sablayrolles, J.M., Dubois, C., Manginot, C., Roustan, J.L., & Barre, P. (1996). Efectiveness of combined ammoniacal nitrogen and oxygen additions for completion of sluggish and stuck fermentation. J. Fermen. Bioeng., 82, 377–381
Sapis-Domerq, S. (1980) ´Etude de l'influence des produits de traitement de la vigne sur la microflore des raisins et des vins. Conn. Vigne Vin, 14, 155–181
Silla, M. H. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. Int. J. Food Microbiol., 29, 213–231.

Singh, V. P., Srivastava, P. K., & Prasad, S. M. (2012). UV-B induced differential effect on growth and nitrogen metabolism in two cyanobacteria under copper toxicity. Cellular and Molecular Biology, 58 (1), 85-95.

Smyth, H., Cozzolino, D., Herderich, M. J., Sefton, M. A., & Francis, I. L. (2005) Relating volatile composition to wine aroma: Identification of key aroma compounds in Australian white wines. In R. J Blair, P. J. Williams, & I. S. Pretorius (Eds.), Proceedings of the Twelfth

Australian Wine Industry Technical Conference, Melbourne, Australia (pp. 31–33). Australian Wine Industry Technical Conference Inc.: Adelaide, SA
Soufleros, E., Barrios, M.L. & Bertrand, A. (1998). Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. Am. J. Enol. Vitic., 49, 266–278.

Stines AP, Grubb J, Gockowiak H, Henschke PA, Høj PB, van Heeswijck R: Proline and arginine accumulation in developing berries of Vitis vinifera L. in Australian vineyards: Influence of vine cultivar, berry maturity and tissue type. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2000; 6:150–158. Doi: 10.1111/j.1755-0238. 2000.tb00174.x

Taylor, W.H. (1957) Formol Titration: An evaluation of its various modifications. Analyst, 82, 488–498.
Ten Brink, B, Damink, C., Joosten, H.M.L.J. & Huis in't Veld, J.H.J. (1990). Occurrence and formation of biologically active amines in foods. Int. J. Food Microbiol., 11, 73–84.
Thorne, R. S. W. 1937. The assimilation of nitrogen from amino acids by yeast. J. Inst. Brew. 43:288–293.

Thorne, R. S. W. 1941. The growth and fermentation of a strain of S. cerevisiae with amino acids as nutrients. J. Inst. Brew. 47:255–272.

Tracey, R.P. & Britz, T.J. (1989). The effect of amino acids on malolactic fermentation by Leuconostoc oenos. J. Appl. Bacteriol., 67, 589–596.
Vilanova, M., Ugliano, M., Varela, C., Siebert, T., Pretorius, I. S., & Henschke, P. A. (2007) Assim- ilable nitrogen utilisation and production of volatile and non-volatile compounds in chemically defined medium by Saccharomyces cerevisiae wine yeasts. Applied Microbiology and Biotech- nology, 77, 145–157
Vilanova, M.; Genisheva, Z.; Graña, M.; Oliveira, J.M. Determination of odorants in varietal wines from international grape cultivars (Vitis vinifera) grown in NW Spain. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2013, 34, 212–222.

von Ewald, A., and W. Ku¨hne. 1877. U ¨ber einen neuen Bestandtheil des Nerven systems. Verh. Naturhist.-Med. Ver. Heidelberg 1:194–198.

Waterhouse, A.L.; Sacks, G.L.; Jeffery, D.W. Understanding Wine Chemistry; Wiley: Chichester, UK, 2016; p. 443

Wibowo D, Eschenbruch R, Davis C, Lafon G, Lee T. 1985. Occurrence and growth of lactic acid bacteria in wine: a review. Am J Enol Viticult 36(4):302–13.

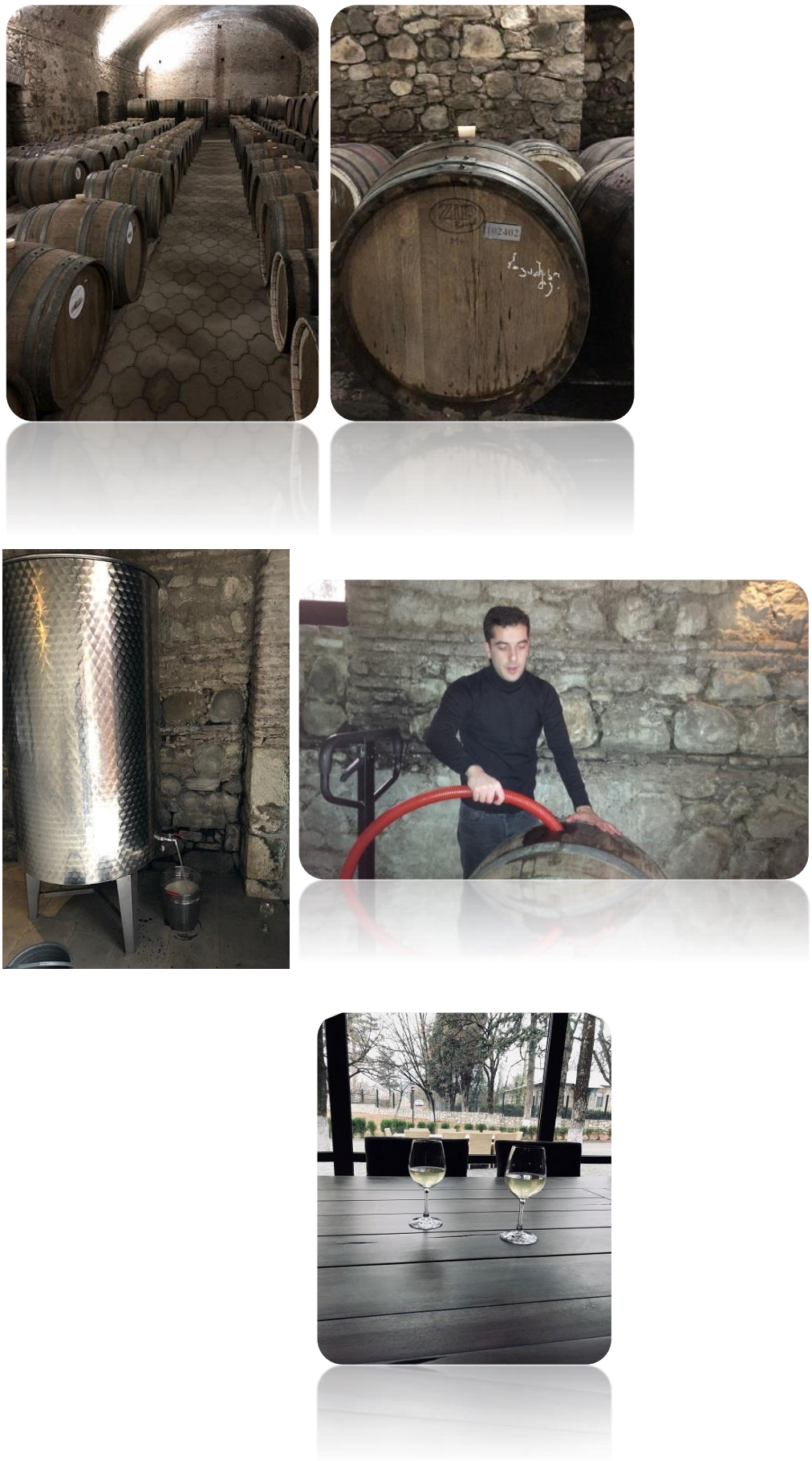
Yamada, M. 1932. Decomposition of amino acids by yeast I. Nippon Nogeikagaku Kaishi 8:428-432.
Yamada, M. 1932. Decomposition of amino acids by yeast 2I. Nippon Nogeikagaku Kaishi 8:506–508.

Zamora, F. (2004) Las paradas de fermentacio´n. Eno´logos,29, 28–32.

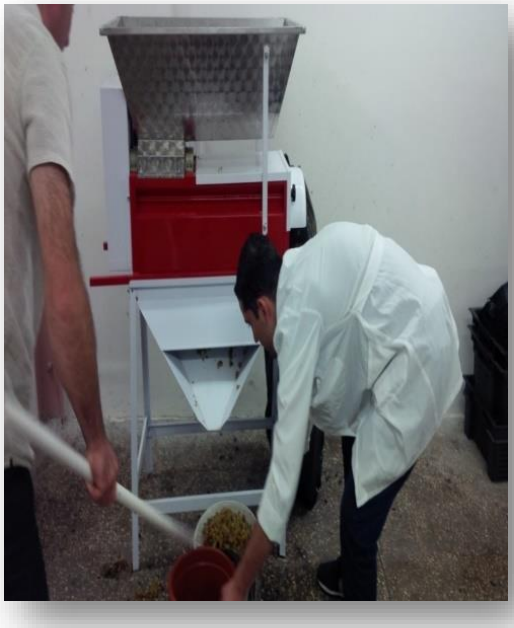
Кишковский Э.Н., Скурихин И.М. 1976. Химия вина. Изд-во «Пищевая промышленность», М. 456с.
Родопуло А., Чичашвили Н., Кавадзе А. 1978. Исследование накопления вторичных продуктов алкогольного брожения дрожжами Saccharomyces vini и Saccharomyces oviformis. Прикладная биох. и микроб., т14, вып.1, с.85
Родопуло А., Чичашвили Н., Кавадзе А. 1978. Исследование накопления вторичных продуктов алкогольного брожения дрожжами Saccharomyces vini и Saccharomyces oviformis. Прикладная биох. и микроб., т14, вып.1, с.85

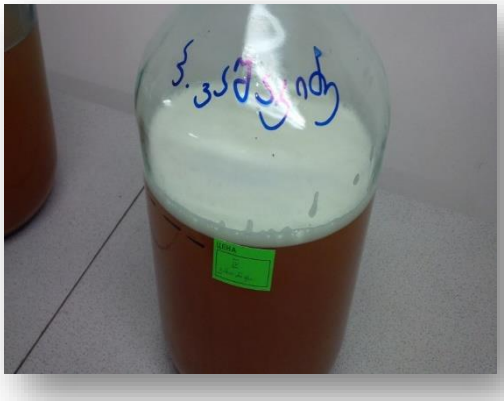
Саришвили Н., Ковалева Н., Визельман Б. 1975. О физиологии метаболизма дрожжей, ингибирующих некоторые штамы Saccharomyces. Известия ВУЗов. Пищевая технология. М. №9, С.31-33
Фролова, Ж.Н. Контроль содержания энантового эфира в продуктах коньячного производства / Ж.Н. Фролова, З.А. Мамакова // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии.- 1982.- № 1.- С. 36-38.

სურ.#1 „შატო ზეგაანი“

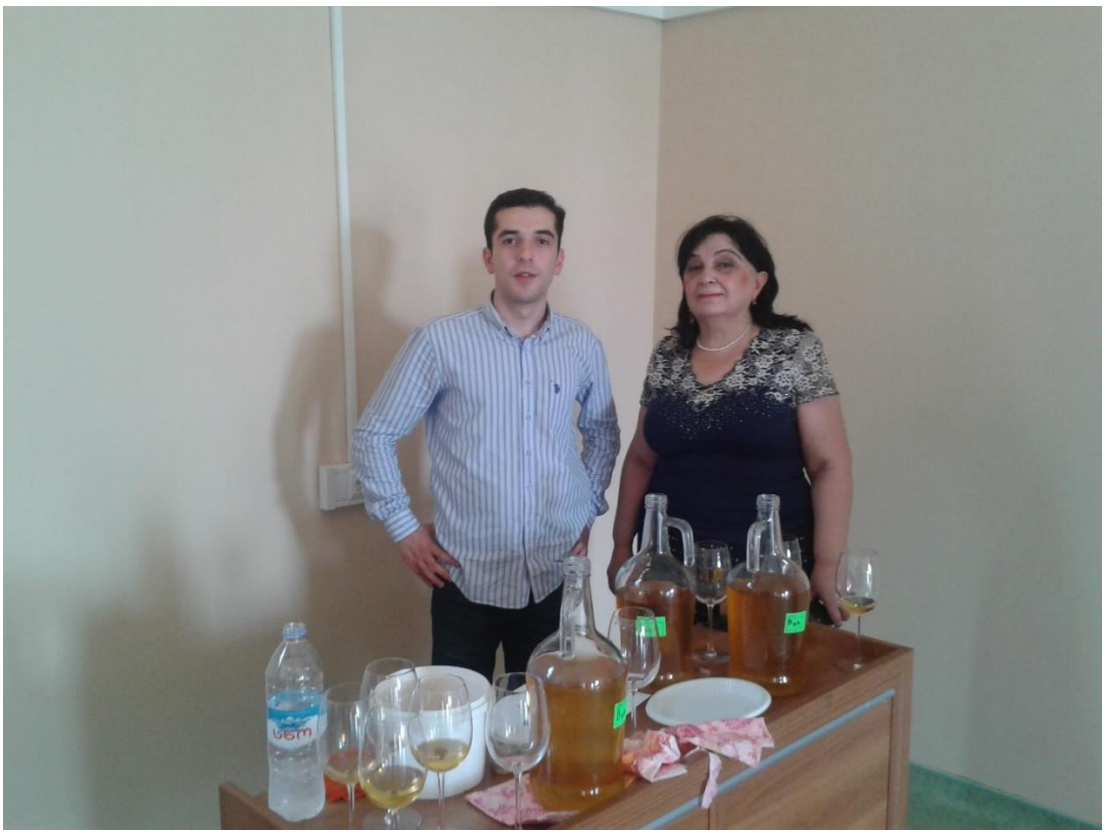


სურ.#2. საწარმოო პროცესები „შატო ზეგაანი“-ში



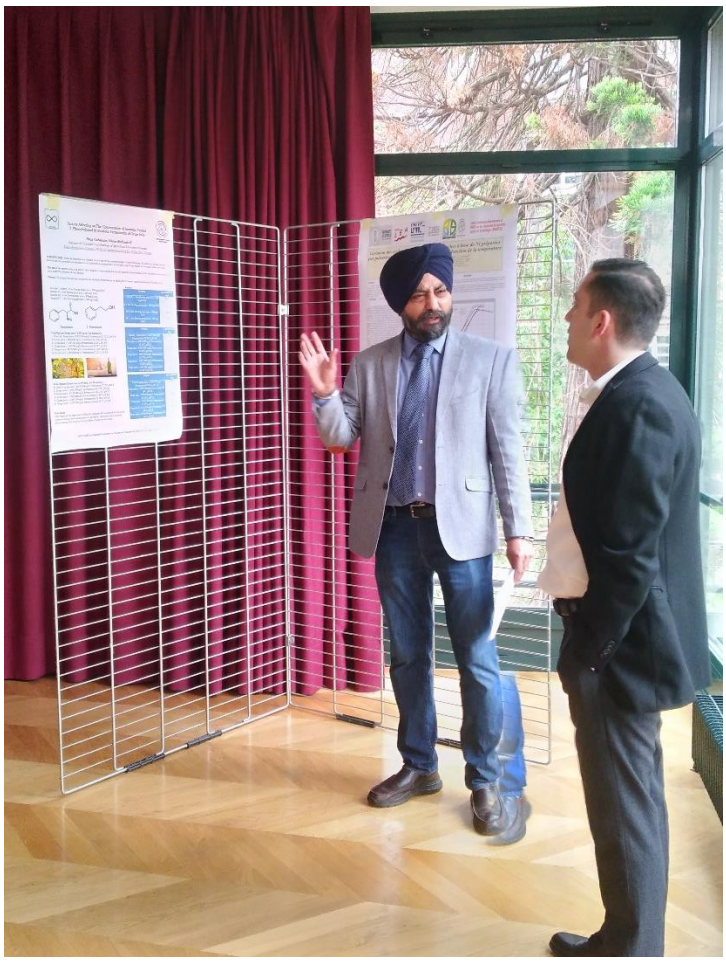


სურ.#3 ღვინის დამზადების პროცესი ნახევრად საწარმოო პირობებში, აგრარული უნივერსიტეტი, ამპელოგრაფია



სურ.#4 აგრარული უნივერსიტეტი, დეგუსტაცია (01)

სურ#5. სადოქტორო ანგარიშების მოსმენა/სემინარი



Factors Affecting on The Concentration of Aromatic Alcohol
2-Phenylethanol in Alcoholic Fermentation of Grape Juice

სურ.#6 საერთაშორისო კონფერენცია (PAEST-2022), საფრანგეთი, პარიზი, სიტეს უნივერსიტეტი, 2022წ.

სურ#7. მევენახეობა-მეღვინეობის 42-ე მსოფლიო კონგრესი (OIV), შვეიცარია, ჟენევა, 2019 წელი.